

ZARZĄD XIV SZTABU GENERALNEGO WP  
WOJSKOWY INSTYTUT INFORMATYKI

---



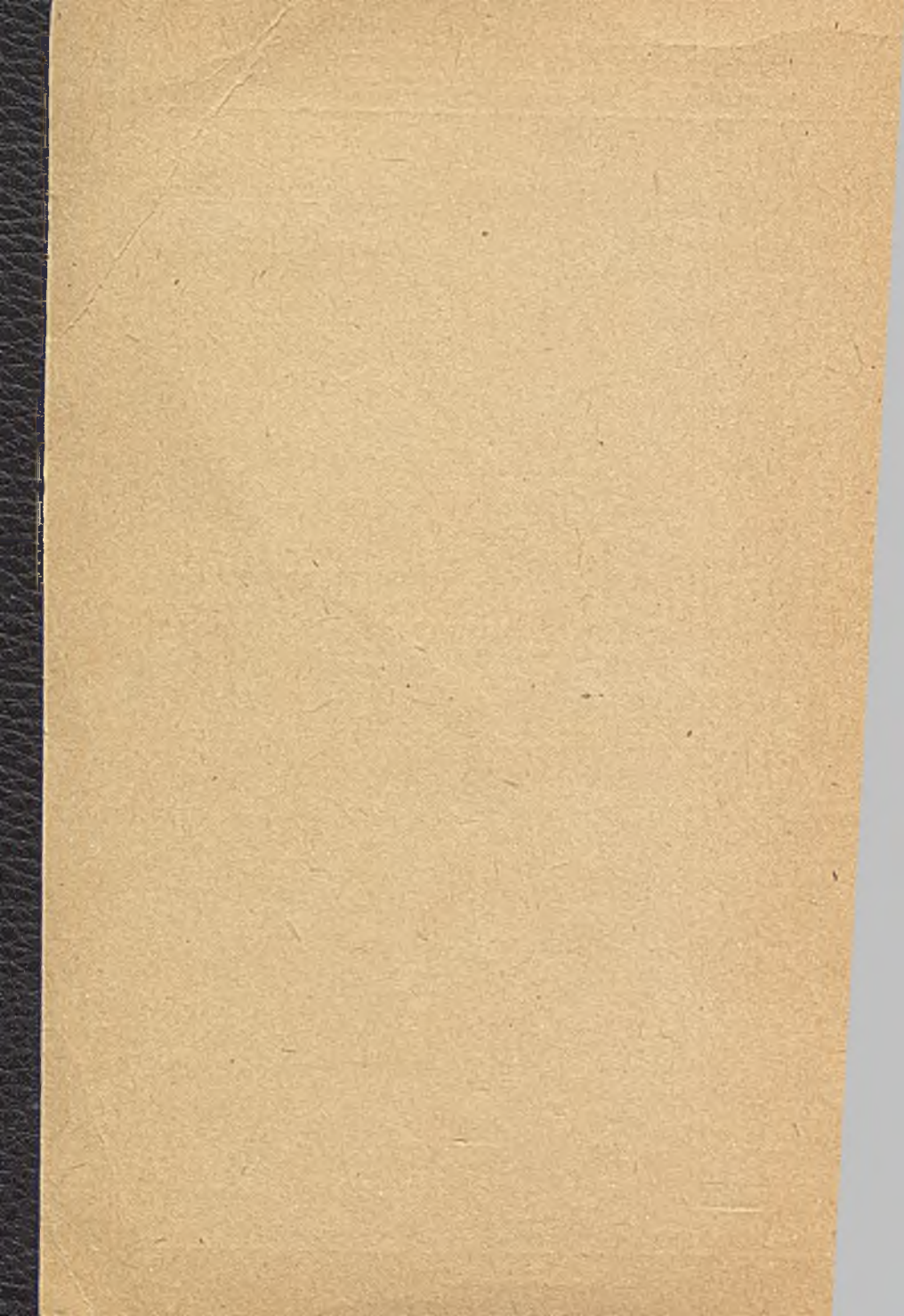
**XXV-LECIE  
INFORMATYKI WOJSKOWEJ  
STAN I PERSPEKTYWY ROZWOJU**

(MATERIAŁY Z KONFERENCJI)

RYNIA

---

LISTOPAD 1986



Do użytku służbowego

Egz. Nr ..... *40*

**XXV-LECIE  
INFORMATYKI WOJSKOWEJ  
STAN I PERSPEKTYWY ROZWOJU**

(MATERIAŁY Z KONFERENCJI)

**RYNIA**

---

**LISTOPAD 1986**



CZ. I REFERATY WYGLASZANE



prof.dr hab.inż.Krzysztof Gadziński

Kierunki rozwoju metod i środków informatyki w kraju  
w latach 1986-1990

Wstęp

Informatyka jest dziedziną nauki i techniki, której wykorzystanie jest niezbędne dla racjonalnego funkcjonowania gospodarki narodowej.

Czynnikiem zasadniczym warunkującym rozwój informatyki gospodarki narodowej jest rozwój konstrukcji i produkcji sprzętu komputerowego i technologii jego wytwarzania.

Rozwój sprzętu komputerowego uwarunkowany jest:

- 1/ doskonaleniem konstrukcji systemów komputerowych,
- 2/ unowocześnieniem bazy podzespołowej,
- 3/ doskonaleniem technologii wytwarzania sprzętu,
- 4/ wprowadzeniem nowych języków oprogramowania, ułatwiających użytkownikowi komunikację z komputerem.

Od oprogramowania zależą w dużym stopniu walory użytkowe systemów komputerowych, a co za tym idzie - ich przydatność i szerokie zastosowanie w różnych dziedzinach gospodarki.

Konieczność rozwoju informatyki w Polsce znalazła swój wyraz w Uchwale 77/83 Rady Ministrów w sprawie elektronizacji gospodarki narodowej do 1990 r.

W wyniku realizacji tej uchwały podjęto szereg przedsięwzięć w celu zdyktowania produkcji sprzętu komputerowego.

Do przedsięwzięć tych należy zaliczyć:

- modernizację i poprawę parametrów wyrobów już produkowanych,
- wprowadzenie do produkcji wyrobów całkowicie nowych,
- skoordynowanie i zaktywizowanie prac badawczo-rozwojowych na rzecz przemysłu komputerowego,
- zwiększenie produkcji bazy podzespołowej.

## 1. Stan informatyki w Polsce na tle stanu światowego

Znaczenie i rola informatyki dla społeczno-gospodarczego rozwoju każdego nowoczesnego społeczeństwa jest w skali światowej coraz bardziej doceniane.

W krajach socjalistycznych należy odnotować:

- znaczny rozwój produkcji urządzeń informatyki głównie w ZSRR, NRD, na Węgrzech i w Bułgarii,
- znaczną obniżkę cen sprzętu nowo wprowadzanego na rynek przez NRD, Bułgarię i Rumunię /relacje cenowe rubla porównywalne są z relacjami cenowymi dolara/,
- znaczną i postępującą integrację wytwórców w jeden organizm gospodarczy /NRD/.

W krajach kapitalistycznych sprzęt informatyczny rozwija się bardzo dynamicznie:

- na przełomie ostatnich kilku lat przyrost produkcji komputerów i sprzętu peryferyjnego wynosi 8-10 % rocznie,
- w zakresie mikrokomputerów, rokrocznie, poczynając od 1981 rośnie produkcja czterokrotnie i w 1986 r. osiągnie poziom 7 mln szt. i wartość ok. 1,6 mld \$,
- następuje poważny wzrost produkcji mikrokomputerów w firmie IBM. Firma ta produkuje co 41 sek. mikrokomputer,
- ceny mikrokomputerów na Zachodzie wykazują stałą tendencję spadkową.



- rozwój bazy podzespołowej następuje wyprzedzająco w stosunku do potrzeb produkcji sprzętu informatycznego.

Trendy rozwojowe zastosowań informatyki w krajach o wysoko rozwiniętym przemyśle można określić obecnie jako dynamiczny wzrost zastosowań komputerów we wszystkich dziedzinach, w których potrzebne jest przetwarzanie informacji.

Dzięki mikroelektronice, tanie i łatwe w obsłudze komputery lub terminale komputerowe stają się w niektórych krajach zwykłym elementem wyposażenia stanowisk pracy. Bez komputerowego sterowania nie można rozwinąć konkurencyjnych w świecie wyrobów elektroniki, przemysłu okrętowego, lotniczego, motoryzacyjnego i maszyn budowlanych, zautomatyzowanych centrów obróbczych itp.

Bez informatyki - trudno o sprawne i skuteczne zarządzanie przemysłem, poczynając od gromadzenia i aktualizacji danych potrzebnych w zarządzaniu, przez planowanie i optymalizację decyzji do rozdziału zadań i kontroli ich realizacji.

Polskie rozwiązania konstrukcyjne sprzętu komputerowego w zakresie jednostek centralnych sprowadzają się do:

- Maszyn Cyfrowych typu R-32 kompatybilnych z IBM-360, których zasadnicza architektura powstała na przełomie lat 60-tych i 70-tych,
- minikomputerów typu SM-1300 i SM-4 opartych o importowane procesory kompatybilne z minikomputerami PDP-11 firmy DEC z końca lat 60-tych,
- mikrokomputerów typu Mora-60 opartych o procesory M-2 kompatybilne z procesorami firmy DEC typu LSI-11 z lat 1975-1976,
- mikroprocesorów opartych o 8-bitowe mikroprocesory typu Intel 8080 /opracowanie mikroprocesora z roku 1974/.

W kraju znajduje się również pewna ilość minikomputerów Mora-400 oraz minikomputerów typu PRS-4 produkowanych w re-sorcie górnictwa.

Konstrukcja pamięci operacyjnych tych rozwiązań bazuje na modułach pamięci dynamicznej 16 kbitx1.

Ogólnie można stwierdzić, że z punktu widzenia parametrów polskie jednostki centralne są na poziomie rozwiązań sprzed 8-10 lat.

Technologia montażu wymienionych powyżej urządzeń bazuje na obwodach drukowanych wytwarzanych metodą Raeston /opracowanie technologii przez firmę Du-Pont z lat 60-tych/.

W zakresie automatyzacji projektowanie modułów elektronicznych stosowane są systemy Quest wytwarzające fotoszablony do produkcji obwodów drukowanych.

Jako istniejącą specjalizację polską w zakresie konstrukcji należy wymienić:

- systemy teleinformatyczne i niektóre elementy sieci komputerowych,
- urządzenia peryferyjne.

W zakresie urządzeń peryferyjnych rozwija się konstrukcja drukarek, monitorów ekranowych, dysków elastycznych, dysków twardych i pamięci taśmowych.

Konstrukcja sprzętu informatycznego od wielu lat jest objęta współpracą w zakresie dwu linii maszyn cyfrowych: 3S i SM.

Rozpowszechnianie się systemów komputerowych rodzi potrzebę zapewnienia środków dla wymiany informacji między komputerami oraz środków umożliwiających przetwarzanie rozproszone tj. łączne działania wielu systemów komputerowych dla realizacji wspólnego celu.

Sieci komputerowe umożliwiają ponadto wykorzystanie zasobów sprzętowych /drukarki wysokiej jakości, duże pamięci zewnętrzne, urządzenia graficzne/ oraz programowanych /bazy danych, specjalistyczne oprogramowanie/ umieszczonych w innych systemach komputerowych z wykorzystaniem łącz między-maszynowych.

Z punktu widzenia stosowanych technologii i rozwiązań należy tu wyróżnić:

- lokalne sieci komputerowe /obejmujące pojedynczy budynek czy przedsiębiorstwo przy odległościach nie przekraczających kilka km/,
- konwencjonalne sieci dalekiego zasięgu /obejmujące miasta, regiony, kraje a nawet kontynenty/,
- satelitarne sieci dalekiego zasięgu /obejmujące komunikacje od międzymiastowej do międzykontynentalnej/.

W Polsce w zakresie sieci komputerowych prowadzone są prace dotyczące przede wszystkim terminali zdalnych /monitory ekranowe, grupowe systemy monitorowe, terminale inteligentne oparte o mikrokomputery/.

Dla celów produkcyjnych prowadzone są prace nad procesorami telekomunikacyjnymi umożliwiającymi realizację struktur hierarchicznych.

Dla celów doświadczalnych zrealizowano sieć otwartą obejmującą Wrocław, Gliwice i Warszawę. Również doświadczalnie zrealizowano sieć lokalną dla potrzeb kontroli parametrów bezpieczeństwa kopalni.

W ostatnim 5-leciu miał miejsce niespotykany dotychczas przyrost produkcji systemów minikomputerowych. Przyrost ten wynika z radykalnego przestawienia produkcji na systemy minikomputerowe jednolitego systemu, co automatycznie zwiększyło możliwości eksportowe do krajów RWPG.

W oparciu o tę koncepcję sprzętową, przemysł krajowy uzyskał specjalizację w dostawach do ZSRR na urządzenia do produkcji systemów mikrokomputerowych, stosowanych przy automatyzacji eksperymentu naukowego.

Przemysł komputerowy w znaczny sposób zmodernizował produkcję swoich urządzeń poprzez zastosowanie mikroprocesorów.

Mikroprocesory zostały zastosowane w takich urządzeniach jak:

- mikrokomputery osobiste
- mikrokomputery profesjonalne
- mikrokomputery biurowe
- minikomputery
- terminale
- systemy teleprzetwarzania
- drukarki
- urządzenia przygotowania danych.

Zakłady krajowego przemysłu komputerowego przygotowały do produkcji przemysłowej 3 konstrukcje mikrokomputerów 16-bitowych klasy IBM P.C. - mające charakter profesjonalny, a mianowicie:

- Elwro 800 - w Instytucie Komputerowych Systemów Automatyki i Pomiarów /Elwro/ i Politechnice Poznańskiej,
- Krak - w zapleczu badawczo-rozwojowym Mera-KFAP w Krakowie przy współpracy z IPI PAN-Warszawa,
- Coman - w Zakładzie Automatyki Komputerowej PAN-Gliwice przy współpracy ZUK Mera-Elzab.

W Instytucie Maszyn Matematycznych opracowano mikrokomputer MAZOVIA, którego produkcję podjęła Spółka "Mikrokomputery".

Ponadto opracowano 4 typy mikrokomputerów 8-bitowych dla różnych zastosowań, głównie wspomaganie prac w obszarze zarządzania i prac biurowych.

Są to:

- |               |                          |
|---------------|--------------------------|
| - ELWRO-600   | - opracowanie ZE ELWRO   |
| - ELWRO-523   | - " " "                  |
| - MERITUM II. | - opracowania MERA-ELZAB |
| - MK-4501     | - " " MERA-KFAP.         |

Dla najprostszych zastosowań - szkół, klubów komputerowych - w zakładach MERA-ELZAB opracowano konstrukcję MERITUM I.

Produkcja ta jest intensywnie rozwijana w celu spełnienia wymagań szkolnictwa podstawowego i średniego.

Mikrokomputery KRAK, COMPAN i MERITUM przeszły w 1985 r. z wynikiem pozytywnym międzynarodowe badania prowadzone w ramach Międzyrządowej Komisji Współpracy Krajów Socjalistycznych d/s Elektronicznej Techniki Obliczeniowej /NIK d/s ETO/ i uzyskały szyfr Jednolitego Systemu Małych Maszyn Cyfrowych /SM EMC/, a mianowicie:

- mikrokomputer KRAK - SM 1909
- mikrokomputer COMPAN - SM 1905
- rodzina mikrokomputerów MERITUM - SM 1906.

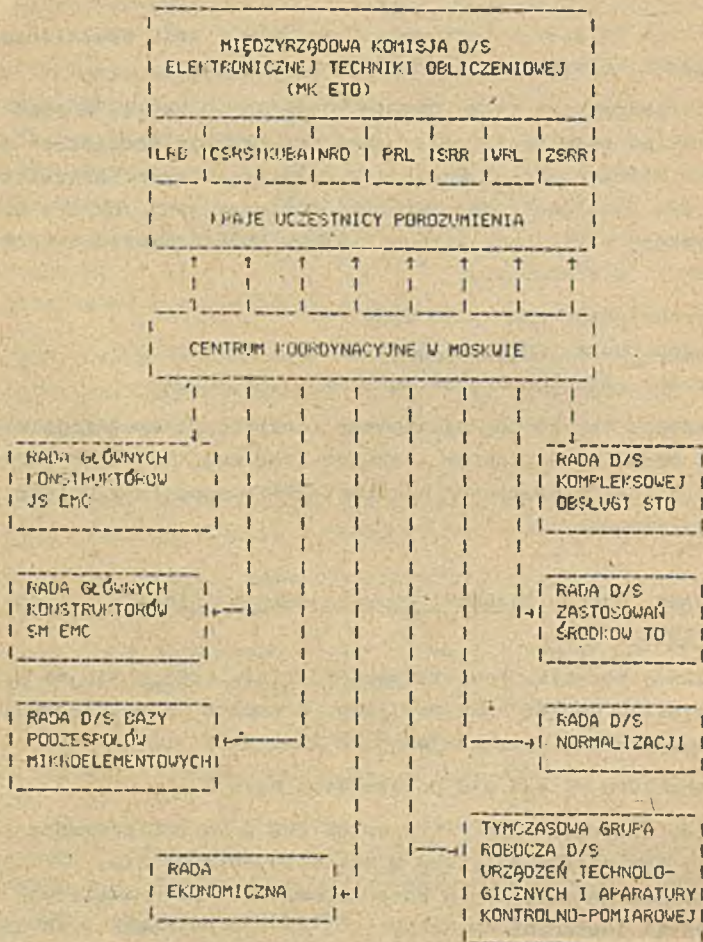
Oznacza to, że zaprojektowane konstrukcje spełniają wymagania techniczne i normalizacyjne oraz mogą być uzupełnione o urządzenia produkowane w krajach RWPG zgodnie z przyjętą specjalizacją.

## 2. Kierunki rozwoju techniki komputerowej w Polsce w latach 1986-1990

Rozwój techniki komputerowej w Polsce opiera się na wspólnym wysiłku krajów RWPG podjętego w ramach Międzyrządowej Komisji d/s ETO - działającej od 1969 r.

Strukturę MK d/s ETO przedstawia rys. 1.

Rady Głównych Konstruktorów JS EMC i SM EMC prowadzą jednolitą techniczną politykę w zakresie opracowania, wykonania i wykorzystania systemów komputerowych, zdeteminowanych wybranymi systemami wzorcowymi. I tak, w zakresie systemów średnich i dużych EMC za wzorzec przyjęto rozwiązanie IBM, w zakresie minikomputerów rozwiązania firmy DEC, a w zakresie mikrokomputerów rozwiązania tzw. IBM PC.



Rys. 1. Struktura międzyrządowej komisji współpracy krajów socjalistycznych w dziedzinie techniki obliczeniowej (MK ETO)

## 2.1. Charakterystyka średnich i dużych systemów linii JS EMC

Systemy linii RIAD /JS EMC/ są przeznaczone do przetwarzania informacji w zakresie planowania i zarządzania gospodarką automatyzacji sterowania procesami przemysłowymi, automatyzacji prac zawodowych itp.

W opracowaniu JS EMC uwzględniono takie metody zastosowań jak:

- dostęp do EMC za pośrednictwem środków telełączności,
- praca w trybie dialogowym,
- jednoczesny dostęp wielu użytkowników,
- praca w systemach wirtualnych,
- praca w systemach wieloprocesorowych lub wielomaszynowych.

Opracowano również odpowiednio bogate oprogramowanie systemowe i użytkowe.

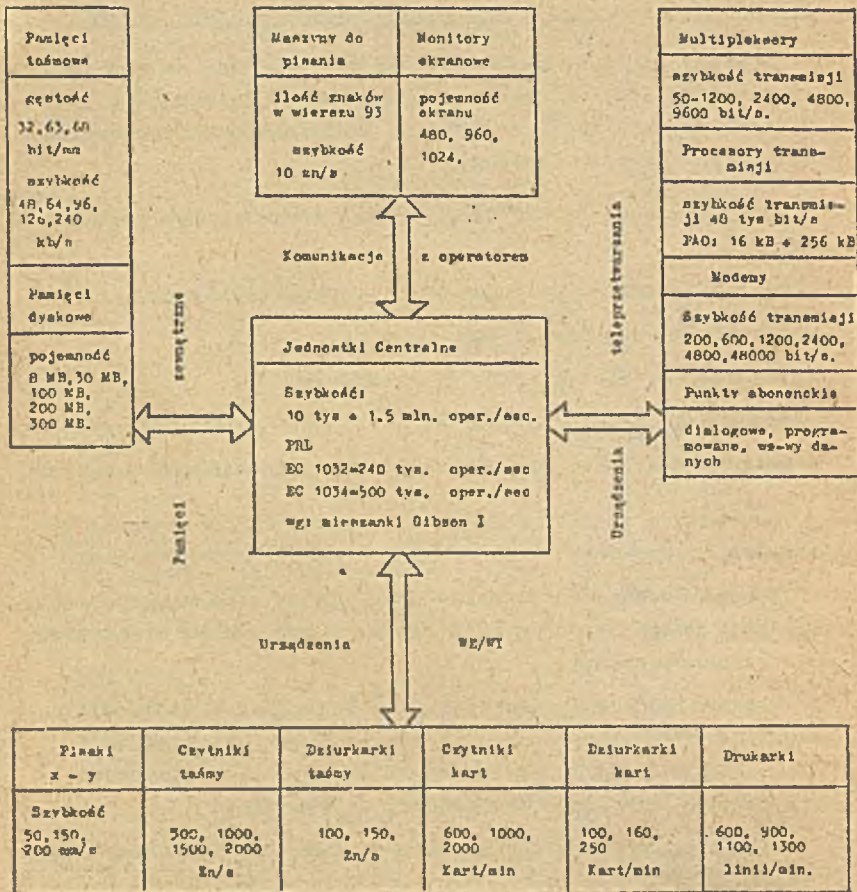
Środki techniczne JS przechodzą ciągłą modernizację przemysłową, podlegając różnym istotnym rozszerzeniom strukturalnym i funkcjonalnym.

Dzięki jednakowej architekturze logicznej i wspólnej zasadzie działania opracowany zestaw środków sprzętowych i programowych pozwala na tworzenie licznych konfiguracji użytkowych, zgodnie z wymaganiami użytkownika.

Strukturę środków sprzętowych systemów JS EMC ilustrują rysunki 2 i 3.

W ramach ustalonego podziału pracy Polska produkuje maszyny średniej klasy /R-32/ oraz wybrane urządzenia zewnątrzno:

- drukarki,
- pamięci taśmowe,
- urządzenia taśmy papierowej,
- multipleksery,
- punkty abonenckie,
- systemy monitorono.



Rys. 2 Struktura środków technicznych JS DMC.



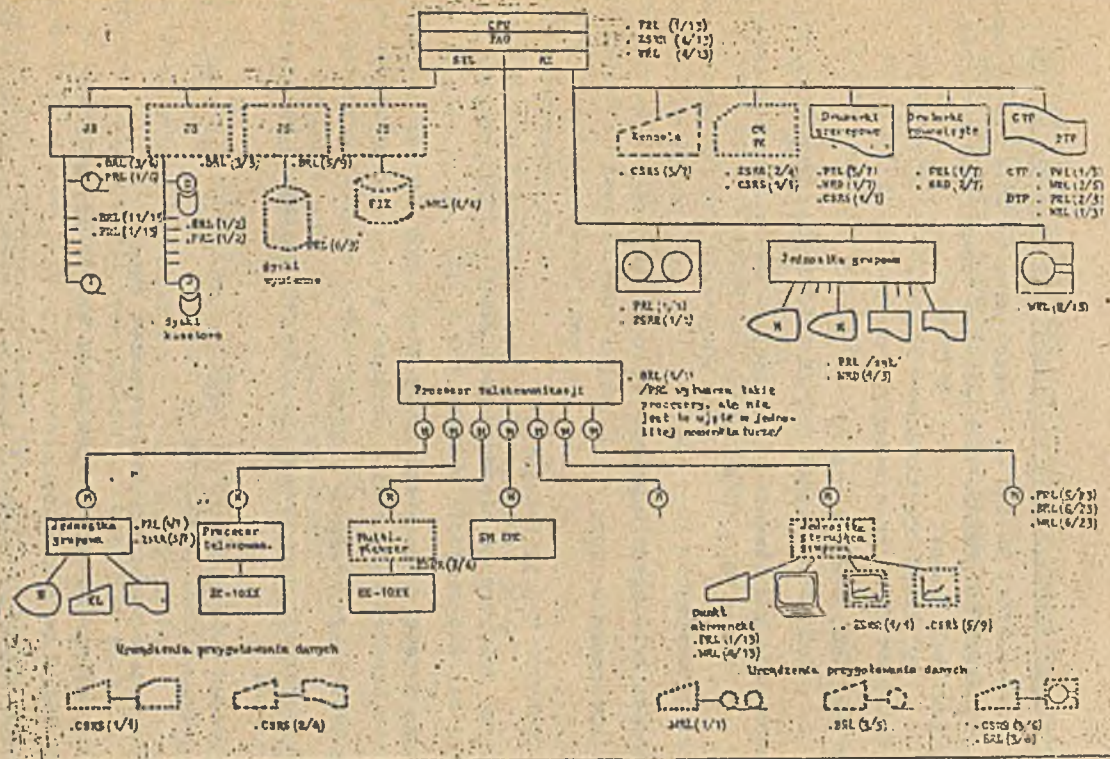


Fig. 3. System 15 ZEC - układ PRL na tle trzech kanałów w wyłączeniu wdrażających urządzeń [21]

- - - - - urządzenie, na które łączony będzie system;  
 - - - - - urządzenie produkcyjne - falosec, ale bez systemu;  
 - - - - - urządzenie nie produkcyjne w falosec;  
 - - - - - inny typowy urządzenie posiadający łączki i łączące je szlaki PRL; produkcyjne - w powiale  
 wymienione liczby typów produkcyjnych w danym bloku i oznaki łączek produkcyjnych typów.

## 2.2. Charakterystyka systemów minikomputerowych linii SM EMC

Systemy linii SM EMC są opracowywane od 1974 r. przy czym w zależności od poziomu technicznego rozwiązania wyróżnia się tzw. kolejności.

### Cechy SM EMC I kolejności

- Wzorzec: SM1, SM2 - linia HP,  
SM3, SM4 - linia DEC /SM3-PDP11/03, SM4-PDP11/40/.
- Komunikacja z otoczeniem i pamięcią - magistrala systemowa:  
SM3 - QBUS, SM4 - UNIBUS
- Obszar adresów: 64 kB - 256 kB
- Technika realizacji - układy LSI
- Rok opracowania: 1976.

### Cechy SM EMC II kolejności

- Znaczne zwiększenie niezawodności /1000 - 10000 godzin/  
pracy bez zastosowania układów LSI i VLSI.
- Lepsze parametry techniczne /20 tys. - 100 tys. operacji/s,  
liczba kanałów łączności z obiektem sterowanym  $10^2$ - $10^5$ /
- 2-3 krotne zmniejszenie kosztów.
- Akceptowalność oprogramowania z SM EMC pierwszej kolejności  
linii SM4
- Możliwość wykorzystania urządzeń peryferyjnych pierwszej  
kolejności
- Wieloprocusorowość, wielomaszynowość sieci.

Realizacja SM EMC II kolejności odbyła się w latach 1978-83, w dwóch etapach:

- I. Modernizacja urządzeń I kolejności mieszczących się w koncepcji II kolejności;

## II. Opracowanie nowych maszyn w klasach:

- SM50; mikro-EMC,
- SM51; mini-EMC - emulatory, np.w bszie rozwiązań krajowych,
- SM52; wydajne EMC czasu rzeczywistego linii SM4,
- SM53; komplekxy wieloprocesorowe,
- SM54; procesory specjalne.

### Cechy SM EMC III kolejności

- Modularność konstrukcyjna i funkcjonalna
- Wielomaszynowość i wieloprocesorowość
- Podatność na rekonfigurację
- Rozwinięta inteligencja jednostek sterujących /kontrolerów/
- Duża pojemność pamięci operacyjnej
- Wydajne urządzenia zewnętrzne
- Sieci teleprzetwarzania
- Kompatybilność z wcześniejszymi kolejnościami SM EMC /linia SM4 i SM50/40-1/
- Języki wysokiego poziomu
- Systemy dedykowane, w tym dostosowane do słabo przygotowanego użytkownika
- Mniejsza pracochłonność wytwarzania oprogramowania użytkowego
- Zmniejszona pracochłonność, materiałochłonność
- Zwiększona niezawodność do 10 tys.godzin dla całych zestawów.

Prace nad tą kolejnością rozpoczęto w roku 1983. Do chwili obecnej opracowano i wdrożono do produkcji szereg urządzeń. Etap wdrożeń zakończy się w roku 1987.

Obecnie podjęto prace nad koncepcją i projektem wstępnym tzw. IV kolejności. Techniczne i programistyczne środki SM EMC IV kolejności będą opracowywane w ramach architektury III kolejności, z zachowaniem kompatybilności z dołu do góry, przy znacznej poprawie parametrów techniczno-ekonomicznych. Opracowanie SM EMC IV kolejności zapewni przygotowanie bazy do tworzenia EMC piątej generacji .

Już SM EMC IV kolejności ma zawierać szereg cech maszyn piątej generacji, tzn:

- intelektualizację sprzętu,
- lokalne, regionalne i globalne sieci maszyn obliczeniowych,
- miniaturowe wykonanie urządzeń peryferyjnych,
- systemy sterowania bazami danych,
- systemy programowania na bazie języków PROLOG i LISP,
- zintegrowane systemy LSI i VLSI na zamówienie,
- systemy ekspertowe, bazy wiedzy,
- intelektualne pakiety programów użytkowych.

### 2.3. Charakterystyka mikrokomputerów SM EMC i JS EMC

Prace naukowo-badawcze i konstrukcyjno-wdrożeniowe w zakresie mikrokomputerów prowadzone są zarówno w JS EMC, jak i w SM EMC. Określenie wymagań dotyczących technicznych i programowych środków dla mikrokomputerów, a także zastosowańami techniki mikroprocesorowej w różnych dziedzinach gospodarki zajmuje się Grupa Robocza d/s Zastosowań Techniki Mikroprocesorowej.

Poniżej przedstawiono głównie krajowe ośrodki pracujące nad techniką mikrokomputerową w ramach SM EMC i JS EMC:

1. ZSAK - Zakład Systemów Automatykacji Kompleksowej PAN,
2. Politechnika Poznańska,
3. Instytut Podstaw Informatyki PAN,
4. Instytut Maszyn Matematycznych,
5. Instytut Komputerowych Systemów Automatyki i Pomiarów,
6. Instytut Systemów Sterowania,
7. Zakład Doświadczalny Politechniki Gliwickiej,
8. Zrzeszenie MERA,
9. FMiK ERA,
10. ZMP BŁONIE,
11. MERAMAT,
12. ZE ELWRO,
13. KFAP,
14. ZUK ELZAB,
15. MERASTER,

16. ZAP Ostrów,
17. POLKOLOR,
18. REFA,
19. ZZUJ POLON,
20. METRONEX,
21. Spółka MIKROKOMPUTERY.

W latach 1986-1990 planuje się opracowanie i przeprowadzenie badań międzynarodowych mikrokomputerów scharakteryzowanych w tabelicy 1 /wg 6 /.

Tabl.1 Plan opracowań mikrokomputerów w Polsce /SM EMC/

Lp	Nazwa mikrokomputera i szyfr	Krótką charakterystyka techniczna	Z-d opracowujący Termin badań międzynarodowych
1	PP EMC typu ELWRO 816 SM 1907	Mikroprocesor - 8086 ROM - 8-16 Kb RAM - 256 Kb System operacyjny MIKROS 86, PPDOS	IKSA1P <u>1986</u>
2	PP EMC typu MERA-660 SM 1915	Mikroprocesor - DSI 11/03 RAM - 64-256 Kb System operacyjny RAFOS	ISS <u>1986</u>
3	PP EMC typu MAZOVIA 1016 SM 1914	Mikroprocesor - K 1810 WM 86 ROM - 40 Kb RAM - 128-256 Kb System operacyjny MIKROS 86, PPDOS	IMM <u>1986</u>
4	M16-3	Procesor centralny - KMN 181 Pojemność PAD - 4 Mb Interfejs - U-42 Systemy operacyjne; DEMOS, DOS RW RAFOS	ISS MERASTER <u>1987</u>
5	M16-1 /CM-2504/	Mikroprocesor- K 1810 BM 86 Pojemność PAD - 12-192 Kb Interfejs - U-41 System operacyjny MIKROS 86	ELWRO <u>1986</u>
6	M32-1	Mikroprocesor - APX 386 Pojemność PAD - 512 Kb Interfejs - U-42 System operacyjny BOS 1810	ISS <u>1990</u>

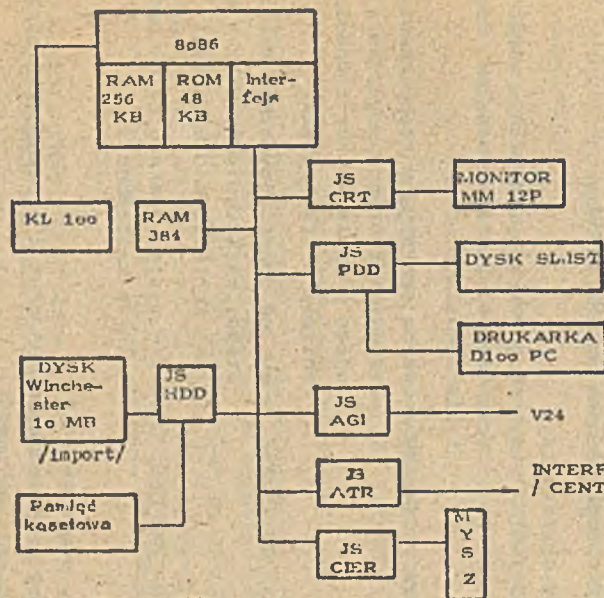
W ramach programu JS EMC planuje się opracować mikrokomputery scharakteryzowane w tabelicy 2.

Tabl.2 Plan opracowań mikrokomputerów /JS EMC/

Lp	Nazwa mikrokomputera i szyfr	Krótką charakterystyka techniczna	Kraj opracowujący
1	PP EMC JS 1831	Mikroprocesor - 1810 RAM - 64-256 Kb System operacyjny DOS/PK	LRB
2	PP EMC JS 1832	Mikroprocesor - U880 ROM - 64 Kb System operacyjny - DOS/PK wersja 1 lub 2	LRB
3	PP EMC JS 1007	Mikroprocesor - 16-bitowy RAM - 256-1024 Kb System operacyjny - OS/VS SVM	ZSRR
4	PP EMC typu PROPER 8 JS 1800	Mikroprocesor - 8088 RAM - 64 Kb ROM - 8 Kb System operacyjny CP/M	WRL
5	PP EMC typu PROPER 16-W JS 1833	Mikroprocesor - 8086 RAM - 256 Kb ROM - 8 Kb System operacyjny - OS/MS/POS	WRL

Obecnie największej uwagi poświęca się profesjonalnym personalnym mikrokomputerom IBM PC oraz mikrokomputerom szkolnym, zazwyczaj 8-bitowym.

Charakterystykę mikrokomputerów tego pierwszego typu pokazano na przykładzie polskiego PPM Mazovia 1016 /rys. 4/.



♦ w wersji z dyskiem  
Winchester FMIK BRA

#### Podstawowe parametry

- procesor : typ 8086, pamięć RAM 256 KB, ROM 48 KB :
- pamięć zewnętrzna : dysk elastyczny , zapła jednostronny pojemność 160 KB dysk typu Winchester, poj.10MB
- monitor ekranowy: typ MN 12P monochromatycz.
- drukarka mozaikowa D100 PC
  - szybkość 100 zn/s, druk dwukierunkowy
  - rozł 14let - 9, matryca 9 x 9
- klawiatura kl -100, li. znaków 85 wbudowany mikroprocesor 8086
- Interfejs : szeregowy V24
- oprogramowanie : DOSPC, BASIC, MULTI PLAN COBOL, FORTRANC, MARCO ASSEMBLER, PROCESOR TEKSTU .

1  
2  
1

Rys. 4 Struktura FPM Mozowia 1016

## 2.4. Charakterystyka oprogramowania

Z całej gamy oprogramowania JS EMC, w kraju użytkuje się:

a/ systemy operacyjne:

- OS/JS - P5.0 redakcja 1,
- OS-7/JS,
- VM/JS-P,

b/ oprogramowanie narzędziowe:

- SKOT - system kontroli i obsługi terminali,
- HADES - system zarządzania hierarchiczną bazą danych,

c/ podsystem emulacji EMC ODRA 1300,

d/ NCP - podsystem teleprzetwarzania.

W skład oprogramowania SM EMC wchodzi:

a/ systemy operacyjne:

- DEMOS /UNIX/ - system operacyjny, mobilny, wielodostępny, instrumentalny wraz z modułami kontroli i diagnostyki,
- DOS RW /RSX-11M/ - system operacyjny czasu rzeczywistego, wieloprogramowy z wersją rezydującą w pamięci wraz z modułami kontroli i diagnostyki,
- RAFOS /RT-11/TSX/ - system operacyjny czasu rzeczywistego, wielodostępny wraz z modułami kontroli i diagnostyki,
- DOS PP /MS DOS/PC DOS/ - system operacyjny do profesjonalnych zastosowań,

b/ systemy programowania:

- system programowania ADA wraz z otoczeniem programowym i systemem walidacji,
- środki komunikacji w języku naturalnym wraz z kompilatorami LISP i PROLOG,



- system programowania FORTH przeznaczony do wytwarzania programów sterujących,
- dydaktyczna wersja interpretera języka PASCAL-PASCAL S,
- system programowania wykorzystujący zunifikowaną wersję języka C,
- system programowania w języku APL,
- system programowania w języku LOGO,
- system programowania MODULA-2,

c/ pakiety programów

- pakiety oprogramowania sieciowego /sieci telekomunikacyjne i lokalne/,
- pakiety oprogramowania grafiki komputerowej na bazie GKS wraz z grafiką trójwymiarową,
- systemy zarządzania bazami danych /zwartymi i rozproszonymi/,
- zintegrowane pakiety programów dla uniwersalnych zastosowań /przetwarzanie tekstów, rachunkowość, grafika, bazy danych, teleprzetwarzania/.
- systemy automatyzacji wytwarzania oprogramowania na bazie języka ADA oraz programów LEX i YACC.

Natomiast dla mikrokomputerów przewiduje się:

- a/ system operacyjny MIKROS - dla 8-bitowych i MIKROS-86 - dla 16-bitowych. Są one wzorowane odpowiednio na CP/M i CP/M-86. Ponadto dla PPM wzorowanych na IBM PC opracowuje się system wzorowany na MS DOS, tzw. DOS PP lub DOS PK,
- b/ języki programowania: BASIC, PASCAL, PLI, FORTRAN, COBOL C i ADA/M,
- c/ oprogramowanie narzędziowe:
- zarządzanie zbiorami danych,
  - edytory i redaktory tekstów,
  - pakiety graficzne,
- tzw. "arkusze obrachunkowe", itp.

## 2.5. Charakterystyka zamówień produkcyjnych przemysłu krajowego

Dotychczasową sytuację w zakresie krajowej produkcji sprzętu komputerowego pokazuje rys.5. Okres lat 1979-83 charakteryzował się nie tylko małą produkcją, ale dużą zawodnością oraz ubogimi możliwościami konfiguracji systemów.

W ramach przedsięwzięć dynamiczujących krajową produkcję sprzętu inforastycznego, dąży się do uzyskania:

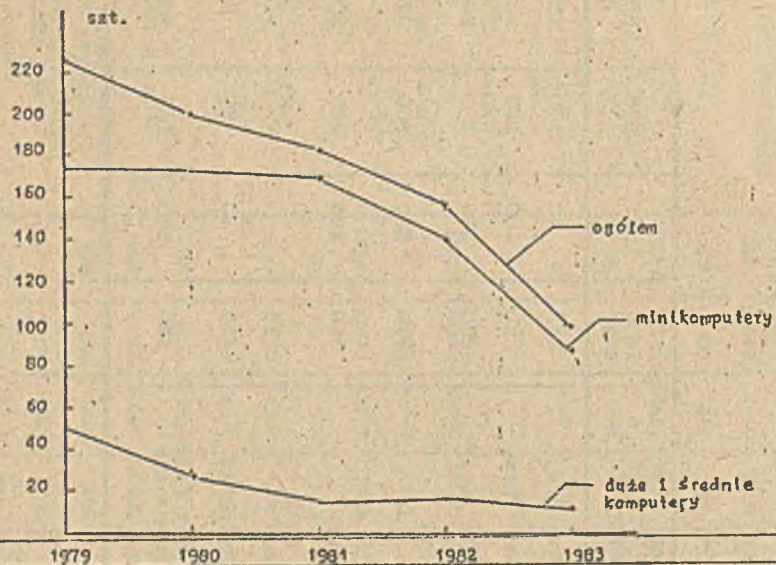
- produkcji seryjnej,
- większej niezawodności,
- rozwinętych konfiguracji systemów komputerowych.

W okresie 1986-1990 główne zakłady branży komputerowej planują produkcję scharakteryzowaną w tablicach 3, 4 i 5.

Tabl.3 Mikrokomputery - roczna produkcja /sztuk/

Lp	Asortyment/producent	1986	1987	1988	1989	1990
1	Mikrokomputer 8-bit/KFAP	750	1200	1600	1000	1000
2	Mikrokomputer 18-bit/KFAP	-	-	300	1000	1000
3	PSPD-90/KFAP	200	100	-	-	-
4	Elwro 523/Elwro	600	700	700	700	700
5	Elwro 600/Elwro	100	800	1500	2000	2500
6	Elwro 800/Elwro	-	1000	10000	20000	30000
7	Elwro 800-Junior/Elwro	-	5000	30000	60000	100000
8	Mazovia/Era	250	2500	10000	15000	15000
9	Mazovia/Błonie	250	1000	2200	4400	6600
10	Mazovia/IMM	50	100	100	100	100
11	ComPAN/Elzab	250	400	600	800	1000
12	Meritus I/Elzab	2000	2500	3000	3500	4000
13	Meritus I, II/Elzab	300	400	500	600	700
14	Mera 100B i 100M/Błonie	400	350	400	450	500
15	MSWP/IMM	10	10	10	10	10
16	RTDS Elzab	100	110	150	100	100

Produkcja komputerów w Polsce



Rys. 5 Produkcja komputerów w Polsce [ 1 ]

Tabl. 4 Minikomputery, średnie i duże systemy komputerowe  
procesory teleprzetwarzania - roczna produkcja  
/sztuk/

Lp	Asortyment/ producent	1986	1987	1988	1989	1990
1	SM4/44 /Era/	145	40	100	150	200
2	SM-2420 /Era/	10	160	100	100	50
3	SM-1300 /Era/	250	300	250	200	150
4	MERA 60 /Meraster/	700	800	800	920	1100
5	MERA 9150 /Merastat/	150	180	200	200	220
6	ODRA 1305 /Elwro/	35	-	-	-	-
7	EC 2034/2032	10	40	50	50	50
8	Procesor tele- przetwarzania	100	100	100	100	100

Tabl.5 Urządzenia peryferyjne - roczna produkcja /sztuk/

Lp	Asortyment/producent	1986	1987	1988	1989	1990
1	SPTP-3 /Elzab/	2350	1740	1660	1510	1510
2	Czytnik taśmy papierowej /KFAP/	3000	2600	2550	2500	2500
3	Czytnik CTS-302, CTS-302/1 /Błonie/	350	400	450	500	547
4	OZM 180, D180, D200 /Błonie/	16760	18200	19300	21400	23150
5	DM-3M, 401, 402, 403 /Błonie/	600	690	450	450	450
6	DT 240 - drukarka termiczna /Błonie/	50	100	100	100	100
7	Drukarka laserowa /Błonie/	50	100	100	100	100
8	D-100, D-50, TD-100 /Błonie/	14320	28350	33300	59100	74850
9	Monitory graficzne /Elzab/	-	100	400	550	750
10	Monitory elfanumeryczne /Elzab/	17865	21872	29252	33922	39932
11	Grafplotery /Meramet/	700	800	800	920	1100
12	Dyski wymienne 9450, 9530 /Era/	1000	950	1000	1000	1000
13	Winchester /Era/	-	50	1000	5000	10000
14	Flopy dyski 8" /KFAP/	5000	4500	3000	2000	2000
15	Flopy dyski 5 1/4" /KFAP/	1000	6030	12200	30000	70000
16	Pamięci taśmowe szybkie PT3M, PT5 /Meramet/	250	250	200	100	100
17	Pamięci taśmowe wolne PT305, PT310 /Meramet/	550	650	800	750	900
18	Pamięć kasetowa PK-3, PK-5	1900	1800	2200	3100	4000

## 2.6. Charakterystyka prac badawczo-rozwojowych

Dla zwiększenia produkcji sprzętu informatycznego i unowocześnienia asortymentu podjęto szereg prac badawczo-rozwojowych, zgrupowanych głównie w dwóch CPBR-ach: 8.7 - "Techniki komputerowe" oraz 8.8 - "Systemy wspomaganie prac inżynierskich i eksperymentu naukowego". Przewiduje się, że nakłady na te CPBR będą wynosiły odpowiednio 8.855 oraz 4.000 mln zł. Strukturę tematyki i nakładów w CPBR - 8,7 pokazano w zał. 1-7.

W wyniku prowadzonych w CPBR - 8,7 prac badawczo-rozwojowych w latach 1986-1990 zostanie wdrożony do produkcji szereg nowych asortymentów sprzętu komputerowego /Tabl. 6/ i oprogramowania /Tabl. 7/.

Ponadto w ramach CPBR - 8,7 prowadzone są tematy poznawcze oraz takie, które przyniosą efekty produkcyjne po roku 1990:

- minikomputer IV kolejności SM EMC z procesorem 32-bitowym - /ERA/, wdrożenie 1991 r.,
- jednostka pamięci na dyskach elastycznych 3 1/2" - typ 301/2 /KFAP/ - wdrożenie 1992 r.,
- prace eksperymentalne nad uzyskaniem dyskietki o zapisie pionowym /MERAL/ - prototyp 1990 r.,
- system mikrokomputerowy 16-bitowy z procesorem 1APX 286 i magistralę I42 /ISS/ - wdrożenie po 1990 r.,
- mikrokomputer personalny SM EMC IV kolejności, odpowiednik IBM PC/AT /IMM/ - wdrożenie 1990-1993 r.,
- małogabarytowa drukarka laserowa /IMM/,
- moduły sprzętowe sieci lokalnej dla mikrokomputerów SM IV kolejności, wg standardu Etherlink /IMM/,
- mikrokomputerowa lokalna sieć światłowodowa /IMM/,
- oprogramowanie mikrokomputera personalnego SM EMC IV kolejności:

- . PC DOS wersja 3.10 /IMM/ - wdrożenie 1990-1992, odpowiednik XENIX,
- . oprogramowanie podstawowe i narzędziowe dla zastosowań w systemach pomiarowych z interfejsem IEC 625 /odpowiednik IEEE 488/ - wdrożenie 1990-1992 /IMM/.
- . system programowania ADA/M /IMM/;
- efektywna implementacja języków sztucznego intelektu na SM EMC IV kolejności - LISP, PROLOG /IMM/.
- oprogramowanie dla minikomputerów IV kolejności; system operacyjny, odpowiednik UNIX System 5 i VENIX /IMM/.
- konstrukcja sztucznej inteligencji /Instytut Elektroniki Politechniki Śląskiej/.

Tabl.6 Nowe produkty komputerowe opracowane w ramach  
CPBR - 8.7

Lp	Asortyment	Jednostka wdrażająca	Termin wdrożenia
1	Mikrokomputer ELWRO 900 /IBM PC AT/	ZE ELWRO	1990-93
2	System komputerowy EC 2134 PAD - 2 MB	ZE ELWRO	1987
3	System komputerowy EC 2134 /GAZ/, PAD - 8 MB /szybkość 1 mln op/s/	ZE ELWRO	1988
4	Skaner komunikacyjny typu SK-3	ZE ELWRO	1989
5	Sieć komputerowa SKJS/2 wersja 2	ZE ELWRO	1990
6	Lokalna sieć wg standardu PGO2/3 - ETHERNET	ZE ELWRO	1989
7	Moduł pamięci operacyjnej 4 Mbajty	ERA	1987
8	Winchester 8"	ERA	1989
9	Winchester 5 1/4"	ERA	1989
10	Mikrokomputer 32-bitowy KRAK 286	KFAP	1989
11	Pamięć kasetowa PK-6	MERAMAT	1990
12	Klawiatura do urządzeń mikrokomputerowych	ZAE REFA	1990
13	Ploter XY - typ KL3 format 270x340	LUMEL	1987
14	Dyskiety /nośnik/	ELWRO Stilon- Gorzów	1989 1990
15	Analizator stanowo czasowy systemów cyfrowych 64 kanały odpowiednik HP 1630	IMM	1987



Tabl.7 Nowe oprogramowanie w ramach CPBR - 8.7

Lp	Asortyment	Jednostka wdrażająca	Termin wdrożenia
1	Oprogramowanie systemowe SM EMC - SO DEMOS /UNIX/ - SO inteligentnego terminala AMKO - SO DOŚĆ PB4 - SO "MERAX"	ERA	1987
2	Oprogramowanie narzędziowe SM EMC	ERA	1987
3	Systemy problemowo zorientowane - automatyczna redakcja tekstów - automatyczne testowanie - wspomaganie pracy biblioteki - wspomaganie nauczania	ERA	1987
4	Języki programowania dla systemów ekspertowych /LISP, PROLOG/	MERASTER	1988-1989
5	Oprogramowanie podstawowe komputera personalnego SM EMC /PC DOS 2.10/	ERA BŁONIE	1988-1989
6	System SGS wg normy GKS	ERA	1988-1990
7	Systemy zarządzania danymi dla SM EMC M 1016	Spółka Mikrokomputery	1987-1989

W ramach CPBR 8.8 realizowane będą następujące główne prace wyprzedzające i poznawcze:

Tabl.8 Zestawienie celów realizacyjnych CPBR 8.8

Numer celu	Nazwa celu
1	2
	<u>Cele wdrożeniowe</u>
1	Zautomatyzowane stanowisko pracy projektanta z mikrokomputera klasy M16-1
2	Zautomatyzowane stanowisko pracy projektanta z mikrokomputera klasy M16-2
3	Przenośne stanowisko rejestracji danych z eksperysantu i identyfikacji modeli procesów
4	Stanowisko automatyzacji eksperymentu naukowego z mikrokomputerem klasy M16-2
5	Monitory graficzne o normalnej rozdzielczości
6	PRINTER-PLOTER małego formatu
7	DIGITIZER formatu A3
8	Ploter formatu A3
9	Ploter dużego formatu
10	Rodzina monitorów graficznych o zwiększonej rozdzielczości
11	Manipulator typu "MYEŻKA"
12	Bazowy SAPI <sup>x/</sup> w projektowaniu budowlanych, architektonicznych i planowaniu przestrzennym
13	Bazowy SAPI w dziedzinie projektowania procesów technologicznych przesyłu maszynowego
14	Bazowy SAPI w dziedzinie projektowania części maszyn
15	Bazowy SAPI w dziedzinie projektowania instalacji w przemyśle chemicznym
16	Bazowy System Automatycznego Projektowania w dziedzinie przygotowania produkcji dla zautomatyzowanych systemów obróbkowych
17	Bazowy system obsługi eksperymentu naukowego
18	Komputerowy system ewidencji i dokumentacji rozwoju oprogramowania
19	System projektowania statystycznego układów scalonych

x/ Stanowisko Automatyzacji Eksperymentu Naukowego

1	2
20	System komputerowy wspomaganie projektowania KWP PROGRAF obwodów drukowanych
21	System wspomaganie projektowania cyfrowych układów elektronicznych i wybranych rodzajów układów scalonych PROJEKT
22	System programowo sterowanego naświetlania klisz fotograficznych dla obwodów drukowanych FOTOMAT
23	System wspomaganie eksperymentu naukowego w medycynie
24	Mikroprocesorowe systemy wspomaganie projektowania dla urządzeń z mikroprocesorami 8- i 16-bitowymi i segmentowymi
25	Opracowanie systemu wspomaganie projektowania wzornic zakardowych
26	Bazowe oprogramowanie systemów graficznych
27	Oprogramowanie narzędziowo dla SAPI i SAEN <sup>x/</sup>
28	Organizowanie i prowadzenie współpracy z zagranicą w ramach kompleksowego programu naukowo-technicznego krajów RWPG do 2000 roku
	<u>Cele wyrzedzajace</u>
29	Zautomatyzowane stanowisko pracy projektanta z mikrokomputerem 32-bitowym
30	Wielostanowiskowy kompleks sprzetowo-programowy dla automatyzacji prac projektowo-konstrukcyjnych i technologicznych na bazie stacji terminalowych i sieci lokalnej
31	Mikroprocesorowe systemy wspomaganie projektowania dla urzadzzen z mikroprocesorami 16-bitowymi i segmentowymi
32	System wspomaganie wzornictwa w przemyśle odziezowym
33	Bazowy system przetwarzania obrazów
34	Stanowisko automatyzacji eksperymentu naukowego z mikrokomputerem 16-bitowym z magistralą I-42 /MULTIBUS-II/
35	Bazowy SAPI dla elektronicznych układow przetwarzania obrazu
36	Rozproszona baza danych
	<u>Cele poznawcze</u>
37	Analiza trendów rozwojowych w zakresie SAPI i SAEN
38	Organizacja obliczeń równoległych /współbieżnych/ w sieciach lokalnych

x/ Stanowisko Automatyzacji Eksperymentu Naukowego

### 3. Podsumowanie

Dla dalszego rozwoju ilościowego i asortymentowego produkowanego sprzętu komputerowego i oprogramowania podejmowano są działania mające na celu:

- 1/ skrócenie cyklu opracowywania i wprowadzania do produkcji poszczególnych wyrobów,
- 2/ poprawę niezawodności polekich wyrobów komputerowych.

Sprzyja tym zadaniom:

- 1/ rozwój technologiczny zakładów produkujących sprzęt metodyczno-technologiczny, rozwój placówek zarówno wytwarzających oprogramowanie podstawowe, jak i oprogramowanie narzędziowe,
- 2/ intensywny rozwój bazy elementowej,
- 3/ ułatwienie dostępu do najnowszych wzorców sprzętu i oprogramowania,
- 4/ poprawa wyposażenia zaplecza badawczo-rozwojowego w nowoczesną aparaturę badawczą.

Podjęta uchwała o elektroniczacji kraju umożliwi intensyfikację działań w obszarach:

- A/ Technicznymi, które polegają na:
- odnowieniu przestarzałego parku maszynowego w celu podniesienia jakości produkcji i zwiększenia jej ilości,
  - zwiększeniu mocy przerobowych w zakresie produkcji płyt drukowanych,
  - wyposażeniu zakładów w nowe linie technologiczne niezbędne przy podejmowaniu produkcji w całkowicie nowych technologiach,
  - rozwoju bazy podzespołowej.

B/ Ekonomicznym, polegających na:

- zwiększeniu motywacji dla opracowywania i wdrażania do produkcji nowych urządzeń,
- zrównaniu opłacalności produkcji polegającej na montażu i kompletacji z produkcją elementów, podzespołów i urządzeń,
- modyfikacji przepisów o gromadzeniu przez zakłady funduszu rozwojowego na rzecz dużych inwestycji,
- zwiększeniu dostaw układów LSI/VLSI z innych krajów RWPG, w tym zwłaszcza ze Związku Radzieckiego, do czasu osiągnięcia przez krajowy przemysł podzespołowy odpowiednich mocy produkcyjnych,
- zmianie mechanizmów ekonomicznych tak, aby preferowane merytoryczne dostawy krajowe były bardziej opłacalne niż eksport.

C/ Rozwoju potencjału naukowego, polegających na:

- ułatwieniu dostępu do wzorców konstrukcyjnych, do literatury, umożliwienie bezpośrednich kontaktów naukowych, zwłaszcza intensyfikacja współpracy naukowej z krajami RWPG, szczególnie w ramach rozwoju JS i SM,
- utworzeniu mechanizmów stymulujących podejmowanie przez naukę problemów na rzecz przemysłu. Opracowano długofalową politykę preferowania badań dających praktyczne efekty w krótkim okresie czasu,
- stworzeniu warunków zapewniających instytutom naukowym ułatwienia kredytowe na odtwarzanie i radykalne unowocześnienie bazy badawczej i laboratoryjnej,
- umożliwieniu stosowania w instytutach naukowych motywacyjnych systemów płac, konkurencyjnych z płacami w przemyśle,

- stworzeniu stabilnego systemu finansowania placówek naukowych, umożliwiającego podejmowanie przez te placówki poważnych długofalowych prac badawczych i rozwojowych.

#### D/ Organizacyjnym

- podjęte zostały działania sprzyjające intensywnemu rozwojowi przemysłów: elektronicznego /baza elementów, aparatura kontrolno-pomiarowa, itd./, chemicznego, mechanicznego /mechanika precyzyjna/, hutniczego, ..
  - rozwój takich nauk, jak: chemia, fizyka ciała stałego, informatyka, elektronika, mechanika w specjalnościach związanych z wytwarzaniem sprzętu informatycznego,
- stworzone zostały warunki umożliwiające intensywne rozwijanie współpracy przemysłu z uczelniami,
- tworzone są warunki dla dalszej integracji wysiłków, zarówno w kraju, jak i w ramach RWPG,
- prowadzona są działania mające na celu organizowanie odpowiednich firm kompletacji sprzętu w systemy, zwłaszcza w systemy problemowo zorientowane, wyposażających je w oprogramowanie podstawowe, specjalizowane i użytkowe, wykonujących dostawy, instalacje i serwis takich systemów,

#### E/ W innych obszarach

W celu zapewnienia dla przemysłu stałego dopływu wysoko kwalifikowanej kadry pracowników produkcyjnych i średniego nadzoru technicznego, organizowane jest odpowiednia sieć szkół zawodowych, zasadniczych i technicznych. Znaczącą rolę może tu odegrać podjęta komputeryzacja procesów nauczania, szczególnie w średnich szkołach technicznych.

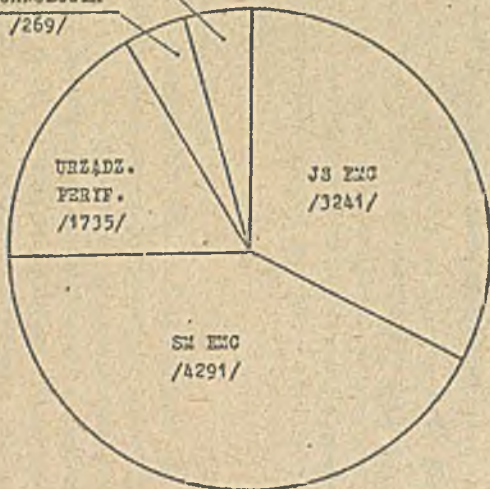
Bibliografia:

1. Program rozwoju techniki komputerowej w Zrzeszeniu MERA na lata 1986-90. IMM /Pion DS/, Warszawa, czerwiec 1985
2. Biuletyn. Jednolita nomenklatura środków technicznych JS EMC i SM EMC. Moskwa 1984
3. Program elektroniczacji gospodarki narodowej oraz kierunku rozwoju przemysłu elektronicznego do 1990 r. - aktualizacja programu stanowiącego Załącznik nr 1 do Uchwały RM nr 77/83 SYNTEZA MH1PM, Warszawa, czerwiec 1985
4. Program rozwoju komputerów w zakładach Zrzeszenia MERA do roku 2000 i analiza obszarów aplikacji, wybór koncepcji typowych architektur komputerowych systemów problemowo zorientowanych. IMM /Pion DS/, Warszawa, grudzień 1985
5. Program prac naukowo-badawczych i rozwojowych IMM na lata 1986-1990, IMM /Pion DS/, Warszawa, kwiecień 1986
6. Projekt programu prac SM EMC na lata 1986-1990, Protokół 31-go posiedzenia SS-4
7. Referat kierownika CPBR 8.7
8. Plan realizacyjny 8.7

POK -1 /421/

TECHNOLOGIA

/269/

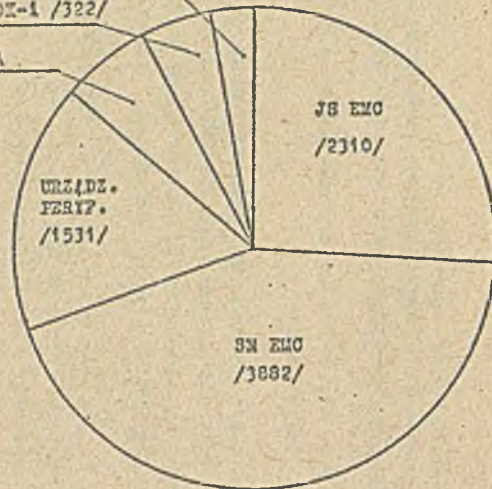


INTE /288/

POK-1 /322/

TECHNOLOGIA

/517/



10098 - BAKŁADY - 6850  
mln zł

WG ZGŁOSZEŃ DO CPBR

WG PROJEKTU PLANU CPBR 8.7.

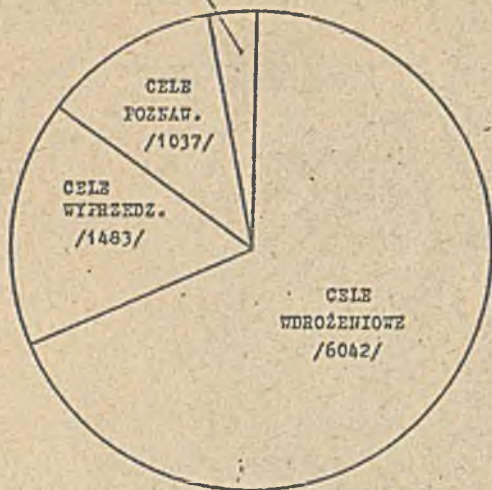
WSTĘPNA STRUKTURA CPBR-u WG KIERUNKÓW, CPBR 8.7.

Zat.

1



INNE /288/

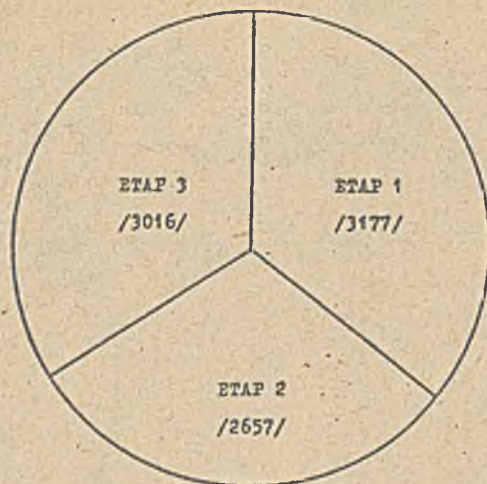


WG CELÓW

Etap 1: 1986 - 06 + 1987 - 10

Etap 2: 1987 - 11 + 1989 - 03

Etap 3: 1969 - 04 + 1990 - 11



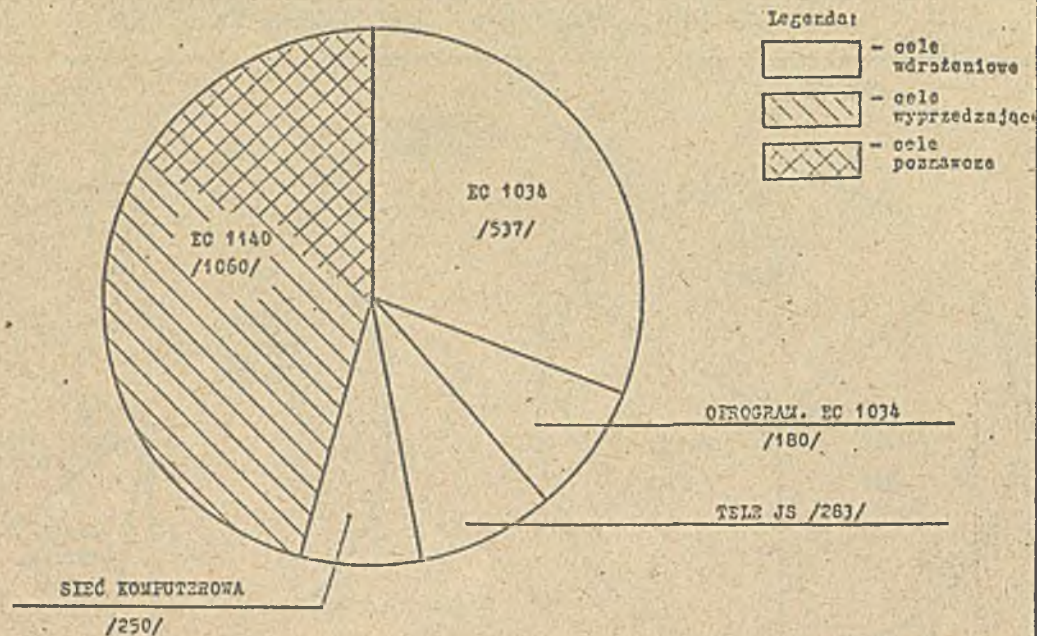
WG ETAPÓW

8850 - NAKŁADY - 8850  
mln zł

WSTĘPNA STRUKTURA NAKŁADÓW CPBR 8.7.

Zat.

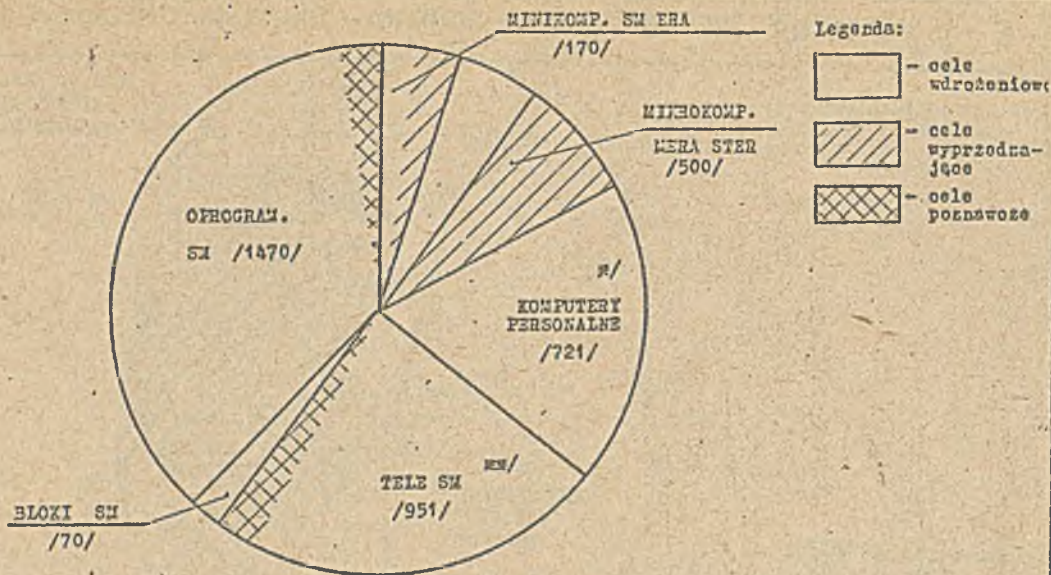
2



KWAZADY: 2310 mln zł.

WSTĘPNA STRUKTURA KIERUNKU JS EMC CPBR 8.7.

Zał. 3

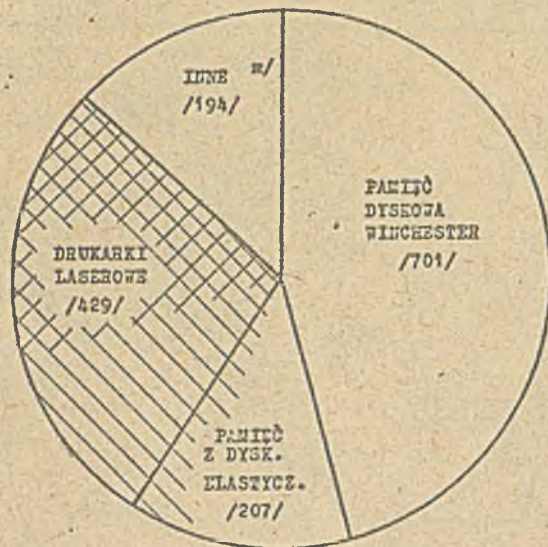


\*/ SM 1914 /K2016  
 ERAK 86 /KRAK286  
 ELWRO 900

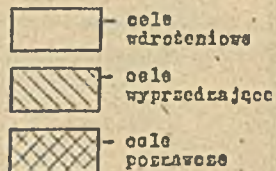
\*/ w tym siec wg P 802.3  
 ETHERNET  
 /515/

NAKLADY: 3882 mln zł.

WSTEPNA STRUKTURA KIERUNKU SM EMC CPBR 8.7



Legenda:

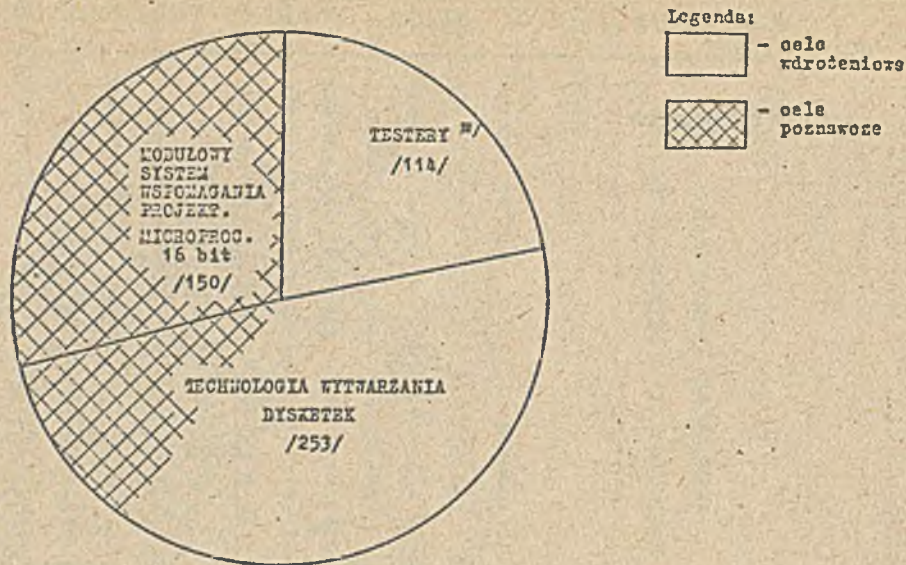


\*/ PAMIĘĆ KASETOWA PE-6  
KLAWIATURA EL-10  
MONITORY JS ETC

WARTOŚĆ: 1531 mln zł.

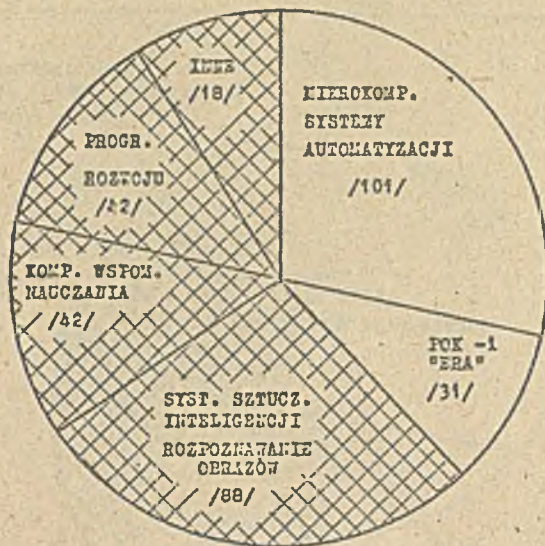
WSTĘPNA STRUKTURA KIERUNKU - URZĄDZENIA PERYFERYJNE CPBR 8.7.

Zal. 5



\*/ System SAT-1 /BRA/  
 Analizator sterowo-czasowy  
 Tester diagnostyczny

WAKŁADY: 517 mln zł.



Legenda:



- cele wroteniowe



- cele poznawcze

NAKLADY: 322 mln zł.

WSTĘPNA STRUKTURA KIERUNKU - PROBL. ZWIĄZ. KOMPL. POK-i

CPBR 87

Zat.

7

doc. dr hab. Andrzej BARCZAK

KOMPUTEROWE GRY WOJENNE  
PROJEKTOWANIE I WYKORZYSTANIE

WPROWADZENIE

Badania systemów działania prowadzone mogą być zarówno na systemie rzeczywistym, jak i w oparciu o jego model. W przypadku systemów działań bojowych, badania prowadzone na systemie rzeczywistym będą praktycznie niemożliwe, a jeżeli możliwość taka zaistnieje, to będą one miały ograniczony i fragmentaryczny charakter. W warunkach pokojowych bowiem nie istnieje możliwość niejako "uruchomienia" systemów walki /przeprowadzenia rzeczywistych działań bojowych/ z zachowaniem pełnych realiów współczesnego pola walki. Jest rzeczą oczywistą, że brak możliwości przeprowadzenia badań na systemie rzeczywistym znacznie komplikuje analizę procesów walki i rozwiązanie problemów związanych z oceną efektywności i prognozowaniem przebiegu działań bojowych. Jedynym bowiem w tej sytuacji źródłem informacji o zjawiskach i procesach pola walki są doświadczenia minionych i współczesnych wojen lokalnych oraz doświadczenia pokojowe, a przede wszystkim ćwiczenia i gry wojenne rozumiane jako określony rodzaj modeli systemów walki.

Ćwiczenia i gry wojenne stanowią integralny element funkcjonowania sił zbrojnych. W miarę jednak postępującej

złożoności systemów walki i warunków prowadzenia działań bojowych, coraz częściej nie odpowiadały potrzebom nauki wojennej i praktycznej działalności dowództw i sztabów. Taki stan rzeczy spowodowany był pojawieniem się barier metodologicznych i brakiem umiejętności praktycznych w zakresie opracowywania gier wojennych, a w szczególności odwzorowywania zjawisk, elementów i procesów walki, adekwatnych do stopnia złożoności współczesnych systemów działań bojowych. Przyjmowane bowiem w procesie opracowywania gier założenia miały bardzo często charakter subiektywny i były głównie wynikiem logicznego myślenia intuicji, co przy wzrastającej złożoności systemów walki i braku możliwości stosowania metod precyzyjnych np. modelowania matematycznego, nie zawsze zapewniało pożądaną użyteczność gry.

Wydarzeniem, które w sposób istotny wpłynęło na wzrost użyteczności gier wojennych było pojawienie się techniki komputerowej. W wyniku bowiem zastosowania komputerów oraz wykorzystania w szerokim zakresie, w procesie projektowania i wykorzystania gier, dorobku takich dyscyplin nauki, jak matematyka, psychologia, socjologia, cybernetyka i informatyka, gry wojenne zaczęły nabierać, z jednej strony, charakteru precyzyjnego narzędzia naukowo-badawczego i dydaktycznego oraz praktycznego narzędzia doskonalenia kadr dowódczo-sztabowych, z drugiej zaś, charakteru gier komputerowych. Szczególnie istotny wpływ na taki charakter przeobrażenia gier wojennych miało pojawienie się nowych metod badawczych, takich jak analiza systemowa i symulacja komputerowa.

Komputerowe gry wojenne /KGW/ stanowią jakościowo wyższą formę rozwoju i zastosowań symulacyjnych modeli walki i są niejako rezultatem ich naturalnego rozwoju. Jako problem naukowo-badawczy pojawiły się wówczas, kiedy z jednej strony na gruncie



badani systemowych uświadomiono sobie, że gra jako zjawisko społeczne stanowić może paradygmat wielu złożonych systemów działania, z drugiej zaś kiedy doświadczenia w zakresie projektowania i wykorzystania informatycznych systemów dowodzenia pozwoliły sformułować tezę, że tendencją wynikającą z potrzeb współczesnego pola walki, będzie dążenie do projektowania systemów o aktywnej strukturze, przetwarzanych na komputerze zadań, tzn. takich, które wspomogają proces podejmowania decyzji poprzez przegrywanie różnych wariantów decyzji, przed podjęciem decyzji ostatecznej, tzn. takich, których integralnym elementem oprogramowania użytkowego będą symulacyjne modele walki.

Pojawienie się takiego narzędzia jakim jest KGW przyniosło wiele nowych problemów poznawczych i projektowych, a także metodologicznych. Niektórym z nich poświęcono niniejsze opracowanie.

### 1. Gra jako model działania.

Pojęcie gry obejmuje co najmniej kilka różnych desygnatów, od wyrażonych w języku potocznym do formułowanych w języku współczesnej matematyki.

Mówiąc o grze będziemy mieć na uwadze:

- a/ model działania w złożonej sytuacji konfliktowej, tj. takiej, w której uczestniczą co najmniej dwie strony posiadające sprzeczne cele działania, w szczególności zaś:
  - matematyczny model decyzyjny sytuacji konfliktowej /przedmiot teorii gier/;
  - opisowy model decyzyjny sytuacji konfliktowej, /przedmiot psychologii i socjologii, a także sztuki wojennej/;
- b/ organizacyjną formę uczestnictwa w rozwiązywaniu złożonych

sytuacji decyzyjnych, a w szczególności:

- gry wojenne;
- gry kierownicze /tzw. decyzyjne/;

c/ formę zachowań i uczestnictwa w funkcjonowaniu określonych grup społeczeństwa:

- gry dzieciinne;
- gry sportowe;
- gry salonowe.

Z powyższego wyróżnienia wynika, że w większości przypadków mamy do czynienia, bądź z dążeniem do poznania mechanizmów decyzyjnych w sytuacjach konfliktowych, bądź do kształtowania specyficznych umiejętności podejmowania decyzji w tych sytuacjach. W szczególności cele te mogą się wzajemnie uzupełniać.

Gra jako model działania charakteryzuje się tym, że:

- posiada sprecyzowany cel;
- uczestnikami gier są ludzie realizujący w tym procesie swoje zmieniające się cele i zaspokajający różnorodne potrzeby;
- każda gra odbywa się w zmienionych warunkach wyznaczonych przez interakcje z instytucjonalnym, społecznym, ekonomicznym, ekologicznym i technicznym otoczeniem;
- istnieją względnie stałe reguły gry nie zawsze w jednakowym stopniu opanowane przez wszystkich uczestników gry;
- wynik gry jest dla wszystkich jej uczestników w różnym stopniu przewidywalny, a cenność jego jest różna;
- uczestnicy angażują się psychicznie w grę ze zmienną intensywnością, co jest zarówno funkcją przebiegu gry, jak i zmiennych predyspozycji uczestników gry;
- uczestnicy gry mogą tworzyć zmienne koalicje;

- uczestników gry cechować mogą określone motywacje, emocje i niekiedy pozornie irracjonalne działania;
- warunkiem prawidłowego przebiegu gry jest wspólny język jej uczestników;
- każda gra ma pewną dramaturgię i określone reguły, które mogą być łamane w trakcie gry;
- każda gra powinna być realistyczna i wiarygodna;
- wygrana jednego uczestnika gry nie musi być zawsze przegraną innego, oznacza to, że gra może być o sumie niezerowej.

Powyższe cechy przysługują różnym działaniom w różnym stopniu. W różnym stopniu cechy te mogą być sformalizowane.

We współczesnej matematyce gra rozumiana jest jako matematyczny model konfliktu. Zakłada się w nim, że uczestnicy gry charakteryzują się między innymi tym, że:

- znają następstwa swoich alternatywnych decyzji;
- porządkują zbiór możliwych decyzji wg wielkości wypłat;
- maksymalizują swoją oczekiwaną wygraną;
- przy wyborze poszczególnych strategii wykorzystują informację o wielkości wypłat /wygranych/ pozostałych graczy;
- posiadają doskonałą percepcję, są absolutnie inteligentni oraz dysponują pełną informacją o otaczającym ich świecie.

W teorii gier zakłada się zwykle jednakowe charakterystyki dla wszystkich graczy, które z zasady przyjmują ekstremalne wartości. Niezależnie jednak od tego jak liczny byłby zbiór opisujący gracza cech nie ma to żadnego wpływu na jego zachowanie się w trakcie przebiegu gry. Tak rozumiany uczestnik gry doskonale identyfikuje i ocenia swoje cele, które a priori są mu znane i nie ulegają zmianie w procesie realizacji gry.

W wyniku takiej interpretacji gracz w rozumieniu teorii

gier nie jest podmiotem socjologicznie uwarunkowanym, pełnym licznych cech, a racjonalnym automatem, który zna wszystko co powinien znać przed rozpoczęciem gry.

W przeciwieństwie do takiego podejścia uczestnik gier symulacyjnych /kierowniczych, wojennych/ nie jest abstrakcyjnym podmiotem, a konkretnym elementem gry dla którego charakterystyczne jest między innymi to, że:

- zachowanie i działanie uzależnione jest od jego licznych cech, takich np. jak, sytuacja społeczna, poziom wiedzy i doświadczenia;
- zdolność percepcji i stopień inteligencji jest ograniczony;
- cele i system wartości sprecyzowane są tylko częściowo i ulegają zmianie w czasie;
- informacje o otoczeniu są niekompletne /przy czym przetwarzanie tych informacji związane jest zwykle ze znacznymi kosztami/.

Gra jako model działania pozwala więc na uwzględnienie tych cech, które w tradycyjnym ujęciu mogą być pomijane, lub ich znaczenie "łagodzone". Ujęcie to umożliwia także racjonalne sterowanie konfliktami, np. usuwanie lub lepsze poznanie ich przyczyn.

Metodologiczne znaczenie gry jako modelu działania polega na tym, że pozwala ona traktować jako cech systemowe działania np. konfliktowość, niepewność, ryzyko. Ponadto pozwala uwzględnić przyczyny i skutki powstania tzw. barier systemowych takich, jak: bariera decyzyjna, bariera strukturalna, kulturalna itp. oraz rozpatrywać takie zjawiska jak dysygnans poznawczy, syndrom grupowego myślenia.

Powyżej zostały wymienione potencjalne możliwości pozna-

wcze i praktyczne gry, które są dość odległe od obecnych możliwości realnych. Te zaś determinują stan metodologii modelowania systemowego i stan techniki komputerowej.

## 2. Model komputerowej gry wojennej.

Komputerowa gra wojenna określać będziemy model funkcjonowania systemu działań bojowych w sytuacji konfliktowej typu walka zbrojna, w którym zjawiska i procesy realizowane w podsystemie walki odwzorowano w postaci symulacyjnych programów komputerowych, natomiast zjawiska i procesy realizowane w podsystemie dowodzenia /procesy informacyjno-decyzyjne/ odwzorowano na tej samej bazie materialnej co w systemie rzeczywistym. Formalnie KGW można przedstawić w postaci:

$$KGW = \langle MS(PW), U, D, Rd, Sc \rangle$$

gdzie: MS PW - model symulacyjny procesu walki;

U - zbiór uczestników gry;

D - zbiór dopuszczalnych decyzji uczestników gry;

Rd - zbiór reguł decyzyjnych;

Sc - zbiór scenariuszy działania.

Powyższe ujęcie oznacza, że w KGW uczestnicy w warunkach określonych reguł decyzyjnych i przyjętego scenariusza działania podejmują decyzje, które realizowane są za pomocą modelu symulacyjnego. Dzięki komputerowej realizacji modelu skutki tych decyzji mogą być oceniane oraz stwarzane takie sytuacje, które wymagają kolejnych decyzji itp.

Biorąc pod uwagę organizacyjno-techniczne warunki KGW, jak i zaproponowaną dla niej definicję możemy wyróżnić dwa podsystemy tworzące KGW, a mianowicie:

a/ system użytkownika /SU/, czyli zbiór uczestników gry i relacje między nimi, przy czym:

$$SU = \langle G, E, K, R_{GK}, R_{GE}, R_{EK} \rangle$$

gdzie: G - zbiór decydentów /dowódcy pododdziałów i oddziałów/ wojsk własnych i nieprzyjaciela;

E - zbiór ekspertów;

K - zbiór członków zespołu kierownictwa gry;

$R_{GK}, R_{GE}, R_{EK}$  - zbiory relacji /np.  $R_{GK} \subset G \times K$ /;

b/ system liczący /SL/, a w nim następujące elementy:

MS(PW) - s y m u l a t o r, czyli symulacyjny model procesów walki /zbiór wzajemnie powiązanych procedur obliczeniowych/;

BD - b a n k d a n y o h o wojskach własnych i nieprzyjaciela;

SK - s y s t e m k o m u n i k o w a n i a się uczestników gry z zasadami komputerowymi.

Ogólną strukturę KGW przedstawiono na rysunku 1.

Ogólnie model procesu można określić następująco:

$$M = \langle S, \varphi \rangle$$

oraz odpowiadające jej funkcje:

- funkcję zmiany stanu procesu

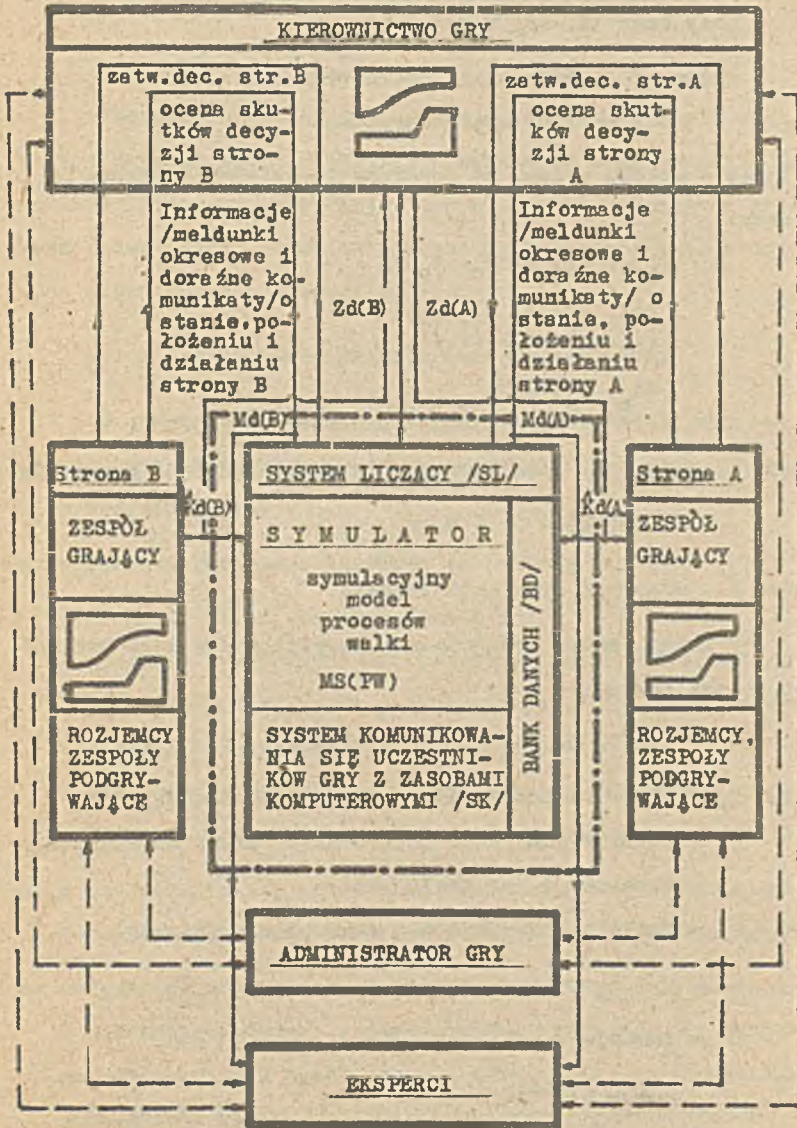
$$\phi : T \times S \rightarrow S$$

- funkcję chwili zmiany stanu procesu

$$\gamma : T \times S \rightarrow T$$

- funkcję procesu

$$\varphi : T \times S \rightarrow T \times S$$



SYSTEM UŻYTKOWNIKA /SU/

Rys. 1 Ogólna struktura komputerowej gry wojennej.

taką, że  $\varphi(t, s) = (\tau(t, s), \Phi(t, s))$

przy czym  $(t, s) \in T \times S$

gdzie:  $T$  - zbiór chwil czasu procesu;

$S$  - zbiór stanów procesu.

Realizacja modelu polega na generowaniu kolejnych stanów procesu:

$$(s_1, t_1) = \varphi(s_0, t_0)$$

$$(s_2, t_2) = \varphi(s_1, t_1)$$

.....

$$(s_n, t_n) = \varphi(s_{n-1}, t_{n-1})$$

a zatem symulacyjny model procesu można zdefiniować następująco:

$$MS(PW) = \text{Obl}(M, s_0, t_0)$$

gdzie:  $M$  - algorytm symulacji procesu

Z kolei, model podejmowania decyzji w KGW może przyjąć następującą postać:

$$M(PD) = \langle S_K, \hat{K}, D, V, T, \mathcal{K}, \delta, \hat{E} \rangle$$

gdzie:  $S_K$  - zbiór stanów krytycznych procesu  $S_K \subset S$ ;

$\hat{K}$  - zbiór komunikatów generowanych przez SL /meldunki okresowe i doraźne/;

$\mathcal{K}$  - funkcja komunikatów o stanach krytycznych

$$\mathcal{K} : S_K \rightarrow \hat{K}$$

$\delta$  - funkcja decyzji

$$\delta : \hat{K} \times T \rightarrow D$$

$\hat{E}_A, \hat{E}_B$  - funkcje efektywności strony A i B

$$\hat{E}_A : T \times S \rightarrow V$$



$$E_B : T \times S \rightarrow V$$

$\hat{E}$  - funkcja efektywności kierownictwa gry

$$\hat{E} = F(E_A, E_B)$$

Podejmowanie decyzji w oparciu o s y m u l e t o r polega na podejmowaniu decyzji w warunkach wygenerowania przez SI komunikatu o stanie krytycznym w oparciu o przyjęte preferencje decydentów reprezentujących strony konfliktu, który jest przedmiotem modelowania.

### 3. Funkcjonowanie komputerowej gry wojennej.

W momencie rozpoczęcia eksperymentu growego stan poszczególnych elementów i podsystemów funkcjonalnych KGW powinien być następujący:

a/ w pamięci komputera znajdują się między innymi:

- programy sterujące przebiegiem gry;
- programy symulacyjne odwzorowujące działania bojowe pododdziałów i oddziałów poszczególnych rodzajów wojsk, zarówno własnych, jak i nieprzyjaciela;
- bank danych o wojskach własnych i nieprzyjaciela oraz o terenie przewidywanych działań bojowych;

b/ w miejscach pracy uczestników gry zainstalowano terminale komputerowe, zabezpieczające interaktywny charakter gry;

c/ uczestnicy gry zapoznani zostali z dokumentacją grową tzn. z założeniami do gry i instrukcjami przygotowania danych wejściowych oraz wykorzystanie informacji wyjściowych uzyskiwanych w wyniku realizacji programów komputerowych.

Przy takim stanie w/w elementów i podsystemów funkcjonalnych gry, jej uczestnicy występujący w rolach dowódców

pododdziałów i oddziałów wojsk własnych i nieprzyjaciela, otrzymując zadania bojowe postawione przez dowódcę nadrzędnego systemu walki. Po otrzymaniu wspomnianych zadań w komórkach grających sztabów wojsk własnych i nieprzyjaciela rozpocznie się proces planowania przebiegu działań bojowych i wypracowania decyzji. Proces ten przebiega identycznie jak w tradycyjnych grach wojennych.

Po podjęciu decyzji przez uczestników gry - dowódców pododdziałów i oddziałów strony A /wojska własne/ - d/A/ i strony B /wojska nieprzyjaciela/ - d/B/ oraz ocenie w/w decyzji przez rozjemców i zatwierdzeniu przez kierownictwo gry /Zd/A/ i Zd/B//, następuje "wprowadzenie" podjętych decyzji do komputera, w postaci danych wejściowych.

Po wprowadzeniu danych wejściowych do komputera rozpoczynają się symulowane działania bojowe. Po upływie określonych dla poszczególnych szczebli dowodzenia czasów symulowanych działań bojowych, z komputera wprowadzane są meldunki okresowe o stanie, położeniu i działaniu symulowanych pododdziałów i oddziałów wojsk własnych /Md/A/ i nieprzyjaciela /Md/B/. W trakcie przebiegu symulowanych działań bojowych uczestnicy gry otrzymują również meldunki doraźne w postaci tzw. komunikatów /Kd/A/ i Kd/B//. Meldunki te otrzymują w tych momentach czasu, które odpowiadają zaistniałej, często krytycznej i trudnej do przewidzenia w symulowanych działaniach bojowych sytuacji. Przykładowy komunikat może mieć następującą treść:

Dowódca 7 kp

Kompanie osiągnęła krytyczny stan sił i środków.  
Podejmij stosowną decyzję.

Na podstawie meldunków okresowych i doraźnych, po uprzedniej ocenie ich treści przez kierownictwo i ekspertów gry, uczestnicy gry dokonywać mogą stosownych zmian /korekt/w sposobie realizacji zaplanowanych zadań bojowych, wprowadzając w tym celu do komputera niezbędne dane uzupełniające.

Po wykonaniu przez określony pododdział czy oddział uprzednio zaplanowanego zadania bojowego, uczestnik gry - dowódcę omawianego pododdziału czy oddziału wprowadza opracowane na podstawie podjętej przez siebie decyzji dane wejściowe, opisujące rodzaj i sposób wykonania kolejnego zadania bojowego.

W trakcie przebiegu gry każdy z jej uczestników ma możliwość bieżącego informowania się i wpływania na przebieg symulowanych działań bojowych, a także przed podjęciem decyzji ostatecznej, przegrania /zasymulowania/ wielu wariantów decyzji i na podstawie uzyskanych z komputera wyników, dokonania wyboru decyzji optymalnej w danej sytuacji taktyczno-operacyjnej.

Po wykonaniu przez wojska własne lub nieprzyjaciela, określonych w założeniach do gry zadań bojowych - o czym informacje przekazywane są za pomocą specjalnego komunikatu - następuje zakończenie gry. Gra zakończona może być również wówczas, jeżeli jedna ze stron poniosła straty uniemożliwiające prowadzenie dalszych działań lub też w wyniku decyzji kierownictwa gry.

#### 4. Wykorzystanie komputerowej gry wojennej.

Szczegółowa analiza możliwych obszarów zastosowań KGW wskazuje, że będzie ona mogła być wykorzystana do celów zarówno dydaktycznych, jak i naukowo-badawczych. Wykorzystanie gry w każdym z wymienionych obszarów zastosowań umożliwi

między innymi:

a/ zastosowania dydaktyczne:

- symulowanie przebiegu działań bojowych dla różnych wariantów decyzji /wybór wariantu najlepszego w danej sytuacji taktyczno-operacyjnej/;
- wspomaganie procesu opracowywania ćwiczeń i gier wojennych, /wyprecowanie zamieru i koncepcji rozegrania działań bojowych/;
- prezentację /demonstrowanie/ zasad dowodzenia w aspekcie uwarunkowań informacyjno-czasowych pomiędzy poszczególnymi ogniwami i fazami procesu podejmowania decyzji;
- nauczanie sztuki dowodzenia wojskami;
- sprawdzenie znajomości zasad dowodzenia oraz sztuki wojennej;
- nauczanie wielostronne, tzn. niejako równocześnie z rozwiązywaniem złożonych problemów decyzyjnych pojawiających się w procesie przebiegu KGW, jej uczestnicy zapoznają się z osiągnięciami, przedmiotem, pojęciami, a niekiedy i metodami badawczymi takich dyscyplin, jak cybernetyka, informatyka, modelowanie matematyczne, psychologia itd.;
- indywidualizacją nauczania tzn. uczenia się w rytmie i w formie odpowiedniej do możliwości percepcyjnych i intelektualnych uczącego się;
- nauczanie myślenia alternatywnego; co uzyskuje się poprzez "przegrywanie" przez uczestników KGW wielu wariantów podejmowanych decyzji, często diametralnie różnych, których skutki /stan systemu/ trudne są do przewidzenia bez przeprowadzenia symulacyjnych eksperymentów growych;
- nauczanie praktycznego posługiwania się wybranymi techni-

czynnymi środkami informatyki;

- uczenie się poprzez "przewidywanie", a nie poprzez "szok" po skutkach błędnie podjętych decyzji;
- kształcenie w duchu innowacji i nieszablonowości;
- nauczanie poprawnego toku rozumowania poprzez możliwość bieżącego obserwowania wpływu podejmowanych decyzji na przebieg symulowanych działań bojowych;
- wielokrotne wykorzystanie opracowanej gry dla różnych scenariuszy i danych wejściowych o systemie i jego otoczeniu;

b/ zastosowanie naukowo-badawcze:

- ocenę wpływu na przebieg i skuteczność działań bojowych, struktury organizacyjnej i technicznej wojsk, ugrupowania bojowego, terenu, stosunku sił, skuteczności oddziaływania ogniowego pododdziałów i oddziałów poszczególnych rodzajów wojsk, dowodzenie wojskami itp.;
- prognozowanie rozwoju struktury organizacyjnej i uzbrojenia oraz przebiegu przewidywanych działań bojowych pododdziałów i oddziałów poszczególnych rodzajów wojsk;
- badanie wzajemnych uwarunkowań i zależności informacyjnych, organizacyjnych, funkcjonalnych i decyzyjnych systemu walki będącego przedmiotem gry;
- prowadzenie kompleksowych badań systemu będącego przedmiotem gry w założonych warunkach hipotetycznych, a związanych zarówno z szeroko rozumianą strukturą systemu, jak i jego otoczeniem;
- odczorowanie dynamiki funkcjonowania systemu działań bojowych będącego przedmiotem KGW, w szerokim zakresie zmian warunków i parametrów opisujących jego funkcjonowanie.

## ZAKOŃCZENIE

Celem przedstawionego opracowania było określenie istoty i struktury KGW oraz obszaru jej potencjalnych zastosowań. Nie są to, niestety kwestie, które nie wzbudzają dyskusji i kontrowersji. Obecny rozwój metodologii badań systemowych wskazuje, że w KGW należy dostrzec nowoczesne narzędzie badawcze i dydaktyczne.

## BIBLIOGRAFIA

1. BARCZAK A.: Komputerowe gry wojenna ogólnowojskowego związku taktycznego - podstawy projektowania i wykorzystania, ASG WP, 1985 r.
2. BARCZAK A.: Komputerowe gry wojenne. Materiały kolokwium nt. "Inżynieria systemów w rozwoju społeczno-ekonomicznym i obronnym kraju". ASG WP, PAN 1985 r.
3. FILAR W. BARCZAK A.: Symulacje i gry komputerowe w zastosowaniach wojskowych. SG WP 1985 r.
4. FILAR W.: Modelowanie i symulacje komputerowe w procesie dowodzenia wojskami. Myśl wojskowa 5/84.
5. SIENKIEWICZ P.: Komputerowe gry wojenne jako narzędzie analizy systemowej procesów walki. Materiały I Symposium Zastosowania Modelowania i Symulacji Komputerowej w Wojsku. ASG WP 1982 r.

mgr inż. Jacek BOROWIAK

PROBLEMY ZWIĄZANE Z UTRZYMANIEM PEŁNEJ ZDOLNOŚCI  
UŻYTKOWEJ URZĄDZEŃ WCHODZĄCYCH W SKŁAD ZESTAWU  
EMC ODRA-1305

Szybka rozbudowa bazy sprzętowej w informatyce, wprowadzenie coraz bardziej nowoczesnych i złożonych technologii w poszczególnych egzemplarzach urządzeń komputerowych wymagają nie tylko intensywnego rozwoju zaplecza techniczno-remontowego ale przede wszystkim zmiany poglądów na eksploatację i gospodarkę remontową sprzętu.

Konieczne stało się zastąpienie podejmowania decyzji o profilaktyce, remontach lub wymianie poszczególnych urządzeń na podstawie intuicji czy też doświadczenia - przez podejmowanie decyzji na podstawie wyników systematycznie prowadzonych badań, rachunku ekonomicznego i rozwiązań wariantowych.

W wielu ośrodkach przetwarzania informacji park maszynowy jest stosunkowo stary, nakłady na remonty kapitalne są względnie wysokie, jeszcze wyższe są koszty utrzymania urządzeń, remontów bieżących i średnich.

Sytuacja powyższa zmusza do pogłębionej analizy istniejącego stanu, do operacjonowania optymalnych rozwiązań w dziedzinie utrzymania oraz remontów poszczególnych urządzeń komputerowych.

Przeanalizowania wymagają przede wszystkim:

- 1/ system organizacji działu obsługi technicznej w ośrodkach obliczeniowych;
- 2/ system organizacji remontów i prac konserwacyjno-profilaktycznych w ośrodkach obliczeniowych;

kierowniczej. Zasadniczo słuszne wydaje się przestrzeganie zasad selektywnego naboru pracowników i stosowania okresu próbnego. Z doświadczeń uzyskanych w ZI WOW wynika, że najlepsi konserwatorzy wywodzą się spośród osób o predyspozycjach do majsterkowania, interesujących się radioamatorstwem bądź nowoczesnymi technikami. Zainteresowania te poparte solidną wiedzą fachową i wiedzą uzyskaną z kursów specjalistycznych stanowią bazę wyjściową do wykonywania prawidłowej obsługi urządzeń sprzętu komputerowego a tym samym pozwala to na prowadzenie znacznie poważniejszych prac remontowych własnymi siłami.

Grupowanie w wydziale technicznym jak największej liczby inżynierów nie wydaje się być uzasadnione ekonomicznie i praktycznie. Doświadczony technik z powodzeniem wywiązuje się z postawionych mu zadań w tym zakresie.

Drugą ważną sprawą jest optymalna liczebność konserwatorów. Zależy ona przede wszystkim od następujących czynników:

- typu, liczby i rozmieszczenia sprzętu w ośrodku;
- poziomu fachowości personelu;
- liczby zmian pracy ośrodka;
- założonego poziomu absencji personelu /urlopy, zwolnienia, szkolenia/.

Za optymalną obsadę etatową wydziału technicznego w ośrodku obliczeniowym wyposażonym w zestaw EMC ODRA-1305 z podwójnymi urządzeniami zewnętrznymi oraz w zestaw MERA-9150 z 12 stanowiskami, uważa się zespół w składzie: 9 osób - szef wydziału, 3 inżynierów i 5 techników.

Cechą charakterystyczną podziału konserwatorów na poszczególne zmiany jest jednoosobowa obsada drugich i trzecich zmian oraz skupienie podstawowych sił na pierwszej zmianie. Wynika to z założenia, że naprawy sprzętu wykonywane są zasadniczo na pierwszej zmianie, a celowa koncentracja sił pozwala na ich szybkie finalizowanie. Ponadto w okresie pierwszej zmiany występuje szereg ułatwień takich jak: dostęp do magazynu z częściami zamiennymi, łatwość uzyskania pomocy z zewnątrz.

Zadaniem konserwatorów na drugiej i trzeciej zmianie jest sprawowanie nadzoru nad prawidłową obsługą sprzętu, ocenianie



- 3/ system kształcenia kadry specjalistycznej w zakresie technologii i organizacji remontów;
- 4/ system gospodarki częściami zamiennymi;
- 5/ system badania efektywności remontów;
- 6/ system planowego wprowadzania modernizacji urządzeń komputerowych produkowanych w kraju bądź importowanych.

W wyniku tak przeprowadzonej analizy powinno się dojść do ustalenia odpowiedniej polityki eksploatacyjno-remontowej zapewniającej możliwie bezawaryjną i ekonomiczną eksploatację urządzeń komputerowych i pomocniczych, likwidując przede wszystkim przerwy w procesie przetwarzania informacji, która często kosztują więcej niż remont tych urządzeń.

W ramach niniejszego artykułu zostaną przedstawione spostrzeżenia i wnioski z zakresu eksploatacji i gospodarki remontowo-konserwacyjnej sprzętu komputerowego jakie uzyskano w Zespole Informatyki Warszawskiego Okręgu Wojskowego.

## 2. System organizacji działu obsługi technicznej w ośrodkach obliczeniowych.

Wraz z rozwojem technologii obserwuje się systematyczny wzrost znaczenia czynnika ludzkiego, który będzie decydował o sprawności coraz bardziej skomplikowanych urządzeń komputerowych. Niedokładność czy niefachowość dyżurnego konserwatora zmiany może spowodować, że niewielka usterka stanie się przyczyną zbędnego przestoju pojedynczego urządzenia bądź zestawu albo poważnej awarii. Powstałe straty będą wynikiem nie tylko długiego przestoju urządzenia czy zestawu komputerowego, ale także wzrostem kosztów eksploatacyjnych, zwiększonym zużyciem części zamiennych, dezorganizacją harmonogramu prac ośrodka, przesunięciem terminów wykonywania zadań.

Dlatego też, dobór obsady personalnej oraz właściwa organizacja prac konserwacyjnych ma decydujące znaczenie na optymalny system organizacji działu obsługi technicznej w ośrodkach obliczeniowych.

Dobór obsady personalnej wydziału technicznego ośrodków obliczeniowych musi być przedmiotem szczególnej troski kadry

- planowej wymiany zużytych części.

Wymiana części zamiennych powinna się odbywać przed ich nadmiernym zużyciem bądź uszkodzeniem. Wszelkie przedłużanie ich pracy może spowodować uszkodzenie innych części współpracujących. Należy jednak pamiętać, że badanie zużycia drobnych części w urządzeniu może się okazać droższe niż przedwczesna ich wymiana.

Dlatego też remontów i profilaktyki urządzeń komputerowych nie należy traktować oddzielnie, ale trzeba je włączyć do całego systemu gospodarki środkami trwałymi.

Stąd wynika konieczność sporządzenia dla każdego urządzenia w zestawie komputerowym planu przeglądów, przy których przeprowadzaniu zaleca się wymianę drobnych części lub przeprowadzanie remontów planowych. W Zespole Informatyki WOW przeglądy takie przeprowadza się dwa razy w roku, jeden raz na wiosnę drugi jesienią. Wnioski wynikające z tych przeglądów wpisywane są do dowodów urządzeń poszczególnych egzemplarzy sprzętu komputerowego w rozdziale IX.

Na podstawie danych zawartych w instrukcji pt. "Normy eksploatacyjno-remontowe sprzętu łączności" sygnatura łączn. 784/80 został sporządzony w ZI WOW plan zamierzeń związanych z remontem i obsługiwaniem technicznym sprzętu łączności w zakresie sprzętu informatyki na okres resursu docelowego całego zestawu.

Jakie elementy podstawowe powyższego wydawnictwa zostały wykorzystane przy sporządzaniu tzw. "Harmonogramu eksploatacyjno-remontowego sprzętu informatycznego zainstalowanego w ZI WOW"?

Wykorzystane zostały takie elementy podstawowe jak:

- współczynnik ważności;
- normy resursów eksploatacyjnych docelowych i międzyremontowych;
- normy pracochłonności remontów planowanych i wykonywanych w wojskowej bazie remontowej;
- limity pracochłonności remontów bieżących i czynności techniczno-obsługowych.

jego sprawności oraz usuwanie drobnych usterek. W przypadku obsługi zestawu przygotowania danych, na drugich zmianach są wykonywane planowe konserwacje miesięczne.

Pracownicy odpowiedzialni za sprzęt techniczny, to jest starsi inżynierowie wydziału, pracują w zasadzie tylko na pierwszej zmianie, pozostałych obowiązuje dyspozycyjny tryb pracy.

Taka organizacja pracy wymaga dobrej znajomości sprzętu przez cały personel, ale jednocześnie sprzyja przekazywaniu doświadczeń młodszym pracownikom podczas wspólnych napraw na pierwszej zmianie.

Wymagania, aby każdy konserwator znał dokładnie każde urządzenie zestawu komputerowego jest w rzeczywistości trudne do osiągnięcia ze względu na rotację sprzętu i płynność kadr.

W praktyce zadowalające wyniki osiąga się wtedy gdy:

- wszyscy konserwatorzy są w stanie wykonywać czynności konserwacyjno-profilaktyczne wszystkich urządzeń zestawu;
- wszyscy konserwatorzy potrafią ocenić poziom sprawności poszczególnych urządzeń zestawu, urządzeń klimatyzacyjnych i zasilania energetycznego oraz usuwać usterki w zakresie ustalonym dla drugiej i trzeciej zmiany;
- starsi inżynierowie znają zasady konserwacji, profilaktyki i napraw wszystkich podległych urządzeń oraz posiadają niezbędną wiedzę z oprogramowania inżynierskiego;
- spośród wszystkich konserwatorów ośrodka co najmniej dwie osoby są przeszkolone w zakresie konserwacji i profilaktyki urządzeń klimatyzacyjnych oraz zasilania energetycznego.

### 3. System organizacji gospodarki remontowo-konserwacyjnej.

Zadaniem gospodarki remontowo-konserwacyjnej jest zapewnienie dobrego stanu technicznego maszyn i urządzeń przy możliwie najmniejszych kosztach.

Z praktyki wiadomo, że stan techniczny maszyn i urządzeń zależy od:

- właściwej obsługi;
- regularnej profilaktyki /regulacja, smarowanie/;

Współczynnik ważności jest to liczba, która określa porównawczo stopień złożoności różnych typów urządzeń w zestawie. Służy on do ustalenia oceny sprawności technicznej sprzętu według zasad określonych w "Instrukcji przeprowadzania kontroli technicznej sprzętu łączności w jednostkach" sygnatura łączn. 712/78. Ponadto współczynnik ten stanowi podstawę do określenia maksymalnej pracochłonności /w roboczogodzinach/ potrzebnej na przeprowadzenie kontroli technicznej sprzętu do którego się odnosi.

Przykładowo: dla jednostki centralnej ODRA-1305 współczynnik ten wynosi 5, dla drukarki wierszowej DW-325- 2,5 a dla pamięci taśmowej PT-3M - 1,5.

Natomiast normy resursów docelowych i międzyremontowych zostały określone w latach użytkowania. Ponadto urządzenia których intensywność użytkowania musi być ograniczona, mają resursy dodatkowo określone w godzinach pracy.

Podane normy resursów są wartościami średnimi. W zależności od warunków eksploatacji lub przechowywania urządzeń dopuszczalne są następujące tolerancje od średnich wartości norm:

- dla resursu docelowego  $\pm 3$  lata użytkowania bądź  $\pm 20\%$  godzin pracy;
- dla resursu międzyremontowego  $\pm 1$  rok użytkowania bądź  $\pm 20\%$  godzin pracy.

Zużycie resursu międzyremontowego /w latach użytkowania bądź godzinach pracy/ jest podstawą do skierowania urządzenia do remontu planowanego.

Zużycie resursu docelowego jest podstawą do wybrakowania tego urządzenia. Jeżeli urządzenie pomimo zużycia resursu międzyremontowego /łącznie z dopuszczalną tolerancją/ jest w dobrym stanie technicznym, to należy dokonać formalnego wydłużenia resursu poprzez umieszczenie odpowiedniego wpisu w rozdziale IX "Kontrola stanu technicznego" dowodu urządzenia.

Prawo podjęcia decyzji o wydłużeniu resursu międzyremontowego mają Kierownicy ZI na wniosek powołanej w tym celu komisji, który przedstawiony zostaje w protokółu stanu technicznego.

Wydłużanie resursu może być dokonywane kilkakrotnie, lecz w sumie w tym samym okresie międzyremontowym nie może przekraczać 50% resursu podstawowego.

Zmiany resursów docelowych mogą być dokonywane wyłącznie przez Szefostwo Wojsk Łączności.

Przykładowo:

- dla jednostki centralnej ODRA-1305 norma resursu docelowego wynosi 60 tys.godz. lub 12 lat;
- dla drukarki wierszowej norma resursu docelowego wynosi 22 tys.godz. lub 12 lat, do pierwszego remontu planowego 7 tys. godz. lub 4 lata i do kolejnego remontu planowego 5 tys.godz. lub 3 lata, co daje normatywną ilość docelowych remontów równą 3;
- dla pamięci taśmowych PT-3M odpowiednio 30 tys.godz., lub 17 lat, 9 tys.godzin lub 5 lat, 7 tys.godz. lub 4 lata i normatywna ilość remontów planowych 4.

W procesie eksploatacji sprzętu zasadniczo wykonuje się:

- remont planowy;
- remont konserwacyjny;
- remont bieżący;
- obsługiwane techniczne.

Celem remontu planowego jest przywrócenie pełnej zdolności użytkowej tj. odtworzenie resursu międzyremontowego urządzeń wchodzących w skład zestawu komputerowego. Remont ten może być wykonywany w wojskowym przedsiębiorstwie remontowo-produkcyjnym, zakładzie produkcyjnym lub siłami własnymi o ile istnieją takie możliwości.

Celem remontu konserwacyjnego jest:

- wykonanie prac w zakresie usunięcia uszkodzeń oraz odnowienia niektórych podzespołów danego urządzenia;
- przeprowadzenie szczegółowej kontroli technicznej urządzenia;
- dokonanie remontu bieżącego, regulacja i strojenie.

Remont konserwacyjny jest wykonywany w okresie międzyremontowym i w zasadzie nie powoduje odtworzenia resursu. Ujęty zostaje w planowaniu stosownie do zachodzących potrzeb. Warunkiem ujęcia, urządzenia w planie do remontu konserwacyjnego jest duży stopień zużycia osprzętu, podzespołów itp. Po wykonaniu tego remontu może nastąpić wydłużenie resursu międzyremontowego.

Celem remontu bieżącego jest usuwanie powstałych uszkodzeń w procesie eksploatacji sprzętu komputerowego. Wykonywany jest przez wydział techniczny lub jeśli przekracza możliwości wydziału to w warsztacie łączności, serwisie bądź w zakładzie produkcyjnym. Po wykonaniu remontu bieżącego parametry techniczne sprzętu powinny być zgodne z wymaganiami technicznymi.

Celem obsługiwaniania technicznego jest:

- określenie sprawności technicznej sprzętu komputerowego;
- wykonanie prac porządkowych, profilaktycznych i konserwacyjnych;
- usunięcie niesprawności i usterek lub ewentualne ustalenie potrzeby wykonania remontu.

Obsługiwanie techniczne wykonywane jest przez wydział techniczny ośrodka obliczeniowego. Jeśli podczas remontu bieżącego lub obsługiwaniania technicznego wykonana była kontrola techniczna, to wynikające z niej wnioski odnotowuje się w dowodzie urządzenia.

Normy pracochłonności remontów planowych i konserwacyjnych odnoszą się do wykonania jednego remontu na jednym egzemplarzu sprzętu. Nie dotyczą one remontów wykonywanych w przedsiębiorstwach lub zakładach naprawczych. Głównym przeznaczeniem norm i limitów pracochłonności jest wykorzystanie ich do celów planistycznych oraz kalkulacji mocy remontowej w skali rocznej lub wieloletniej.

W przypadku gdy wykonanie remontu jakiegoś pojedynczego egzemplarza sprzętu wymaga zwiększonej pracochłonności, dodatkowy czas pracy określa szef wydziału.

Przykładowo:

dla pamięci taśmowej PT-3M norma pracochłonności na wykonanie jednego remontu planowanego wynosi 50 roboczogodzin, natomiast limit pracochłonności na wykonanie w ciągu roku remontów bieżących, wynosi 125 roboczogodzin a dla prac w ramach obsługiwań technicznych 40 roboczogodzin.

W oparciu o powyższe normatywy oraz na podstawie wytycznych poszczególnych producentów sprzętu komputerowego w sprawie konserwacji urządzeń i własnych doświadczeń przyjęto, że najwłaściwszy jest system konserwacji połączony z systematyczną gospodarką remontową i zabiegami profilaktycznymi. Ponadto został sporządzony harmonogram eksploatacyjno-remontowy sprzętu informatycznego, który umożliwia planowe organizowanie remontów poszczególnych urządzeń sprzętu komputerowego w oparciu o siły własne bądź serwisu czy producenta sprzętu.

Rodzaje przeprowadzanych konserwacji w ZI WOW zostały przedstawione na rys. 1.

Rodzaj konserwacji /remontu/	Przewidziany czas konserwacji	Realizacja
Codzienna ODRA-1305 /obsługiwanie techniczne/	30-45 min.	I zmiana
Tygodniowa ODRA-1305 /remont bieżący/	7 godz.	I zmiana
Kwartalna ODRA-1305 /remont konserwacyjny/	28-42 godz.	Obie zmiany w ciągu dwóch trzech dni - terminy ujęte w planie rocznym Zespołu Informatyki.
Remont planowy.	Indywidualnie dla każdego urządzenia.	Terminy na podstawie opracowanego harmonogramu eksploatacyjno-remontowego sprzętu informatycznego.

Rys. 1. Rodzaje konserwacji i remontów przeprowadzonych w ZI WOW.

Stosownie do rodzaju komputera i wielkości zestawu czas konserwacji może ulec zmianie, niemniej dla zestawu zainstalowanego w ZI WOW jest on w miarę optymalny. Bardzo ważną sprawą jest wybór odpowiednich dni do przeprowadzania konserwacji. Z uzyskanej praktyki wynika, że najodpowiedniejszym dniem do przeprowadzenia konserwacji tygodniowej jest poniedziałek. Wynika to między innymi z faktu, że najwięcej uszkodzeń w zestawach komputerowych ma miejsce po dłuższych okresach przestoju urządzeń /dni wolne lub świąteczne/.

W związku z potrzebą dokumentowania przeprowadzanych zabiegów konserwacyjnych, wygodnym i praktycznym sposobem jest posługiwanie się formularzem, który w postaci tabeli zawiera wykaz wszystkich rodzajów urządzeń w zestawie EMC ODRA-1305.

Omawiany formularz służy do dokumentowania konserwacji tygodniowych i kwartalnych, natomiast fakt przeprowadzenia konserwacji codziennej odnotowany zostaje w książce raportów zmian.

W celu ułatwienia pracy sporządzono w formie zbioru instrukcji - wykazy wszystkich czynności konserwacyjnych, które należy wykonać dla poszczególnych urządzeń podczas konserwacji codziennych, tygodniowych i kwartalnych.

Wszelkie dane dotyczące objawów i przyczyn uszkodzeń, a także czasu napraw oraz ilościowego zużycia części zamienionych rejestrowane są w książce ewidencji napraw.

Opisany system umożliwia optymalnie dysponować posiadanymi zasobami i pozwala w bardzo łatwy sposób dokumentować czynności konserwacyjne w procesie organizacji działu obsługi technicznej w ośrodkach obliczeniowych.



#### 4. System gospodarki częściami zamiennymi.

Mając opracowany harmonogram prac remontowych i posiadając pion inżynieryjno-techniczny o wysokich kwalifikacjach zawodowych można przystąpić do realizacji prac naprawczych i remontowych we własnym zakresie pomimo dość szczupłego zaplecza technicznego. Ale bardzo często sprawa rozbija się o części lub podzespoły zamienne. Zamawiane z wymaganym wyprzedzeniem czasu części lub podzespoły zamienne w składnicy są przeważnie nie realizowane albo nadsyłane po takim okresie czasu, kiedy określony typ urządzenia zostaje wycofany z eksploatacji.

Taka sytuacja stwarza konieczność:

- 1/ opracowania w miarę optymalnych normatywów zapasów zarówno w sensie asortymentowym, jak i ilościowym;
- 2/ korzystania z usług serwisu producenta.

W pierwszym przypadku normatywy te, ściśle związane z ilością i różnorodnością eksploatowanych urządzeń, muszą być określone na podstawie rzetelnej analizy zużycia części w minionych okresach czasu eksploatacji użytkowej urządzenia. Tylko wówczas można będzie uniknąć nadmiernego gromadzenia zapasów lub powstawania ewentualnych niedoborów.

W drugim przypadku serwis sprzedając potrzebny detal wlicza sobie w koszty zarówno cenę detalu jak i cenę usługi bardzo często wykonywanej przez personel wydziału technicznego. I tak serwis notuje obroty od nie wykonanej usługi a instytucja zlecająca zamówienie musi płacić odpowiednio drpżej.

Ażeby przeciwdziałać takiemu stanowi rzeczy, przeprowadza się rozeznanie kto jaki detal produkuje i czyni się starania dokonania zakupu bezpośrednio u producenta. Powoduje to jednak zwiększenie obciążenia personelu technicznego pracami zaopatrzeniowymi niekiedy kosztem wykonania podstawowych prac. Są też takie części lub podzespoły zamienne, których nie posiada zakład serwisowy i nie można ich nabyć od producenta. Dlatego należałoby jak najszybciej podjąć określone decyzje na szczeblu

centralnym aby ten stan rzeczy uległ poprawie, tym bardziej, że znaczna część sprzętu jest już przestarzała i będzie coraz trudniej kupić do niego potrzebne części zamienne i podzespoły.

#### 5. System kształcenia kadry specjalistycznej w zakresie technologii i organizacji remontów.

Należy sobie powiedzieć otwarcie, że na dzień dzisiejszy w istniejących systemach kształcenia kadry w zakresie przeprowadzania napraw nie ujmuje się problematyki technologii i organizacji remontów sprzętu komputerowego.

Nie porusza się tego tematu podczas studiów stacjonarnych, podyplomowych bądź na kursach specjalistycznych. A przecież ażeby dać sobie odpowiedź na dwa zasadnicze pytania, kiedy remontować i jak remontować urządzenie to trzeba dysponować odpowiednim zasobem wiedzy nie tylko tej czysto technicznej lecz także ogólnych zasad organizacyjnych i ekonomicznych postępowania remontowego.

Przy dynamicznym rozwoju nowych dziedzin nauki, jak teoria niezawodności, teoria odnowienia, teoria masowej obsługi i eksploatacji, a także nowych dziedzin techniki jak diagnostowanie, powinno się dążyć do prób usystematyzowania i ujęcia ilościowego charakterystycznych zjawisk występujących w procesach użytkowania i remontowania sprzętu informatycznego.

Są to jednak problemy, które powinny być rozwiązywane w uczelniach technicznych, instytutach naukowych a nie w pionach technicznych typu eksploatacyjnego.

Ponieważ na dzień dzisiejszy istnieje dość bogata literatura w tym zakresie dla pokrewnych dziedzin techniki jak np. eksploatacja urządzeń mechanicznych to można przyjęte tam rozwiązania częściowo adaptować na gruncie techniki komputerowej.

#### 6. System badania efektywności remontów.

Nadmiar prac konserwacyjno-remontowych wprawdzie zapewnia ciągłość pracy i dobry techniczny stan urządzeń, jednak podnosi znacznie koszty eksploatacji, a tym samym koszty przetwarzania systemów informatycznych. Należy również pamiętać

o tym, że na ogół remonty powaryjne są bardziej kosztowne od remontów w systemie planowo-zapobiegawczym, te zaś mogą być droższe od remontów na przykład w systemie wymiany kompletnych podzespołów. Ponadto wymiana części zamiennych powinna się odbywać przed ich nadmiernym zużyciem. Do wykrycia tych części należy stosować specjalistyczne urządzenia diagnostyczne, co może się okazać znacznie droższe niż przedczesna ich wymiana. Stąd spośród wielu możliwych wariantów postępowania w systemie gospodarki remontowo-konserwacyjnej należy wybrać najbardziej korzystny, to jest taki, który powoduje najniższe koszty. Dokonując takiego porównania i wyboru wariantu, należy posłużyć się ekonomiczną miarą oceny, którą będą składniki kosztu eksploatacji, bezpośrednio lub pośrednio wynikające z przyjętego wariantu remontów.

Do bezpośrednio wynikających zalicza się koszt remontu /planowanego lub awaryjnego/, a do wynikających pośrednio - koszty strat ponoszonych przez system użytkowania lub nadrzędny w wyniku uszkodzenia urządzeń w zestawie, postoju urządzenia w remoncie i koszty wynikające z konieczności utrzymania powiększonego wydziału technicznego.

Należy wtedy porównywać możliwe do osiągnięcia wartości minimalne kosztów. Oznacza to, że przy pomocy metod analitycznych lub graficznych określamy zależności umożliwiające ustalenie dla każdego wariantu minimalnych jednostkowych kosztów sumarycznych, którym będzie odpowiadać optymalny ze względu na koszty, czas pracy między kolejnymi remontami.

#### 7. System planowego wprowadzania modernizacji urządzeń komputerowych produkowanych w kraju bądź importowanych.

Ważnym i niezawodnym elementem tego systemu jest działalność w zakresie unowocześnienia metod eksploatacji i napraw sprzętu, poprawy organizacji pracy poprzez systematyczny rozwój ruchu wynalazczości i nowatorstwa. Zgłoszone opracowania są rozwiązaniami technicznymi i technologicznymi, które w głównej mierze dotyczą problemów podniesienia niezawodności pracy sprzętu czy też zmniejszenia czasochłonności napraw sprzętu.

Ogólnie znanym jest problem luki w zakresie posiadania odpowiedniego sprzętu pomocniczego do testowania urządzeń, bądź podzespołów oraz technologii dokonywania remontów urządzeń. Jest to szeroki wachlarz zagadnień, który w dużej mierze może być rozwiązywany poprzez umiejętne propagowanie ruchu wynalazczego.

#### 8. Podsumowanie.

Kierunek pracy przyjęty w ZI WOW w zakresie problemów związanych z utrzymaniem i przywracaniem pełnej zdolności użytkowej urządzeń wchodzących w skład zestawu EMC ODRA-1305 wydaje się nam być optymalnym na miarę posiadanych możliwości i istniejących warunków.

Ponieważ przewiduje się, że wymiana parku maszynowego nastąpi nie wcześniej jak po roku 1990 więc problem wydłużenia resursów eksploatacyjnych stał się pierwszoplanowym zadaniem w działalności służbowej.

Ponadto zebrane doświadczenia w tym zakresie mogą stanowić pomocny materiał do prowadzenia gospodarki konserwacyjno-remontowej w przypadku przejścia na nową generację sprzętu komputerowego.

dr inż. Marek Cieciora  
mgr inż. Grzegorz Kozakiewicz  
mgr Ewa Kusnierz

DOSWIADCZENIA Z EKSPLOATACJI SYSTEMOW WSPOMAGAJACYCH  
DZIAŁALNOŚĆ ORZECZNICZO-LEKARSKĄ PERSONELU LATAJĄCEGO

Badania orzecznicze personelu latającego lotnictwa wojskowego i cywilnego PRL prowadzone są przez Główną Wojskową Komisję Lotniczo-Lekarską (GWKLL) Wojskowego Instytutu Medycyny Lotniczej (WIML).

Każdy z członków personelu latającego podlega okresowym badaniom orzeczniczym. W oparciu o wyniki tych badań ustala się zdolność badanych do wykonywania obowiązków na odpowiednich stanowiskach oraz podejmuje się odpowiednie działania profilaktyczno-lecznicze.

W celu stworzenia możliwości szybkiego dostępu do informacji charakteryzujących stan zdrowia poszczególnych osób, w Zakładzie Informatyki WIML zaprojektowano i wdrożono do eksploatacji użytkowej trzy systemy informatyczne: ORZECZNICTWO-W, ORZECZNICTWO-C i SPRAWNOŚĆ. SI ORZECZNICTWO-W wspomaga proces orzeczniczy GWKLL w zakresie wojskowego personelu latającego, natomiast SI ORZECZNICTWO-C - w zakresie cywilnego personelu latającego. SI SPRAWNOŚĆ obejmuje wyniki badań sprawności fizycznej wojskowego personelu latającego prowadzone w Wojskowych Ośrodkach Szkolenia Kondycyjnego (WOSzK). Wykorzystywany jest on między innymi do oceny sprawności fizycznej wojskowego personelu latającego, ustalania norm i kierowania pilotów do WOSzK.

Wszystkie systemy opracowano w języku Cobol i języku bazy danych Datatrieve na m.k. SM-4A. Konfiguracja minikomputera obejmuje między innymi: cztery stacje pamięci dyskowych, dwie stacje pamięci taśmowych, siedem monitorów ekranowych podłączonych przez multiplexer oraz dwie drukarki (DW-3 i D-180).

Każdego dnia pracy GWKLL wykonuje się badania kilkudziesięciu członków personelu latającego. Wyniki badań orzeczniczych wykonanych w ciągu jednego dnia wprowadzane są na podstawie karty badań lekarskich i wyników badań dodatkowych z końcówek zainstalowanych w rejestracji GWKLL. Proces wprowadzania objęty jest logiczno-formalną kontrolą danych.

Oprócz badań wykonywanych przez Komisje w WIML rejestrowane są również dane o pobycie w szpitalu, stwierdzonych tam schorzeniach oraz ewentualnych skierowaniach na dalsze leczenie w sanatorium lub udzielonych zwolnieniach z zajęć służbowych.

Codziennie zaraz po zakończeniu wprowadzania danych następuje sporządzenie raportu dziennego oraz aktualizacja baz danych systemów ORZECZNICTWO-W i ORZECZNICTWO-C.

Aktualne wyniki badań personelu latającego dostępne są z terminali w gabletach Komendanta WIML i Zastępcy Komendanta WIML d/s Orzeczniczych. Dostęp do informacji jest realizowany w oparciu o oprogramowanie konwersacyjne na podstawie podawanego z monitora indeksu lub nazwiska (jeśli dotyczy to pojedynczej osoby) albo wartości parametrów określających grupę osób. Poza tym możliwe jest wykonanie w krótkim czasie dowolnego zestawienia na życzenie uprawnionych użytkowników. Oprogramowanie użytkowe systemów obejmuje kilkadziesiąt różnego rodzaju zestawień.

Dane do SI SPRAWNOSC wprowadzane są okresowo po otrzymaniu dokumentów źródłowych z WOSzK. Technologia przetwarzania i dostępu do informacji jest analogiczna jak w systemach wspomagających proces orzeczniczy GWKLL.

Wszystkie badania prowadzone w WIML dotyczą tej samej grupy osób - całej populacji personelu latającego PRL. W celu uniknięcia powtarzania wprowadzania danych personalnych tych ludzi w każdym systemie, przyjęto, że dane te będą zapisywane tylko w SI ORZECZNICTWO-W, a pozostałe systemy (STOMATOLOG, KARDIOLOG, ENDOSKOPIA oraz SPRAWNOSC) w razie potrzeby mogą z nich korzystać.

Systemy informatyczne ORZECZNICTWO-W i ORZECZNICTWO-C w znacznym stopniu odciążają komórki GWKLL z konieczności ewidencjonowania danych

oraz opracowywania czasochłonnych i pracochłonnych zestawień o stanie zdrowotnym wojskowego i cywilnego personelu latającego. Gromadzone wyniki badań specjalistycznych i dodatkowych umożliwiają między innymi bieżące analizowanie stanu zdrowia, analizowanie czynników wpływających na stan zdrowia oraz prognozowanie wykuszalności personelu latającego. Uzyskane wnioski są wykorzystywane w działalności profilaktycznej, kadrowej i szkoleniowej między innymi Ministerstwa Komunikacji, poszczególnych przedsiębiorstw lotniczych, jak i w prowadzeniu działalności orzeczniczej i naukowo-badawczej WIML.

W procesie projektowania SI należało pokonać szereg trudności dotyczących między innymi przeniesienia nagromadzonych wyników badań na EMC ODRA-1304 (opracowano w tym celu program w języku PLAN tworzący zbiór łasmowy w standardzie m.k. SM-4A), braku pełnej dokumentacji oprogramowania m.k. SM-4A, wyboru odpowiednich środków programowych i technologii przetwarzania oraz opracowania odpowiednich metod zabezpieczenia dostępu do zbiorów danych.

Systemy opracowane zostały w strukturze modułowej, co ułatwia dokonywanie wymaganych modyfikacji, zmian i uzupełnień.

Każdy z systemów podzielony jest na trzy moduły:

- wprowadzania danych,
- aktualizacji bazy danych,
- administratora bazy danych.

Moduł wprowadzania danych obejmuje konwersacyjny program wprowadzania danych z jednoczesną kontrolą:

- indeksu personalnego,
- logiczno-formalnych informacji orzeczniczych,
- kompletności informacji dla poszczególnych rodzajów badań.

W celu uzyskania wymaganego stopnia ochrony tajemnicy wykorzystane zostały na tym etapie standardowe zabezpieczenia systemu operacyjnego DDC PB (przydział kont i haseł dostępu znanych tylko uprawnionemu użytkownikowi) oraz własne zabezpieczenie programowe (hasła i kody osób wprowadzających dane). Każde przerwanie w programie spowodowane próbą dostania się do zbioru osoby nie znającej

hasła sygnalizowane jest na monitorze systemowym.

Moduł aktualizacji bazy danych to programy aktualizacji zawartosci podstawowych zbiorow i procedury kontroli poprawnosci przebiegu tego procesu.

W module administratora bazy danych znajduja sie programy i procedury DTR sluzace do wykonywania wymaganych przez uzytkownika zestawien oraz procedury dostepu do baz z monitorow Komendy WIML. Monitory te sa oprogramowane w sposob umozliwiajacy prace bez przyzwolowania informatycznego.

Wielkosc pamieci operacyjnej m.k. SM-4A umozliwia jednoczesna prace nie wiecej niz trzech uzytkownikow, bez odczuwalnych zwolnien. Z tego wzledu wiekszosc programow jest nakladkowych. Dodatkowo wprowadzono podzial czasu dla wprowadzania danych z Rejestracji GWKLL. Eksploatacja systemow odbywa sie przy pelnym wykorzystaniu trzech slacjki pamieci dyskowych. Jest to konieczne ze wzledu na mala pojemnosc kaset dyskowych. Bazy danych znajduja sie na kasetach, wymiennych, a oprogramowanie - na stalych.

Wystepujace zwlaszcza w poczatkowym okresie awarie minikomputera, a szczegolnie slacjki dyskowych spowodowaly ujecie w technologii przetwarzania tworzenia kopii zbiorow podstawowych i roboczych. Z wieloletnich doswiadczen wynika, ze najpewniejszym nonikiem do przechowywania zbiorow jest taśma magnetyczna. Zawodnosc kaset dyskowych spowodowana jest zla jakoscia bulgarskich glowic i platów magnetycznych.

W procesie aktualizacji baz danych i tworzenia kopii w maksymalnym stopniu wykorzystano zbiory komend sterujacych, automatyzujace przetwarzanie i zapewniajace jego poprawnosc.

Aktualnie opracowywane jest programowe sprzezenie baz danych systemow z systemem analizy matematyczno-statystycznej CMS.



dr inż. Czesław FLANEK

## ROLA UŻYTKOWNIKA W PROCESIE PROJEKTOWANIA I WDRAŻANIA SYSTEMÓW INFORMATYCZNYCH

Podstawowym i koniecznym warunkiem gwarantującym proces płynnego i bezkolizyjnego projektowania i wdrażania systemu informatycznego /SI/ jest nieprzerwaną współpracą użytkownika i organu projektującego wyrażająca się w ścisłym wypełnianiu swoich obowiązków oraz egzekwowaniu swoich uprawnień. Współpraca ww organów jest o tyle ważna, że są one jedynymi organami, które uczestniczą od początku do końca całego procesu projektowania i wdrażania systemu informatycznego. Od jakości tej współpracy w zasadniczym stopniu zależy efekt końcowy, tj. wdrożenie do eksploatacji poprawnie działającego, efektywnego systemu informatycznego.

Podstawy formalno-prawne narzucające przebieg procesu projektowania systemów informatycznych są zawarte w "Instrukcji organizacji i dokumentowania procesu projektowania oraz wdrażania systemów informatycznych w Siłach Zbrojnych PRL" wprowadzonej do użytku służbowego przez Szefa Sztabu Generalnego WP Zarządzeniem nr PF 21/Sztab z dnia 1 lipca 1982 roku. W instrukcji tej zawarte są, zgodnie z merytorycznym przebiegiem procesu projektowania systemów informatycznych, zasady projektowania oraz obowiązki i uprawnienia instytucji, organów a także osób funkcyjnych biorących udział w przedsięwzięciach projektowo-wdrożeniowych.

Mimo, że wystąpienie moje dotyczy roli tylko jednego z uczestników procesu projektowania systemów informatycznych, tzn. użytkownika, to jednak wydaje się celowe w tym miejscu przypomnieć jakie inne organy i instytucje biorą udział w tym procesie, jakie są relacje między nimi i chociaż bardzo po-  
bieżnie jaką rolę powinny w tym procesie odegrać.

W procesie projektowania i wdrażania systemów informatycznych uczestnicząc następujące organy i instytucje:

- 1/ organ koordynujący - jest to instytucja centralna koordynująca i nadzorująca całokształt przedsięwzięć projektowo-wdrożeniowych w dziedzinie informatyki w SZ PRL i podległe jej funkcjonalnie organy informatyki szczebla niższego;
- 2/ instytucje kierujące - są to instytucje centralne, dowództwa i sztaby OW /RSZ/, placówki naukowo-badawcze, uczelnie i inne, kierujące przedsięwzięciami /tematami/ projektowania wdrażania i eksploatacji SI;
- 3/ użytkownik SI - jest to instytucja, organ dowodzenia i zarządzania, placówka naukowo-badawcza, uczelnia, przedsiębiorstwo, jednostka wojskowa i osoba funkcyjna, na potrzeby której jest projektowany i eksploatowany SI;
- 4/ organ projektowy - jest to organ informatyki, zespół roboczy, lub osoba funkcyjna, którym powierzono prowadzenie prac projektowo-wdrożeniowych;
- 5/ organ eksploatacyjny - jest to ośrodek przetwarzania informacji /ośrodek obliczeniowy/ wyznaczony do eksploatacji całego SI lub jego części.

Wyżej wymieniona instrukcja, jasno i precyzyjnie określa zadania stojące przed tymi organami /instytucjami/, reguluje i ujednocza zasady organizacyjne przedsięwzięć projektowo-wdrożeniowych, ustala zakres praw i obowiązków uczestników procesu projektowania - można powiedzieć, że normuje całokształt przedsięwzięć mających na celu produkcję wysoce efektywnych systemów informatycznych.

Taki stan formalno-prawny należy ocenić jako poprawny i zadawalający. Można by zatem wnioskować, że powinien on gwarantować osiąganie pozytywnych wyników. Przez to należy rozumieć m.in. właściwy wybór problemów do informatyzacji, prawidłowe formułowanie zadań, a w konsekwencji dobre wyniki użytkowe informatyzowanych zadań. W rzeczywistości mamy często inne wyniki, które nie zadawalają zarówno użytkowników jak i projektantów.

Dzisiaj, przy okazji jubileuszu informatyki wojskowej można by oczywiście dyskutować czego było więcej, czy udanych, poprawnie zaprojektowanych i efektywnie działających systemów informatycznych czy też wadliwie zaprojektowanych i nikomu niepotrzebnych bublei, ale przecież nie o to chodzi. Chodzi wydaje mi się przede wszystkim o to, aby mimo ciągle popełnianych błędów przez wszystkich uczestników procesu projektowania systemów informatycznych stale ten proces doskonalić.

Na finalny produkt procesu projektowania mają wpływ wszyscy uczestnicy tego procesu, ale bez przesady można stwierdzić, że rolę użytkownika i organu projektowego albo ściślej ich współpracę w tym procesie trudno przecenić. Nie popełnia się większego błędu mówiąc, że od tej współpracy zależy przede wszystkim jakość rozwiązań informatycznych. Problem jest oczywiście bardzo szeroki i nie sposób w jednym wystąpieniu omówić wszystkich aspektów tej problematyki. Dlatego w dalszej części skupię się jedynie na roli użytkownika w procesie projektowania i wdrażania SI oraz praktycznej realizacji zasad instrukcyjnych dotyczących udziału użytkownika w tym procesie.

Rola i znaczenie użytkownika w procesie projektowania i wdrażania SI wyraża się poprzez funkcje jakie w toku tego procesu spełnia. Z punktu widzenia wpływu użytkownika na efektywność działania SI można wyróżnić trzy główne funkcje jakie użytkownik spełnia w tym procesie, a mianowicie: funkcję inicjującą, oceniającą i eksploatacyjną.

W realizacji funkcji inicjującej nikt nie jest w stanie zastąpić użytkownika. Tylko on, posiadając znajomość funkcjonowania systemu kierowania, może sprecyzować swoje potrzeby i sformułować cele informatyzacji. W procesie projektowania jest to podstawa wszystkich innych prac. Popełnienie błędu na tym etapie prowadzi z reguły do dyskwalifikacji systemu, a ewentualne próby poprawiania są nie tylko bardzo kosztowne i czasochłonne, ale i najczęściej nieskuteczne. Przed przystąpieniem do prac projektowych użytkownik powinien przeprowadzić prace studyjne i wykonać koncepcję informa-

izacji całego systemu kierowania. Jest to przedsięwzięcie fundamentalno dla użytkownika i efektywności SI. Brak takich prac, brak koncepcji prowadzi do przypadkowego wyboru zadań, a realizacja pojedynczych, wyrwanych z całości systemu kierowania problemów nie daje spodziewanych efektów.

Odbija się to ujemnie na tempie prac projektowych, terminach, jakości rozwiązań i prowadzi bardzo często do niesatysfakcjonujących użytkownika wyników. Przed przystąpieniem do przygotowania założeń do projektowania, powinna być przeprowadzona wnikliwa analiza i ocena funkcjonowania systemu kierowania /dowodzenia/, a w szczególności ściśle określenie wymagań operacyjno-taktycznych i techniczno-technologicznych na SI, który ma funkcjonować w tym systemie kierowania /dowodzenia/. Niewłaściwe określenie tych wymagań, co często ma miejsce, prowadzi do konkluzji: "to jest nie to o co chodziło, nam /użytkownikowi/ to jest niepotrzebne".

Prace przygotowawcze powinny dać podstawę do wypracowania koncepcji zastosowania środków informatycznych, umożliwić właściwy wybór poszczególnych zadań do informatyzacji, a zakończyć się pełnym opracowaniem zgodnie z instrukcją, zadaniem projektowym. Na tym etapie istotną rolę powinien odegrać również organ projektowy, który nie tylko zostanie bliżej wprowadzony w problematykę, ale również ze swej strony może mieć wpływ na właściwe, przede wszystkim merytorycznie poprawne opracowanie zadania projektowego. Zachodzi więc konieczność nawiązania formalnej i nieformalnej współpracy między użytkownikiem i organem projektowym. Formalnie instrukcja przewiduje udział organu projektowego w opracowaniu zadania projektowego, lecz wydaje się iż celowe byłoby poszerzenie tego udziału o obowiązek opiniowania zadania projektowego z punktu widzenia realizowalności zadania. Współpraca nieformalna powinna opierać się na powiązaniach personalnych, tzn. konkretna problematyka powinna być realizowana, o ile to możliwe przez tych samych projektantów, którzy uczestnicząc w pracach, ćwiczeniach, praktykach są w stanie poznać potrzeby użytkownika. Można powiedzieć, że wszelkie ustalenia instrukcyjne muszą być wypełnione konkretną, nacechowaną wspólną dążeniem do lepszych, efektywniejszych

rozwiązań, współpracą ludzi. Bez częstych, roboczych kontaktów, bez wzajemnego zrozumienia potrzeb i możliwości trudno o dobrą współpracę, a co za tym idzie dobre efekty.

Podsumowując należy stwierdzić, że użytkownik ma określone ramy postępowania jeśli chodzi o inicjowanie zadań do informatyzacji.

Pod względem merytorycznym istnieje całkowita jasność co do sposobu, zakresu i możliwości postępowania użytkownika w tym zakresie. Powstaje jeszcze kwestia aktywności użytkownika w zakresie inicjowania prac. Doświadczenia wskazują, że na aktywność wywiera ogromny wpływ jakość, a głównie przydatność wyników użytkowych i rozwiązań informatycznych zadań - już rozwiązanych. Jedno dobre zadanie wywołuje u użytkownika nowe pomysły, nowe zadania, wzrasta aktywność i zaangażowanie w pracach. Natomiast złe rozwiązanie, nieprzydatne, bardzo pracochłonne w zakresie przygotowania danych wejściowych, długie czasy przetwarzania wywołują ujemne reakcje użytkownika, niechęć do współpracy z organem projektowym, nie ujawnianie nowych pomysłów, a co najgorsze obawę przed dalszymi nieudanymi rozwiązaniami.

Podsumowując można stwierdzić, że obok naturalnego procesu inicjowania zadań przez użytkownika, występuje zjawisko wpływu organów projektowych na jego aktywność i inicjatywę.

Inną funkcję jaką użytkownik spełnia w procesie projektowania, chyba nie mniej ważną niż funkcja inicjująca jest funkcja oceniająca.

Funkcja oceniająca polega na sprawdzeniu i doprowadzeniu do zgodności działania systemu z przeznaczeniem i postawionymi wymaganiami oraz na ocenie stopnia realizacji celu zarówno w procesie projektowania jak i wdrażania SI.

Użytkownik może realizować tę funkcję przez:

- określenie sposobów i warunków podania parametrów eksploatacyjnych systemu;
- określenie warunków i charakterystyk danych testowych w trakcie projektowania technologicznego i wdrażania systemu;

- ocenę w toku obrony projektu koncepcyjnego i wskazanie kierunków i zadań ewentualnych modyfikacji;
- wyciągnięcie wniosków i spowodowanie ewentualnych zmian wynikłych w czasie eksploatacji próbnej;

Ostateczna ocena SI dokonywana jest podczas komisyjnego odbioru systemu. Komisję powołuje szef instytucji kierującej. Komisja ocenia stopień realizacji celu, efektywność, parametry eksploatacyjne oraz ewentualne kierunki doskonalenia systemu. Dla realizacji powyższych zadań oceny i weryfikacji niezbędna jest partnerska współpraca i zaangażowanie zarówno użytkownika jak i projektanta.

Użytkownik systemu, na etapie projektowania koncepcyjnego powinien być partnerem projektanta. Dotyczy to głównie tych momentów, w których dokonuje się zmian w stosunku do zadania projektowego, zainicjowanych tak przez użytkownika jak i przez projektanta.

Projektant i użytkownik w procesie projektowania nie mogą być stronami, ale muszą być partnerami, którzy wspólnie tworzą nową jakość w systemie kierowania /dowodzenia/ użytkownika. Poza współdziałaniem, użytkownik powinien wykonywać swoje zadania wynikające z harmonogramem, dotyczące przygotowania systemu pod względem informacyjnym i organizacyjnym, a zapewniające wdrożenie systemu. Zarówno użytkownik jak i projektant muszą mieć świadomość, że zmiany, uzupełnienia, modyfikacje są obiektywną koniecznością na wszystkich etapach projektowania. Są to częste przypadki w praktyce projektowej. Minimalizację ich zakresu można osiągnąć jedynie przy dobrej, harmonijnej współpracy użytkownika i projektanta. Warto mieć to na uwadze, zważywszy fakt że korekta błędów popełnionych na wcześniejszych etapach projektowania wymaga większego nakładu pracy i czasu.

Dość istotną funkcję jaką użytkownik spełnia w procesie projektowania i wdrażania SI jest funkcja eksploatacyjna.

Funkcja eksploatacyjna jest to bojowe /użytkowe/ wykorzystywanie SI w działalności instytucji, dowództw, sztabów zgodnie z jego przeznaczeniem. W trakcie realizacji tej funkcji rola użytkownika przejawia się m.in. przez:

- przeprowadzenie prac przygotowawczych do wdrażania /głównie organizacyjnych/,
- opracowanie Instrukcji Organizacji i Użytkowania Systemu,
- szkolenie,
- badanie systemu w czasie jego eksploatacji i wnioskowanie dla potrzeb doskonalenia SI,
- doskonalenie systemu.

Zadania te użytkownik powinien realizować we współpracy z organem projektowym i eksploatacyjnym.

Celem prac przygotowawczych do wdrożenia SI jest stworzenie warunków organizacyjno-kadrowych i technicznych do sprawdzenia poprawności rozwiązań SI oraz stopnia przygotowania użytkownika do eksploatacji systemu. Prace te rozpoczynają się z chwilą zatwierdzenia projektu koncepcyjnego i są realizowane równoległe z projektem technologicznym.

Całością prac przygotowawczych kieruje i nadzoruje użytkownik, a zawierają one m.in.: zadania, wykonawców tych zadań, nakłady, koszty, terminy wykonania, a współdziałają przy tym organ projektowy i eksploatający.

Jednym z najważniejszych zadań w spełnieniu funkcji eksploatacyjnej jest szkolenie.

Szkolenie wyznaczonych osób funkcyjnych może być zarówno elementem etapu prac przygotowawczych do wdrażania SI jak również elementem końcowym EP i umiejscowienia go w którymś z tych etapów zależy od sposobu i zakresu przeprowadzonej EP. Przykładowo: jeżeli dla zaprojektowanego systemu wieloszczelnego przyjmuje się przeprowadzenia EP na wszystkich szczeblach ograniczając jedynie źródła informacji - szkolenie powinno być przeprowadzone przed jej podjęciem.

Jeżeli zaś dla takiego systemu przyjmuje się przeprowadzenie EP w jednym ośrodku /projektującym/ z symulacją wielu szczebli  $\tau$  szkolenie może być ostatnim elementem etapu EP. Szkolenie jest ważnym elementem mającym na celu przygotowanie do przeprowadzenia prawidłowej EP systemu w ośrodkach zabezpieczających informacyjnie użytkownika oraz przygotowanie jego do współpracy z systemem. Od jakości przeprowadzonego szkolenia zależy start systemu, przewyższenie trudności jakie zawsze występują w początkowym okresie jego pracy, prawidłowość eksploatacji oraz niejednokrotnie pozytywne nastawienie do niego użytkowników.

Szkolenie powinno obejmować:

- przedstawienie ogólnej charakterystyki SI;
- omówienie obowiązków organów i osób uczestniczących w procesie eksploatacji oraz zasad współpracy z systemem;
- omówienie zasad zbierania danych, wypełniania, kompletowania, sprawdzania i przekazywania dokumentów źródłowych;
- omówienie zasad poprawiania wydawanych przez system dokumentów kontrolnych;
- omówienie zasad precyzyjnego i jasnego stawiania wymagań na wyniki z systemu co do ich zakresu, przekrojów, itp., w przypadku możliwości tworzenia wydruków selekcyjnych;
- przedstawienie sposobu analizy i kontroli informacji zawartej w wydrukach użytkowych oraz zasad ich wykorzystania;
- omówienie harmonogramu eksploatacji ze szczególnym zwróceniem uwagi na te jego elementy, których wykonanie rzutuje na terminową pracę ośrodków obliczeniowych;
- omówienie zasad czuwania nad prawidłową zawartością zbiorów systemowych, zasad współpracy przy ewentualnym odłączeniu ich zawartości. W przypadku systemów z bazą danych
  - omówienie uprawnień, obowiązków i zasad pracy administratowa bazy danych, którą to funkcję pełni użytkownik;
- przedstawienie zasad ochrony tajemnicy w systemie;



- omówienie zasad wykorzystania SI w okresie WSGB, o ile system jest w tym czasie eksploatowany;
- o ile system zakłada stosowanie urządzeń wprowadzania danych, omówienie zasad korzystania z tych urządzeń. Dodatkowo powinno być przeprowadzone osobne szkolenie osób obsługujących te urządzenia w punktach wprowadzania danych;
- omówienie zasad korzystania z urządzeń wydawania danych: IIZM i monitorów ekranowych w przypadku systemów abonenckich.

Dodatkowo powinno być przeprowadzone szkolenie osób korzystających z tych urządzeń w zakresie:

- obsługi,
- zastosowanego języka bezpośredniego dostępu.

W zależności od stopnia przygotowania użytkownika do eksploatacji systemu, np. użytkownik już eksploatuje jakiś system bądź wdrażany system jest elementem uzupełniającym zakres już eksploatowanego systemu, niektóre zagadnienia szkolenia można tylko zasygnalizować lub całkowicie pominąć. Elementem szkolenia dla niektórych systemów, np. polowych, abonenckich, w aspektach dotyczących użytkownika, może być przeprowadzona demonstracja pracy systemu na EMC.

Wnioski z eksploatacji i funkcjonowania systemu powinny być zbierane sukcesywnie przez użytkownika /organizatora systemu/ oraz operatora systemu i po ich opracowaniu mogą służyć dla potrzeb doskonalenia, modyfikacji, dalszej rozbudowy systemu lub wycofania go z eksploatacji. Warto w tym miejscu przypomnieć, że decyzję o potrzebie modyfikacji systemu podejmuje na wniosek użytkownika, szef instytucji kierującej, a podstawą do tego jest zadanie projektowe. Natomiast wycofanie SI z eksploatacji następuje na podstawie zarządzenia osoby funkcyjnej wprowadzającej SI do eksploatacji użytkowej.

Proces projektowania systemów informatycznych zgodnie z merytorycznym jego przebiegiem podzielony został na kilka etapów. Dotychczasowe doświadczenia projektowania znalazły swój wyraz w dokumentach normatywnych, a te określają szczegółowo kolejność i zawartość poszczególnych etapów oraz podział funkcji pomiędzy organy i instytucje biorące udział w projektowaniu i wdrażaniu SI.

Wyróżnia się następujące etapy projektowania:

- zadanie projektowe,
- projekt koncepcyjny,
- projekt technologiczny,
- eksploatacja próbna,
- eksploatacja użytkowa.

Należy zdawać sobie sprawę z faktu, że w procesie projektowania będą występowały sprzężenia zwrotne pomiędzy etapami, niezbędne dla eliminacji błędów zarówno merytorycznych jak i technologicznych.

Należy zwrócić uwagę także na to, że większa intensywność relacji sprzężeń zwrotnych powoduje zmniejszenie efektywności procesu projektowania i świadczy o popełnionych błędach na kolejnych etapach czyli o braku współpracy pomiędzy organem projektowym a użytkownikiem.

Zadanie projektowe stanowi podstawę zainicjowania prac projektowych czyli realizacji projektu koncepcyjnego. Zadania projektowe /wymagania/ wykonuje użytkownik przy współpracy /konsultacji/ projektanta. Prawidłowa partnerska współpraca tych dwu organów powinna zapewnić że zadanie projektowe będzie poprawne merytorycznie i użyteczne /zrozumiałe/ dla projektanta. Zadanie projektowe powinno zawierać całościową koncepcję funkcjonowania systemu /"wizję systemu"/, specyfikacje podstawowych zadań /funkcji/ realizowanych w systemie oraz zakres ich automatyzacji, cel automatyzacji, sposoby zobrazowania i przesyłania danych, usprzętowanie, oczekiwane efekty, sposoby kontroli realizacji zadań i inne.

Opracowana w zadaniu projektowym wizja systemu nie może odbiegać od możliwości realizacji i powinna wiernie oddawać zasadnicze potrzeby użytkownika.

Projekt koncepcyjny jest rozwinięciem i uszczegółowieniem wizji opracowanej w zadaniu projektowym. Projekt ten opracowuje projektant przy współpracy użytkownika, celem której jest osiągnięcie kompromisu pomiędzy wymaganiami użytkownika a możliwościami ich realizacji oraz dbałość o użyteczność rozwiązań. Współpraca użytkownika niezbędna jest również przy wprowadzaniu zmian i korekt. Na tym etapie użytkownik powinien wystrzegać się nadmiernego rozszerzenia zakresu automatyzacji oraz brać pod uwagę fakt, że wprowadzanie SI do systemów kierowania /dowodzenia/ może, a nawet powinno wymuszać zmiany w organizacji pracy organów kierowania /dowodzenia/.

Projekt koncepcyjny najogólniej rzecz biorąc powinien zawierać:

- strukturę organizacyjno-funkcjonalną, informacyjną i techniczną systemu,
- koncepcję przetwarzania,
- algorytmy rozwiązań,
- dokumenty wejścia i wyjścia,
- plan budowy SI.

Projekt może być opracowany w kilku wersjach i po otrzymaniu opinii odpowiednich organów i instytucji przedstawiany jest do obrony, w czasie której dokonuje się oceny projektu, wyboru wersji i wariantu rozwiązań i wypracowuje wnioski co do dalszej jego realizacji. Po wniesieniu poprawek projekt jest zatwierdzony przez szefa instytucji kierującej i stanowi podstawę do projektowania technologicznego.

W projekcie technologicznym ustala się ostatecznie technologię przetwarzania danych, wykonuje i weryfikuje oprogramowanie oraz dokumentację technologiczną i eksploatacyjną. Na tym etapie współpraca użytkownika z projektantem jest i może być najmniejsza lecz jest również wskazana. Przejawia się ona głównie w merytorycznej ocenie wyników poszczególnych eta-

pów pracy, weryfikacji rozwiązań zasadniczych, pomocy w rozwiązywaniu wyłaniających się problemów itp. Współpraca na tym etapie umożliwia zmniejszenie ilości zmian w trakcie eksploatacji SI.

Etap wdrażania SI obejmuje następujące etapy:

- prace przygotowawcze do wdrożenia,
- eksploatacja próbna,
- wdrożenie SI do eksploatacji użytkowej.

Prace przygotowawcze do wdrażania są to przedsięwzięcia o charakterze organizacyjnym i technicznym mające m.in. na celu:

- ostateczne ustalenie i uzgodnienie terminów i sposobów przesyłania i przetwarzania danych,
- wyznaczenie osób funkcyjnych i ich przeszkolenie,
- opracowanie instrukcji organizacji i użytkowania SI,
- wyposażenie techniczne.

Celem tych prac jest stworzenie warunków organizacyjnych, kadrowych i technicznych do sprawdzenia poprawności rozwiązań SI oraz przygotowanie użytkownika i środków technicznych do eksploatacji SI. Prace te rozpoczynają się z chwilą zatwierdzenia projektu koncepcyjnego i są realizowane równolegle z projektem technologicznym i są ściśle z nim związane. Na tym etapie udział użytkownika jest wiodący, gdyż jest on organem jednocześnie kierowniczym, nadzorczym i wykonawczym. Realizuje swoje zadania wspólnie z organem projektowym i przyszłym eksploatatorem.

Eksploatacja próbna jest już prawie normalną pracą systemu jednak z pewnymi ograniczeniami, np. ograniczona ilość źródeł informacji, odbiorców wyników, ośrodków przetwarzania itp. Celem eksploatacji próbnej jest sprawdzenie na danych rzeczywistych /przygotowanych przez użytkownika/ całego SI w wybranych lub wszystkich jego ogniwach.

Na etapie tym użytkownik może na bazie funkcjonującego systemu dokonać ostatecznej weryfikacji rozwiązań technologicz-

nych i organizacyjnych. Należy jednak pamiętać, że wprowadzanie istotnych zmian na tym etapie powoduje iż cykl projektowania technologicznego niejako zachodzi na etap eksploatacji próbnej co powoduje jego skrócenie i realizowanie go w pośpiechu i niedokładnie. Po zakończeniu eksploatacji próbnej, zweryfikowany i poprawiony SI wraz z dokumentacją podlega komisyjnemu odbiorowi przez komisję wyznaczoną przez szefa instytucji kierującej.

Eksploatacja użytkowa jest celem i efektem całego cyklu projektowego i ona ostatecznie decyduje o przydatności i stopniu realizacji założonego celu. Użytkownik jest jedynym organem, który w czasie eksploatacji użytkowej z pomocą organu eksploatacyjnego, może określić faktyczną efektywność SI włączonego do funkcjonującego systemu kierowania /dowodzenia/. Rozpoczęcie eksploatacji użytkowej SI oraz ewentualne zaprzestanie eksploatacji dotychczasowego systemu, następuje na podstawie zarządzenia kompetentnego szefa w uzgodnieniu z organem koordynującym danego szczebla. W czasie eksploatacji użytkowej, na bazie doświadczeń i oceny działania SI, użytkownik może wyciągnąć wnioski co do jego modyfikacji i doskonalenia, lub też wycofania z eksploatacji. Organizacja procesu projektowania i wdrażania SI wymaga ścisłego współdziałania i zaangażowania na poszczególnych etapach wszystkich instytucji, organów i osób funkcyjnych biorących udział w przedsięwzięciach projektowo-wdrożeniowych. Użytkownik uczestniczy w tym procesie wykonując zadanie projektowe, konsultując i nadzorując przebieg projektowania koncepcyjnego, opiniując i zatwierdzając projekt w czasie obrony. Wykonuje również określoną dokumentację, w tym Instrukcję organizacji i użytkowania SI przy współudziale projektanta. Na etapie wdrażania systemu użytkownik współuczestniczy w opracowaniu a następnie realizacji planu wdrażania SI. W końcowej fazie projektowania, wszystkie organa uczestniczące w procesie projektowania i wdrażania systemu zobowiązane są do opracowania dokumentacji w/g ujednoczonych

wzorów. Dokumentacja powinna zawierać całość informacji o systemie, powinna być napisana językiem zrozumiałym dla użytkowników oraz stanowić materiał źródłowy przy modyfikacjach SI.

Poszczególne rodzaje dokumentacji systemu zawierają:

- 1/ dokumentację eksploatacyjną SI dla organizatora systemu czyli Instrukcja organizacji i użytkowania SI zawiera m.in.:
  - charakterystykę SI,
  - wzory i sposób postępowania z dokumentami źródłowymi,
  - wzory dokumentów użytkowych i sposób ich wykorzystania,
  - harmonogram eksploatacji,
  - zasady wykorzystania SI w osiąganiu WSGB.
- 2/ dokumentację eksploatacyjną SI dla eksploatatora zawiera m.in.
  - dokumentację SI dla działu kontroli dokumentów, a w niej m.in.
    - zasady kontroli i poprawiania dokumentów źródłowych,
    - wzory i zasady poprawiania wydruków kontrolnych,
    - wzory i zasady dystrybucji dokumentów wynikowych.
- 3/ dokumentację SI dla działu przygotowania MND, a w niej m.in.:
  - wzory MND,
  - instrukcję sporządzania MND,
  - zasady kompletowania,
  - organizację pracy przy wykorzystaniu rejestratora danych na TM.
- 4/ dokumentację SI dla operatora systemu a w niej m.in.:
  - wykaz dokumentacji,
  - charakterystykę systemu,
  - schematy operacyjne przetwarzania,
  - instrukcję obsługi programów,
  - wzory danych sterujących,
  - zasady gospodarowania dokumentami źródłowymi i MND,
  - opis zbiorów.

5/ dokumentację programową.

Instrukcje te wykonuje organ projektowy.

Obowiązkiem użytkownika jest nadzorowanie aby w opracowanych dokumentacjach zostały uwzględnione zasady ochrony tajemnicy w fazie wdrażania i eksploatacji SI.

Wpływ użytkownika na proces projektowania SI oraz jego rola w tym procesie były i są dyskutowane od lat. Poświęcono tej problematyce wiele artykułów i spotkań. Na większości z nich zastanawiano się jakim ten użytkownik powinien być aby współpraca z nim układała się dobrze. A użytkownik jest taki prosto jaki jest, tzn. bardzo zróżnicowany, jeden lepiej inny gorzej przygotowany do wdrażania u siebie postępu naukowo-technicznego w tym i informatyki; jeden bardziej inny mniej podatny na nowoczesne rozwiązania. Ale trzeba sobie dziś jasno powiedzieć, że jest to inny użytkownik niż 25, 20 czy nawet 15 lat temu. W większości przypadków jest on dobrze przygotowany i wymagający. Nie zaspakajają już jego ambicji efektowne fajerwerki, chociaż i takie czasem są mu potrzebne.

Ja w swoim wystąpieniu też nie podam recepty na "idealnego" użytkownika, bo takiego chyba nie ma. Współpracować trzeba z takimi użytkownikami jacy są aby projektowane i wdrażane systemy informatyczne były efektywne, posiadały wysokie walory użytkowe oraz dawały satysfakcję ludziom je tworzącym. Ale trzeba też przyznać, że napewno lepiej współpracuje się z użytkownikiem, który:

- jest dobrze przygotowany pod względem merytorycznym,
- jest "podatny" na informatykę,
- posiada uprawnienia decyzyjne,
- posiada środki na wdrażanie postępu technicznego,
- jest aktywny i zaangażowany w pracy,
- systematycznie podnosi swoje kwalifikacje "informatyczne",
- wie czego chce i jasno formułuje problemy,
- nie nalega na skracanie i przyspieszanie realizacji poszczególnych etapów projektowania,
- utrzymuje codzienny kontakt /nie tylko służbowy/ z projektantem.

Czy tacy użytkownicy są? Jestem przekonany, że tak.

Ja przynajmniej, tylko z takimi mam do czynienia.

Mgr inż. Kazimierz GŁĄB

XXV-LECIE ROZWOJU INFORMATYKI I JEJ  
ZASTOSOWAŃ W SIŁACH ZBROJNYCH PRL

Przed 25 laty została zapoczątkowana zorganizowana działalność informatyczna w Siłach Zbrojnych PRL. Na podstawie rozkazu ministra obrony narodowej z 24 czerwca 1961 r. została utworzona w Sztabie Generalnym WP pierwsza w wojsku stacja maszyn licząco-analitycznych.

Podjęcie tej nowej dziedziny działalności w siłach zbrojnych było następstwem właściwej naszej armii dążności do nowoczesności, a także obiektywnej konieczności doskonalenia systemu kierowania siłami zbrojnymi. O sile bojowej współczesnej armii decyduje bowiem nie tylko ilość i jakość sił i środków walki, ale także w coraz większym stopniu efektywność i operatywność dowodzenia. Ilość informacji napływającej do dowództw i sztabów oraz szybkość jej zmian są tak duże, że bez nowoczesnych środków i metod zbierania, przetwarzania i przechowywania danych, efektywne dowodzenie i zarządzanie w siłach zbrojnych staje się wręcz niemożliwe. Koniecznością więc jest sięganie do najnowszych zdobyczy nauki i techniki, w tym do informatyki.

Początki informatyki wojskowej były bardzo skromne. Zaczynaliśmy od jednej stacji maszyn licząco-analitycznych, w której wykonywano proste, ale bardzo pracochłonne prace ewidencyjno-obliczeniowe dla potrzeb zaopatrzenia materiałowo-technicznego. Już wtedy jednak zaczęto podejmować śmiała próby szerszego zafto-



sowania techniki obliczeniowej w pracy dowództw i sztabów.

Wysiłki skroanej wówczas liczebnie ale zaangażowanej i ofiarnej grupy entuzjastów informatyki przyniosły znaczne efekty. Do 1965 r. wprowadzono podstawowe elementy wyposażenia informatycznego terytorialnego systemu kierowania sił zbrojnych. Jednocześnie z wprowadzeniem techniki tworzono w wojsku pierwsze organy informatyki. Były to komórki sztabowe powołane do planowania, koordynowania i nadzorowania przedsięwzięć informatycznych oraz stacje maszyn licząco-analitycznych, na bazie których z czasem zorganizowane zostały ośrodki obliczeniowe, ośrodki przetwarzania informacji, a w końcu zespoły informatyki okręgów wojskowych i rodzajów sił zbrojnych.

W połowie lat sześćdziesiątych zaczęto zastępować maszyny średniej i dużej mechanizacji pierwszymi komputerami: URAL-2, ZAM-2, Odra-1003 i 1013. Mimo ich ograniczonych możliwości wprowadzono wówczas wiele ciekawych rozwiązań - głównie związanych z kształtowaniem gotowości bojowej wojsk, planowaniem i realizacją przedsięwzięć organizacyjno-mobilizacyjnych, gospodarowaniem zasobami osobowymi, wszechstronnym zabezpieczeniem działań i wreszcie dowodzeniem wojskami.

W tym też okresie podjęto przedsięwzięcia, których realizacja stała się fundamentem dalszego rozwoju informatyki w siłach zbrojnych. Przystąpiono do tworzenia bazy organizacyjnej informatyki, jej zaplecza naukowo-badawczego oraz do kształcenia kadr.

Wśród zorganizowanych wówczas organów informatyki był Instytut Organizacji i Techniki Dowodzenia ASG WP przekształcony w latach późniejszych w Instytut Dowodzenia. Zadaniem jego było stworzenie podstaw naukowych informatyki wojskowej, głównie w aspekcie jej zastosowań w dowodzeniu wojskami, a także prowadze-

nia ważniejszych prac projektowych.

Wojkowa Akademia Techniczna jako pierwsza uczelnia w kraju rozpoczęła przygotowywanie specjalistów informatyki kształcąc inżynierów maszyn matematycznych. Również w WAT oraz w ASG WP zorganizowane podyplomowe kursy przekwalifikujące, przeznaczone dla oficerów różnych specjalności pragnących zajęć się tą nową dziedziną działalności. Od początku wielką uwagę przywiązywano do przygotowywania przyszłych użytkowników informatyki, dlatego już w pierwszej połowie lat 60-tych do programów kształcenia w akademiach wojskowych, a później i w wyższych szkołach oficerskich, włączono propedeutykę informatyki.

Oceniając pierwszą połowę lat sześćdziesiątych trzeba stwierdzić, iż zbudowano w tym czasie zręby informatyki wojskowej. Stworzono organizacyjno-kadrowe, techniczne i naukowo-badawcze podstawy do jej intensywnego, planowego rozwoju w następnych latach.

Druga połowa lat 60-tych, to okres niezwykle dynamicznego rozwoju informatyki w siłach zbrojnych. Rozwijano bazę techniczną, przeprogramowywano eksploatowane i projektowano nowe programy i systemy informatyczne, wprowadzono wiele nowych rozwiązań organizacyjno-strukturalnych dążąc do zwiększenia efektywności działania organów informatyki.

W 1966 r. w Sztabie Generalnym WP powołano Biuro do Spraw Automatykacji i Mechanizacji jako centralny organ koordynujący rozwój informatyki w wojsku. Utworzono sztabowe organy informatyki w sztabach okręgów wojskowych i rodzajów sił zbrojnych. Powołano komórki bądź stanowiska informatyczne w instytucjach centralnych MON. Rozbudowano strukturę organizacyjno-funkcjonalną wykonawczych organów informatyki, która utworzono we wszyst-

kich podstawowych ogniwach systemu kierowania siłami zbrojnymi oraz w wielu instytucjach centralnych, akademiach i niektórych wyższych szkołach oficerskich, a także w instytutach. Organy te prowadziły prace rozwojowe, głównie projektowanie i wdrażanie systemów informatycznych oraz świadczyły usługi obliczeniowe dla dowództw, sztabów i instytucji wojskowych.

Rozbudowano zaplecze naukowo-badawcze powołując w 1967 r. Instytut Automatykacji Systemów Zarządzania WAT. Instytut ten wraz z utworzonym wcześniej ID ASG WP prowadził prace projektowo-wdrożeniowe i naukowo-badawcze dla całych sił zbrojnych.

W drugiej połowie lat 60-tych podstawowym sprzętem informatycznym eksploatowanym w wojsku były komputery OORA, choć eksploatowano jeszcze maszyny licząco-analityczne. W podstawowych ogniwach kierowania siłami zbrojnymi rozpoczęto instalowanie komputerów OORA-1304. Ponadto dość szeroko wdrożono w tym czasie maszyny średniej mechanizacji ASCOTA. Zaspakajały one lokalne potrzeby obliczeniowe, przede wszystkim w służbie finansowej oraz przygotowywały taśmy perforowane jako nośniki danych do komputerów.

Rozszerzono znacznie zakres usług informatycznych. W miejsce dominujących dotąd pojedynczych programów, zazwyczaj kalkulacyjno-obliczeniowych, rozpoczęto projektowanie i wdrożenie systemów informatycznych zapewniających ciągłość obsługi informatycznej użytkownika. Pojawiają się też pierwsze dwuszczeblowe systemy informatyczne, zabezpieczające jednocześnie lokalne potrzeby szczebla okręgowego i rodzaju sił zbrojnych oraz dostarczające zagregowanych danych dla systemu szczebla centralnego.

Do końca 1970 r. komputerowym przetwarzaniem danych objęto zasadnicze priorytetowe i pracochłonne dziedziny kierowania siłami zbrojnymi. Rozwiązania informatyczne zaczęły przynosić widoczne efekty, wśród których najważniejszym była lepsza obsługa informacyjna użytkownika, co ułatwiało podejmowanie decyzji. Nie bez znaczenia było i to, iż dzięki odciążeniu oficerów dowództw i sztabów od czasochłonnych wyliczeń i kalkulacji możliwe stało się większe ich zaangażowanie w prace analityczno-koncepcyjne niezbędne w kierowaniu.

Dorobek projektowo-wdrożeniowy organów informatyki wojskowej do 1970 r. był duży i oprócz osiągnięć wymiernych w liczbach przyniósł wiele cennych doświadczeń. Jedno z nich - to rola użytkownika w projektowaniu SI. Okazało się, iż bez jego aktywnego udziału nie można liczyć na sukces w projektowaniu i wdrożeniu systemów informatycznych. Tylko użytkownik potrafi wskazać wszystkie, ważne w projektowaniu, specyficzne właściwości funkcjonowania jego instytucji. Tylko we współpracy z właściwie przygotowanym użytkownikiem można osiągnąć kompromis pomiędzy jego oczekiwaniami a możliwościami ich spełnienia przez informatykę. Ta obiektywna prawda jeszcze i dziś, po 25 latach informatyki wojskowej, nie zawsze jest dostatecznie respektowana.

Istotne znaczenie dla rozwoju informatyki miała współpraca sojusznicza z armiami państw UW. Współpraca ta, oparta na zasadzie wzajemnych korzyści, dobrze służy intensyfikacji i zwiększeniu efektywności wdrażania środków i metod informatyki. Polega ona głównie na podziale typowych dla wszystkich armii zadań do opracowania oraz wymianie gotowych rozwiązań. Ważne znaczenie mają też wspólnie wypracowane koncepcje, metodyki, zasady i zalecenia oraz bieżąca wymiana doświadczeń i poglądów podczas dwu-

i wielostronnych narad, spotkań i konsultacji. Wojsko Polskie miało w tej współpracy liczący się wkład. Nasze rozwiązania w wielu dziedzinach miały pionierski charakter w ramach UW.

Stosownie do wymagań intensywnego rozwoju informatyki zorganizowano i rozwinięto w latach 60-tych system przygotowania kadr. Od 1963 r. w WAT podjęto kształcenie cybernetyków wojskowych, a w 1968 r. utworzono w tej uczelni Wydział Cybernetyki, który przejął od Wydziału Elektrotechnicznego sprawy związane z kształceniem i doskonaleniem informatyków oraz działalność naukową w tej dziedzinie.

W latach 70-tych w WAT i ASG WP uruchomiono poddyplomowe studium doskonalące dla specjalistów informatyki.

Zorganizowany system kształcenia dobrze sprawdził się w praktyce, czego wyrazem są osiągane przez absolwentów wyniki w pracy oraz działalności naukowej. Do chwili obecnej spośród absolwentów WAT ponad 60 uzyskało wyższe stopnie i tytuły naukowe w tym 1 profesora nadzwyczajnego, a 3 doktora habilitowanego.

Wyrazem dynamicznego rozwoju informatyki w latach 60-tych była bogata działalność publicystyczna. Obok licznych publikacji ukazujących się w różnych czasopiśmiech wojskowych podjęto wówczas wydawanie miesięcznika "Automatyzacja i Mechanizacja Systemów Kierowania w Wojsku". Periodyk ten propagował podstawy wiedzy informatycznej oraz teorię, praktykę i doświadczenia z zastosowania informatyki w siłach zbrojnych. W początkach lat 70-tych przekształcił się on w kwartalnik "Wojskowy Przegląd Organizacji i Informatyki, a następnie w dzieło "Organizacja i Informatyka" w "Myśli Wojskowej".

W wyniku konsekwentnej realizacji planów do 1970 r. zbudowano główne ogniska terytorialnego systemu informatycznego sił zbrojnych wraz z zapleczem naukowo-badawczym, technicznym i kadrowym. Liczącym się osiągnięciem tego okresu było zastosowanie informatyki dla potrzeb dowodzenia w warunkach polowych. Wykorzystując aparaturę transmisji danych i stacjonarną technikę obliczeniową, podjęto wykonywanie obliczeń dla ćwiczących dowództw i sztabów.

W początkach lat 70-tych wraz z pojawieniem się minikomputerów rozpoczęto prace nad informatyzacją dołowych ognisk sił zbrojnych, a przede wszystkim składnic i oddziałów gospodarczych. Zainstalowano eksperymentalnie minikomputery w wytypowanych składnicach uzbrojenia i sprzętu do pracy lokalnej, a niejednokrotnie - w współpracy z komputerami ODRA-1305. Współpracę taką organizowano przeważnie z dużym wkładem własnej myśli technicznej, ponieważ przemysł krajowy nie oferował odpowiednich urządzeń technicznych. Większość eksperymentów sprawdziła się i przeszła w normalną eksploatację.

Na bazie komputera ODRA-1305 oraz minikomputera MERA zaprojektowano i uruchomiono w Wojskowej Akademii Technicznej pierwszy w siłach zbrojnych abonencki system informatyczny. Przeniesienie zdobytych doświadczeń do budowy podobnego systemu obejmującego całe siły zbrojne - od garnizonu do instytucji centralnych - było niemożliwe ze względu na brak komputerów komunikacyjnych i dużą awaryjność minikomputerów.

W latach siedemdziesiątych duży nacisk położono na projektowanie i wdrażanie zautomatyzowanych systemów dowodzenia i kierowania środkami walki. Osiągnięto znaczne efekty, zwłaszcza w wojskach OPK.

Wykorzystując doświadczenia wojsk OPK podjęto budowę zautomatyzowanych systemów dowodzenia w pozostałych rodzajach sił zbrojnych oraz w niektórych rodzajach wojsk. Prace te mają bardzo duże znaczenie. Rzutują one bezpośrednio na gotowość i zdolność bojową sił zbrojnych.

Duży wysiłek skupiono także na automatyzacji polowych systemów dowodzenia osiągając większe możliwości wykorzystania potencjału bojowego wojsk.

Pomyślny rozwój zautomatyzowanych systemów dowodzenia i kierowania środkami walki wymaga wysokiej niezawodności stosowanego w nich sprzętu. Jak dotychczas krajowy przemysł komputerowy nie do końca uporał się z tym problemem, a nierytmiczna realizacja dostaw sprzętu również utrudnia nasze poczynania w budowie tych nowoczesnych systemów.

W 1979 r. dokonano integracji podstawowego potencjału naukowo-badawczego i projektowo-wdrożeniowego na szczeblu centralnym poprzez powołanie Wojskowego Instytutu Informatyki. Główna zadania jakie postawiono instytutowi, to projektowanie i wdrażanie wieloszczeblowych systemów informatycznych oraz prowadzenie prac rozwojowych dla całych sił zbrojnych. Instytut dobrze realizuje swoje zadania i wnosi liczący się wkład w rozwój informatyki wojskowej.

Znaczny rozwój informatyki w wojsku w latach siedemdziesiątych postawił zwiększone zadania przed systemem szkolenia specjalistów. Stosownie do tych potrzeb zmodernizowano i zintensyfikowano proces kształcenia i doskonalenia kadr informatyki. Uruchomiono kształcenie średniego personelu technicznego - chorążych informatyki.

Do 1980 r. prowadzono intensywny rozwój organizacyjny i jednocześnie modernizację bazy technicznej informatyki. W okresie tym zorganizowano w akademiach wojskowych i szkołach oficerskich ośrodki obliczeniowe wyposażając je w komputery CDRA-1325.

W ramach unowocześnienia bazy technicznej wycofano z eksploatacji ostatnie maszyny licząco-analityczne oraz znaczną część komputerów pierwszej i drugiej generacji, a zainstalowano komputery trzeciej generacji, w tym także komputery jednolitego systemu.

W latach tych uzyskano dalszy, wyraźny postęp w budowie i wdrażaniu zautomatyzowanych systemów dowodzenia i kierowania środkami walki oraz automatyzacji połowego systemu dowodzenia wojskami.

Charakterystyczną cechą działalności tego okresu było przejście w końcu lat siedemdziesiątych z ekstenywnych na intensywne metody rozwoju. Przed Informatyką wojskową stało zadanie uzyskiwania maksymalnych efektów w ramach posiadanych sił i środków. Przy podejmowaniu nowych przedsięwzięć informatycznych konsekwentnie przestrzegana jest zasada "koszt-efekt". Podjęcie projektowania jakiegokolwiek systemu niemożliwe jest bez oszacowania nakładów i oczekiwanych efektów już na etapie zadania projektowego.

W trudnym dla ekonomiki kraju okresie niezwykle ważne stało się zachowanie tempa rozwoju informatyki przy jednoczesnym ograniczeniu wydatków na nią. Dzięki wysiłkowi i zaangażowaniu wojskowego środowiska informatycznego problem ten został pomyślnie rozwiązany. Zweryfikowano eksploatowane systemy informatyczne, zawieszając systemy czasochłonne, a mało efektywne.



Ograniczono racjonalnie zakres i częstotliwość informacji wydawanych z systemów informatycznych, zwiększono normatywne rezerwy eksploatacyjne elektronicznej techniki obliczeniowej, wprowadzono ostre reżimy w gospodarowaniu materiałami, a zwłaszcza papierem, którego oszczędności wyniosły około 40%.

Wprowadzenie nowszych rozwiązań informatycznych i technologii, a zwłaszcza systemu operacyjnego GEORGE-3, przyniosło prawie dwukrotnie większą efektywność wykorzystania czasu pracy komputerów. Podobnie wprowadzenie rejestratorów danych na taśmach magnetycznych znacznie zwiększyło wydajność pracy w działach przygotowania danych i pozwoliło złagodzić występujące w nich trudności realizacyjne.

Działania te dały oczekiwane wyniki. Wzrosła efektywność zastosowań informatyki, zarówno w sensie ekonomicznym, jak i w kategoriach operacyjnych, trudno wymiernych.

Podsumowując dorobek lat siedemdziesiątych można stwierdzić, że zakończona została w tym okresie budowa systemu organizacyjnego i technicznego informatyki szczebla centralnego oraz okręgowego i rozpoczęta informatyzacja dołowych ogniw kierowania.

W minionym pięcioleciu rozpoczęliśmy wiele nowych, złożonych prac, które są obecnie kontynuowane i rozwijane. Główny wysiłek będzie w dalszym ciągu skupiony na automatyzacji systemów dowodzenia i kierowania środkami walki, zwłaszcza w polowym systemie dowodzenia. W terytorialnym systemie kierowania priorytetowo będzie traktowana informatyzacja tych dziedzin działalności, które bezpośrednio rzutują na gotowość i zdolność bojową wojsk oraz efektywność wykorzystania sił i środków.

Znajdujemy się w okresie przechodzenia do nowych technologii obsługi informatycznej, zapewniających powszechny zdalny dostęp użytkownika do zbiorów danych za pomocą urządzeń abonenckich. Będziemy ten kierunek kontynuować, a w dalszej perspektywie przewidujemy wprowadzenie sieci komputerowych, umożliwiających bezpośrednią, automatyczną wymianę danych pomiędzy rozproszonymi bankami danych.

Wykorzystując możliwości mini- i mikrokomputerów zamierzamy przybliżyć technikę informatyczną do użytkownika, a zwłaszcza osiągnąć znaczny postęp w informatyzacji dołowych ogniw kierowania. Podjęto prace zmierzające do rozwoju informatyki w szkolnictwie wojskowym, których wynikiem powinien być kompleksowy system informatyczny uczelni wojskowej oraz bogate wspomaganie informatyką procesów dydaktycznych.

W realizacji zamierzanych przedsięwzięć - podobnie jak poprzednio - znaczne utrudnienia stwarzają bariery techniczne. Nie możemy uzyskać z przemyśłu krajowego odpowiedniego sprzętu. Nabywany sprzęt bardzo często nie zadawała nas zarówno w sensie jego parametrów jak i niezawodności. Rozpoczęta w minionym pięcioleciu informatyzacja służby finansowej drogą wymiany wyeksploatowanych ASCOT na mikrokomputery MK-45 przebiega ze znacznym opóźnieniem i dużymi trudnościami. Dostawy tego sprzętu nie zaspakajają naszych potrzeb, a duża jego zawodność zniechęca użytkowników informatyki.

W latach osiemdziesiątych dążyć będziemy do szerszego wykorzystywania informatyki do wspomagania procesów decyzyjnych. Posiadamy pewne osiągnięcia w zakresie komputerowego modelowania walki i dziedzinę tę będziemy dalej rozwijać. W celu rozszerzenia zakresu tych prac zorganizowano w ASG WP odpowiednią komórkę i wyposażono ją w przejęty z gospodarki narodowej komputer o bardzo

dużej mocy obliczeniowej.

Przed nami niełatwe zadanie przejścia na technikę Jednolitego Systemu. Wymiana parku komputerowego z zachowaniem ciągłości obsługi informatycznej użytkownika wymaga rozwiązania szeregu trudnych zagadnień technicznych i programowych. Zaawansowane prace w tej dziedzinie prowadzone są przez WII. Prowadzenie jednak tego przedsięwzięcia jest w dużym stopniu zależne od rytmiczności i kompletności dostaw sprzętu przez przemysł.

Ekspansja informatyki i automatyzacji dowodzenia w siłach zbrojnych wymaga nowego jakościowo przygotowania kadry użytkowników. Koncepcja takiego systemu przygotowania została już opracowana i zatwierdzona. Jej pełna realizacja wymaga dużych nakładów pracy i środków finansowych. Oczekujemy, iż środowisko informatyczne, zwłaszcza szkolnictwa wojskowego, włoży maksimum starań aby postawione zadania w pełni zrealizować, pomimo i tutaj występujących trudności sprzętowych. Również dużą uwagę przywiązujemy do informatycznego przygotowania kandydatów do szkół wojskowych w liceach wojskowych. Oczekujemy, iż patronat nad tymi liceami ze strony zespołów informatyki będzie dobrze służył sprawie edukacji informatycznej przyszłych słuchaczy uczelni wojskowych.

W ciągu minionego dwudziestopięciolecia rozwój informatyki wojskowej pochłonął duże nakłady. Teraz spłacamy zaciągnięty wobec wojska "dług". Wierzymy, iż środowisko informatyków wojskowych nie zawiedzie pokładanych w nim nadziei i dołoży wszelkich starań do zwiększenia swojego udziału w umacnianiu obronności naszej Ojczyzny.

dr inż. Romuald Głąb

## PROBLEMY ZASTOSOWANIA MIKROKOMPUTERÓW W DYDAKTYCE

Artykuł poświęcony jest problematyce wykorzystania mikrokomputerów do celów dydaktycznych w Liceach Wojskowych. Omówiono możliwy zakres wykorzystania tych urządzeń. Poruszono problemy opracowywania i użytkowania dydaktycznych programów komputerowych stosowanych na lekcjach matematyki, fizyki itp. Opiszono pracownie dydaktyczne zbudowane w oparciu o mikrokomputery typu MERITUM i BBC. Na zakończenie sformułowane wymagania techniczne i programowe na szkolny mikrokomputer przeznaczony do celów dydaktycznych.

### 1. Mikrokomputer w szkole średniej

Zacniemy od próby odpowiedzi na szereg pytań związanych z wprowadzeniem mikrokomputerów do szkół.

Konkretnie do czego można wykorzystać te urządzenia? Czy chodzi o nauczanie wszystkich programowania, czy też dostarczenie rozrywki w postaci gier komputerowych nudzącej się młodzieży? Skąd wziął się pomysł zastosowania mikrokomputerów w procesie nauczania? Dlaczego dopiero od niedawna, przecież komputery są szeroko stosowane co najmniej od 20 lat /a ich historia liczy aż 40 lat/? Czy jest to trwała tendencja, czy też wyraz nowo powstałej mody?

Szerokie wykorzystanie mikrokomputerów w życiu codziennym na pewno nie jest chwilową modą. Staje się faktem, możliwym do realizacji dzięki znacznemu obniżeniu kosztów produkcji układów elektronicznych potrzebnych do wytwarzania mikrokomputerów, w tym szczególnie mikroprocesorów i pamięci półprzewodnikowych. Mikrokomputery pojawiają się w biurach, w szkole, w sklepie, na poczcie, a nawet na ulicach. Musimy przygotować młode pokolenie do efektywnego wykorzystywania tych urządzeń.

Obecność mikrokomputerów na terenie szkoły umożliwi realizację następujących przedsięwzięć:

1. Naukę podstawowych pojęć informatyki, w tym programowanie w ramach przedmiotu "elementy informatyki".
2. Opracowywanie przez uczniów własnych programów służących do rozwiązywania prostych zadań numerycznych z matematyki, fizyki itp.
3. Wykorzystanie ogólnodostępnych programów narzędziowych typu procesory tekstów, tablice elektroniczne i bazy danych.
4. Wykorzystanie specjalnie opracowanych programów dydaktycznych do przekazywania i kontrolowania wiedzy w ramach takich przedmiotów jak: matematyka, fizyka, chemia, biologia, języki, muzyka, historia.
5. Wykorzystanie mikrokomputera do celów zarządzania pracą szkoły /temat ten nie jest poruszany w ramach niniejszego referatu/.

Zadaniem przedmiotu "elementy informatyki" jest nauczanie metod rozwiązywania przy pomocy komputera prostych problemów na poziomie programu szkoły średniej, dostosowanych do wiedzy i umiejętności uczniów. Uczniowie powinni poznać podstawy programowania oraz zdobyć praktyczne umiejętności posługiwania się szkolnym sprzętem informatycznym i jego oprogramowaniem.

Istotnym problemem jest wybór języka programowania. Większość dydaktyków jednoznacznie wskazuje na język LOGO lub PASCAL, odrzucając BASIC. Uważa się, że BASIC kształtuje złe nawyki programowania /a ogólniej rozwiązywania problemów przy pomocy komputera/, ponieważ brak jest w nim instrukcji strukturalnych, procedur, rekurencji. Charakteryzuje się nadmiarem szczegółów trudnych do opanowania przez początkujących.

LOGO umożliwia szybkie i stosunkowo łatwe nauczanie podstawowych pojęć występujących w większości języków programowania, takich jak: sekwencje instrukcji, pętle, warunki, procedury, parametry, zmienne itp. Bardzo ważną cechą LOGO jest łatwość wydzielenia poszczególnych ciągów czynności i nazywania ich jednym słowem, którego można używać jak jednej z instrukcji.

Takiego mechanizmu abstrakcji brakuje w BASIC-u. Praktycznie uczniowie już po 10-cio minutowym wykładzie LOGO mogą rozpocząć samodzielną pracę z komputerem. Wystarczy do tego znajomość 3 podstawowych instrukcji /FD, LT i RT/ służących do przesuwania "żółwia" po ekranie. Kolejne instrukcje mogą być wprowadzone sukcesywnie z natychmiastowym sprawdzeniem efektu ich działania.

Oprócz tworzenia obrazów graficznych na ekranie monitora LOGO dysponuje efektywnymi operacjami na strukturach listowych, umożliwiającymi przekształcanie tekstów znakowych.

Wadą obecnych wersji interpreterów języka LOGO są nieefektywne operacje arytmetyczne, praktycznie uniemożliwiające realizację nieco bardziej rozbudowanych problemów numerycznych. Do rozwiązywania tych problemów bardziej nadaje się język PASCAL, który z kolei nie posiada /w swojej podstawowej wersji/ operacji graficznych. Jeżeli chcemy, aby uczniowie samodzielnie rozwiązywali proste problemy numeryczne z matematyki, fizyki itp. przy wykorzystaniu komputera musimy ich także nauczyć programowania w języku PASCAL. W przyszłości problem 2 języków zostanie prawdopodobnie rozwiązany poprzez wprowadzenie LOGO w szkole podstawowej, a PASCAL-a - w szkole średniej.

Obecnie na rynku dostępnych jest wiele programów narzędziowych, które można zaadaptować do celów dydaktycznych, mimo, iż były one opracowywane z myślą o zupełnie innym użytkowniku. Przykładem są procesory tekstów, które bez żadnych zmian uczniowie mogą wykorzystywać przy pisaniu wypracowań, referatów itp. w przedmiotach, w których występują tabelarycznie przedstawione dane /np.: geografia, fizyka/ można stosować tablice elektroniczne. Bazy danych stosowane do szybkiego wyszukiwania informacji można także wprowadzić do dydaktyki, choć nie w tak bezpośredni sposób jak poprzednie pakiety.

Problemy wykorzystania specjalnie przygotowanych programów dydaktycznych, jako szczególnie trudne i ważne zostały oddzielnie omówione w następnym punkcie referatu.

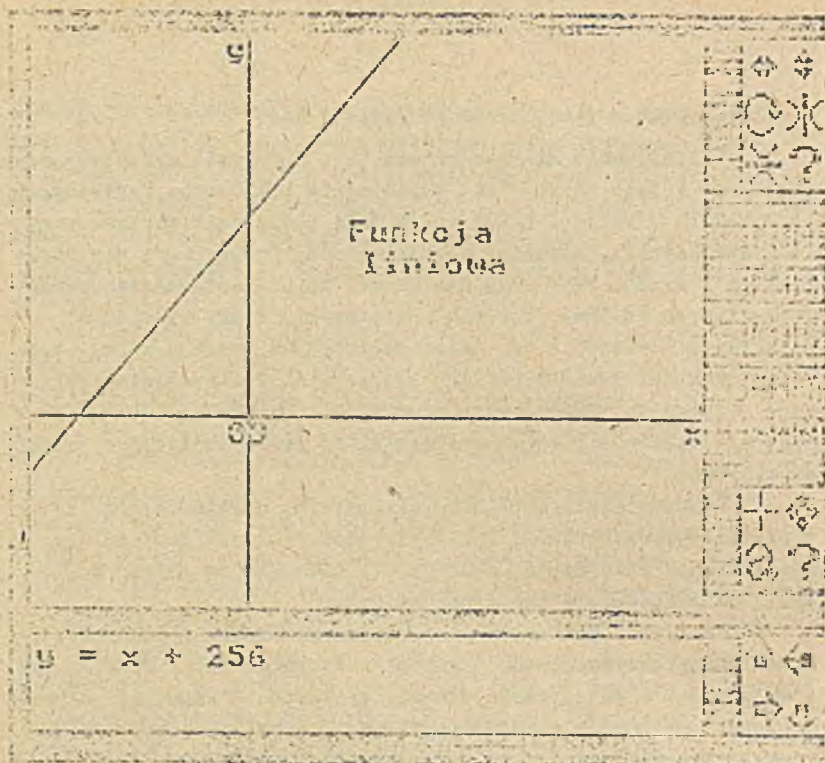
## 2. Mikrokomputer jako narzędzie dydaktyczne

Zastosowanie mikrokomputera jako narzędzia dydaktycznego wiąże się z jego potencjalną możliwością połączenia najlepszych cech takich środków dydaktycznych jak: podręcznik programowany, film dydaktyczny, magnetofon, magnetowid, foliogramy, czy nawet tablica z kredą. Przy czym nie chodzi tu o proste zastępowanie wspomnianych środków. Program komputerowy, który wyświetla na ekranie monitora ciągi zadań odczytywane przez ucznia, okraszane efektami dźwiękowymi lub graficznymi - nieudolnie naśladowuje podręcznik. Dobry program umożliwi uzyskanie efektu, którego nie dałoby się osiągnąć oddzielnie przez tradycyjne środki dydaktyczne.

Najważniejszą cechą mikrokomputera, umożliwiającą jego szerokie wprowadzenie do dydaktyki jest własność graficznego wyświetlania informacji. Funkcje obliczeniowe są ważne, o ile służą do efektywnego tworzenia obrazów.

Na rys. 1 zamieszczono przykładowe obrazy z programów dydaktycznych wyświetlane przez mikrokomputer BBC i MERITUM I/2. Brak grafiki o dużej rozdzielności praktycznie eliminuje mikrokomputer MERITUM /w podstawowej wersji/ jako narzędzie dydaktyczne. Nie może on służyć do wyświetlania wykresów funkcji, co jest jednym z ważniejszych zastosowań mikrokomputera w szkole średniej.

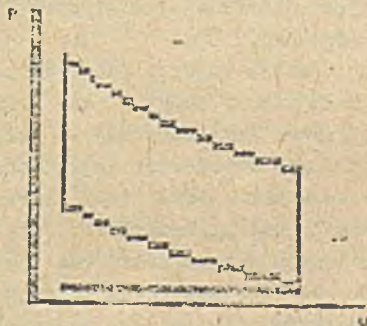
Mając do dyspozycji mikrokomputery o odpowiednich parametrach należy zapytać, kto powinien opracowywać programy dydaktyczne. Przy czym nie chodzi tu o podanie nazwy instytucji, lecz grupy zawodowej. Angażowanie do tego celu uczniów przyniesie niewielkie rezultaty. Podobnie jak samodzielna praca nauczycieli czy informatyków. Potrzebna jest zespołowa współpraca zawodowych dydaktyków z dużą praktyką z zawodowymi informatykami. Od tych ostatnich wymagana jest dogłębna znajomość mikrokomputerów i ich oprogramowania. Muszą poradzić sobie z dużą złożonością opracowywanych programów i ograniczeniami na czas ich przebiegów /szczególnie przy funkcjach graficznych/.



a/



b/



rys. 1. Przykłady obrazów tworzone w programach dydaktycznych przez mikrokomputer BBC /a/ i MERITUM 1/2 /b/



### 3. Mikrokomputerowe laboratorium dydaktyczne

W ramach niniejszego punktu zostanie omówione struktura i wyposażenie laboratoriów dydaktycznych wyposażonych w mikrokomputery typu MERITUM produkcji ZUK w Zabrze i BBC produkcji angielskiej firmy ACORN.

Docelową konfiguracją laboratorium wyposażonego w sprzęt produkcji ZUK w Zabrze przedstawiono na rys. 2. Uczniowie dostają do dyspozycji 10 mikrokomputerów typu MERITUM I/2 z dodatkowo zainstalowanymi adapterami lokalnej sieci, umożliwiającymi wspólne użytkowanie pamięci z dyskami elastycznymi podłączonymi do mikrokomputera typu MERITUM II i drukarki D-100. Adaptery sieciowe oraz z potrzebnym oprogramowaniem zostały zainstalowane w P3 WII na podstawie dokumentacji otrzymanej z Ośrodka Obliczeniowego Politechniki Śląskiej. Sieć umożliwia także realizację przesyłania programów, danych i obrazów pomiędzy poszczególnymi mikrokomputerami. Transmisja realizowana jest szeregowo, asynchronicznie z szybkością 9600 b/s.

Dodatkowo do poszczególnych mikrokomputerów typu MERITUM I/2 można podłączyć procesory graficzne /zaprojektowane i obecnie produkowane na skalę laboratoryjną przez Ośrodek Obliczeniowy Politechniki Śląskiej/ umożliwiające organizację obrazów składanych z 512x256 bezpośrednio adresowalnych punktów /standardowo dostępnych jest zaledwie 128x48 punktów/.

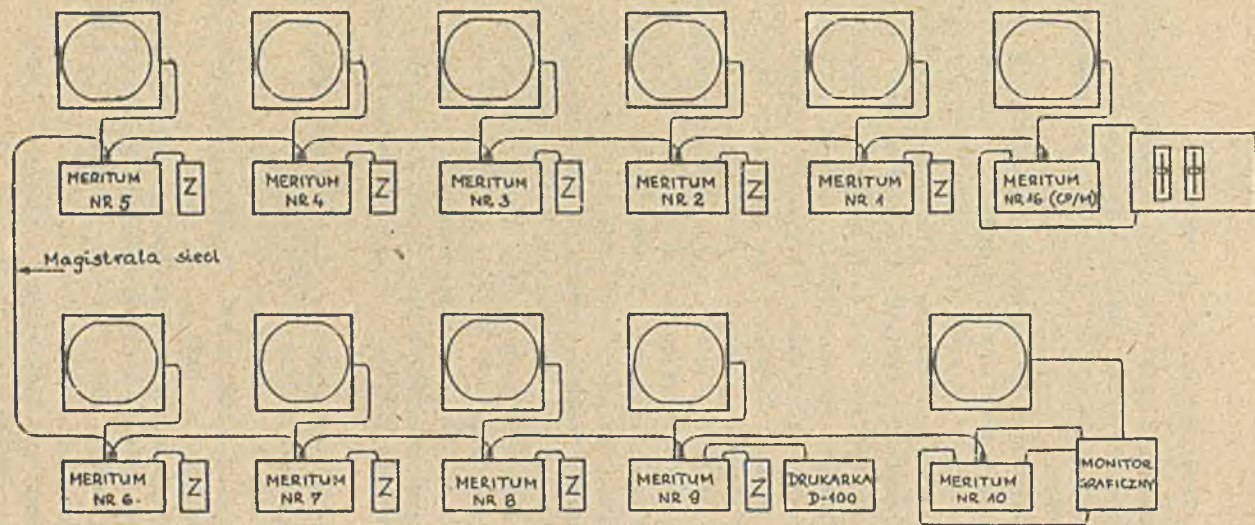
Mikrokomputer MERITUM II z pamięcią dyskową pracuje pod nadzorem systemu operacyjnego CP/M 2.2, pozostałe mikrokomputery pod nadzorem firmowego systemu operacyjnego zainstalowanego przez ZUK w Zabrze.

Obecnie dostępne są następujące ważniejsze programy narzędziowe pracujące w ramach systemu CP/M 2.2:

MOVCPM, SYSGEN, FORMAT, PIP, STAT, DUMP, LOAD, ED, ASM, M80, CREP, LEO, DDT, SID, LIB, SUMMIT, MBASIC, CRUN, CBAS, FORTRAN, FORTH, PASCALMT, WORDSTAR i dBASE II.

W pozostałych mikrokomputerach dostępne są następujące programy /w większości zaadaptowane z mikrokomputera typu ZX SPECTRUM: MONS, GENS, PROLOG, PASCAL, TASW /procesor tekstów/, FORTH1, LOGODIS /wymagany jest procesor graficzny/, C, KARTD6.

W skład laboratorium zbudowanego w oparciu o sprzęt firmy ACORN wchodzi następujące elementy:



z - zasilacz

Rys. 2. Konfiguracja dydaktycznego laboratorium zbudowanego w oparciu o mikrokomputery MERITUM

1. Stacje robocze dla uczniów, wyposażone w mikrokomputery BBC model B+ z monitorami monochromatycznymi i adapterami sieci ECONET. Do jednego mikrokomputera podłączona jest drukarka D-100.
2. Stacja obsługi dysku twardego typu Winchester wyposażona w mikrokomputer BBC model B+, monitor monochromatyczny, dodatkowy procesor 6502, dysk twardy o pojemności 30 MB i adapter sieci ECONET.
3. Stacja grafiki i obsługi dysku elastycznego wyposażona w mikrokomputer BBC model B+, monitor kolorowy, podwójną stację dysków elastycznych o łącznej pojemności 800 KB, myszka, manipulator kulewy i adapter sieci ECONET.

Poszczególne mikrokomputery połączone są ze sobą poprzez lokalną sieć ECONET, umożliwiającą wspólne użytkowanie pamięci typu Winchester, pamięci na dyskach elastycznych, drukarki D-100 oraz przesyłanie programów, danych i obrazów pomiędzy poszczególnymi mikrokomputerami.

Najważniejsze cechy zestawu to duża niezawodność pracy urządzeń, szybki i wygodny dostęp przez wszystkie mikrokomputery do pamięci zewnętrznej o dużej pojemności i dobre własności graficzne. Obrazy na ekranie mogą być wyświetlane przy użyciu 16 kolorów. Największą rozdzielność /640x256 punktów/ uzyskuje się przy 2 kolorach. Można definiować własne znaki. Teksty znakowe mogą być umieszczane w dowolnym miejscu ekranu, a nie tylko w miejscach wynikających z podziału ekranu na wiersze i kolumny. Wprowadzono ciekawą własność definiowania na ekranie monitora okna graficznego i tekstowego, przy czym mogą one się nakładać.

Na rynku angielskim dla mikrokomputera BBC istnieje niezwykle bogate oprogramowanie dydaktyczne i narzędziowe. Niestety u nas jest ono trudno osiągalne. Obecnie z języków programowania dostępny jest jedynie BASIC zapisany w pamięci ROM. Translator jest interpreterem zawierającym wiele ciekawych rozszerzeń w stosunku do standardu Microsoftu. Są to między innymi:

instrukcje strukturalne /IF-THEN-ELSE, REPEAT/, wieloliniowe definicje funkcji, procedury, zmienne lokalne, rekurencyjność procedur i funkcji, wbudowany assembler procesora 6502.

#### 4. Mikrokomputer dydaktyczny

Mikrokomputer, który ma być wykorzystywany w szkole do celów, o których była mowa wcześniej musi spełniać szereg specyficznych wymagań. Najważniejsze z nich to: "dobra grafika", dostęp do zbiorów na dyskach elastycznych i drukarki, trwałość i odporna klawiatura, "odpowiednie" oprogramowanie narzędziowe i dydaktyczne.

Termin "dobra grafika" oznacza uzyskiwanie rozdzielności 512 na 256 punktów, co najmniej 16 kolorów lub 16 stopni szarości na ekranie monochromatycznym oraz możliwość definiowania własnych znaków. Tworzenie obrazów wymaga czasochłonnych obliczeń, dlatego też w wielu przypadkach moc obliczeniowa procesorów 8-bitowych może okazać się niewystarczająca.

W praktyce dydaktycznej generalnie nie sprawdziły się pamięci kasetowe /są bardzo wolne i zawodne/, dostęp indywidualnie lub poprzez sieć do pamięci z dyskami elastycznymi jest absolutną koniecznością.

Odpowiednie oprogramowanie narzędziowe to translatory języków LOGO, PASCAL, BASIC, C, edytory tekstów, tablice elektroniczne i bazy danych.

dr inż. Józef IWANIAK  
mgr inż. Leopold KOWALSKI  
dr inż. Józef PISKORZ  
mgr inż. Leopold ŻUREK

## INFORMATYKA W TERYTORIALNYM SYSTEMIE KIEROWANIA SIŁAMI ZBROJNYMI I EFEKTYWNOŚĆ ZASTOSOWAŃ

### 1. Doskonalenie współczesnych systemów kierowania siłami zbrojnymi

We wszystkich współczesnych armiach obserwujemy burzliwy rozwój techniki bojowej. Dotyczy to w całej rozciągłości naszych sił zbrojnych. Nastąpiło nasycenie jednostek wojskowych ogromną ilością sprzętu bojowego i zabezpieczającego. Obok rozwoju ilościowego, radykalne zmiany wystąpiły w płaszczyźnie jakościowej. Sprzęt przeznaczony do zastosowań militarnych stał się niezwykle skomplikowany, wymaga wysoce specjalizowanej obsługi i precyzyjnej organizacji współdziałania. Równocześnie, współczesna strategia i taktyka wypracowała nowe metody prowadzenia walki. Przewidywany obraz pola walki ulega zasadniczym przeobrażeniom. To również implikuje jakościowo inne wymagania na sprawność procesów decyzyjnych zarówno okresu wojennego jak i przygotowawczego oraz pokojowego. Stan zorganizowania terytorialnego systemu kierowania siłami zbrojnymi ma bezpośredni wpływ na sprawność armii w działaniach wojennych, szczególnie w jej początkowym okresie.

Reasumując, duża skala i złożoność procesów eksploatacji i obsługi sprzętu wojskowego, konieczność zapewnienia sprawnego i niezawodnego zaopatrzenia materiałowo-technicznego, wysokie wymagania odnoszące się do wyszkolenia specjalistów wojsko-

wych, ich doboru i wykorzystania, konieczność organizacyjnego zabezpieczenia osiągania wyższych stanów gotowości bojowej w coraz krótszych czasach implikują potrzebę stałego doskonalenia terytorialnego systemu kierowania siłami zbrojnymi.

Doskonalenie systemu kierowania obejmuje wiele związanych ze sobą problemów. Dotyczą one zasad i procedur przygotowania i podejmowania decyzji w poszczególnych ogniwach decyzyjnych. • Celem doskonalenia systemu kierowania siłami zbrojnymi jest przybliżenia jego funkcjonowania do stanu pozwalającego dokonywać racjonalnych wyborów.

Wybory te dotyczą takich zagadnień, jak:

- rozwiązań strategicznych i operacyjnych,
- struktur organizacyjnych,
- poziomu ukompletowania kadrowego i sprzętowego poszczególnych jednostek wojskowych,
- kompetencji i zasad współdziałania komórek organizacyjnych terytorialnego systemu kierowania,
- zabezpieczenia materiałowo-technicznego,
- zabezpieczenia kwatermistrzowskiego,
- procesu szkolenia i utrzymywania gotowości bojowej,
- polityki kadrowej,
- motywacji grupowych i indywidualnych.

Poprawne funkcjonowanie terytorialnego systemu kierowania siłami zbrojnymi i jego doskonalenie podnosi zdolność obronną państwa oraz wpływa pozytywnie na efektywność ekonomiczną funkcjonowania sił zbrojnych. To rodzi potrzebę ciągłego doskonalenia. Z drugiej strony, rosną możliwości efektywnych modyfikacji procesu przygotowania i podejmowania decyzji. Rozwijane są metody, coraz skuteczniejsze i coraz bardziej przystające do praktyki, które można zastosować w procesach

decyzyjnych.

Możliwości zastosowania nowych metod przygotowania i podejmowania decyzji, opartych o ilościowe obliczenia oraz naukowo uzasadnione analizy niewspółmiernie rozrosły wraz z rozwojem informatyki. Początkowo szczupłe środki informatyczne pozwalały jedynie na wspomaganie elementarnych zadań kierowania o małym zakresie informacyjnym i prostej strukturze wewnętrznej. Charakterystyki techniczne ówczesnych środków informatycznych decydowały o kierunkach ich zastosowań. Były to zwykle systemy o charakterze ewidencyjno-sprawozdawczym, obejmujące autonomiczne zagadnienia poszczególnych komórek organizacyjnych, realizujące mało skomplikowane procedury przetwarzania danych. Zwiększenie szybkości obliczeń oraz pojemności pamięci komputerów rozszerzyło ich możliwości zastosowań zarówno w sensie zakresu problemowego jak i zasięgu systemu w strukturze wojska. Ostatnie lata przyniosły burzliwy rozwój mini- oraz mikrokomputerów a także urządzeń wejścia i wyjścia. Daje to jakościowo nowe możliwości aplikacyjne informatyki. Współczesna technika i oprogramowanie umożliwiają utrzymywanie praktycznie nieograniczonych ilości danych i przeprowadzenie obliczeń o bardzo skomplikowanej strukturze wewnętrznej. Otworzyły się więc potencjalne możliwości analizy wielu wariantów decyzji, prognozowania ich skutków, dokonywania wieloaspektowych ocen, sprawdzania spełniania ograniczeń. Postęp w oprogramowaniu i oprzyrządowaniu procesu wprowadzania i wyprowadzania danych umożliwia bezpośrednie korzystanie z techniki komputerowej użytkownikom systemów informatycznych bez konieczności ich szkolenia z dziedzin ściśle informatycznych.

Należy podkreślić, że informatyka jest narzędziem umożliwiającym skuteczne i efektywne doskonalenie procesów informa-

cyjnych, ale nie jest w stanie zastąpić działań dotyczących doskonalenia innych zagadnień, choć może częściowo łagodzić trudności wynikające z nieracjonalnych rozwiązań strukturalnych bądź kompetencyjnych przez wykorzystanie możliwości technicznych komputerów. Oczekiwane efekty można uzyskać wyłącznie wtedy, gdy usprawnianie procesów informacyjnych realizowane jest w sposób spójny z działaniami w pozostałych obszarach problemowych. Główne relacje między tymi działaniami są takie, że podstawą merytoryczną informatyzacji procesów zarządzania są ustalenia dotyczące procesów wypracowywania decyzji, z drugiej zaś strony aktualne możliwości informatyki ograniczają obszar możliwych rozwiązań w obszarze decyzji. Aby proces informatyzacji był efektywny a jego wynik spełniał oczekiwania użytkowników muszą być wzięte pod uwagę obydwa aspekty tych relacji, zarówno fakt merytorycznego wynikania obszarów informatyzacji z całościowej koncepcji doskonalenia systemu kierowania, jak i uwzględnienie istniejących uwarunkowań technicznych i kadrowych.

Niepełna spójność prac informatycznych z zamiarami usprawnień pozainformatycznych uniemożliwia uzyskanie pełnych efektów, które potencjalnie zawarte są w metodach i środkach informatyki. Istnieje wtedy również niebezpieczeństwo nie przyjęcia rozwiązań informatycznych ze względu na konieczność dopasowań sąsiadujących obszarów procesu kierowania nie przewidywanych wcześniej do modyfikacji.

Z drugiej zaś strony, zbyt ambitne koncepcje informatyzacji, nierealizowalne efektywnie na dysponowanym sprzęcie technicznym zwykle przynoszą rozczarowania wszystkim uczestnikom procesu informatyzacji oraz podrywają zaufanie użytkowników do możliwości informatyki. Podobnie, negatywne efekty uzyskuje się realizując duże prace w zespołach projektowych zbyt słabych li-



cznie lub nieprzygotowanych merytorycznie. Następuje wtedy wydłużanie procesu projektowego, co powoduje dezaktualizację założeń wstępnych, zmianę warunków w zakresie możliwości bazy technicznej i w efekcie powstaje po wieloletniej pracy system informatyczny od początku przestarzały pod względem koncepcyjnym i technicznym.

## 2. Identyfikacja obszarów zastosowań informatyki

Trafny dobór obszaru zastosowań metod i środków informatyki do wspomagania procesu kierowania jest problemem niezwykle istotnym. Poprawność jego rozwiązania wpływa na finalną efektywność wdrożonego systemu informatycznego, częstokroć jest to czynnik dominujący. Wynika stąd konieczność położenia należytego akcentu na tę fazę projektowania. Potrzebny jest tutaj określony wysiłek organizacyjny i merytoryczny, którego nie daje się zastąpić przedsięwzięciami realizowanymi w dalszych etapach projektowania.

Możemy wyróżnić trzy obszary zastosowań informatyki, które charakteryzują się różnymi cechami z punktu widzenia wymagań na procedurę określania potrzeb odnośnie informatyzacji.

Pierwszy obszar to informatyzacja prostych procedur ewidencjonowania i przetwarzania informacji w ogniwach zarządzania o charakterze administracyjnym i finansowym. Uzyskuje się wówczas efekty polegające głównie na odciążeniu ludzi od wykonywania rutynowych, powtarzalnych czynności ewidencyjnych i obrachunkowych. W obszarze tym na ogół nie uzyskuje się efektów zewnętrznych w stosunku do komórki organizacyjnej, w której zastosowano informatykę, unowocześnia się natomiast tech-

nologię pracy urzędniczej. Początkowy okres doświadczeń informatycznych w Terytorialnym Systemie Kierowania Siłami Zbrojnymi dotyczył w zasadzie wyłącznie tego obszaru zastosowań informatyki. Taką sytuację należy uznać za naturalną. Sprzyjała ona w miarę łagodnemu wchodzeniu zarówno użytkownika jak i projektanta-informatyka w nową /ówcześnie/ dziedzinę nauki i techniki. W obszarze tym potrzeby informacyjne mogą zostać określone zarówno przez użytkownika jak i organa projektowe w oparciu o wiedzę o informatyzacji tego typu zadań w innych instytucjach czy też innych krajach. Obecnie, część systemów użytkowych tej klasy stanowi wyposażenie większości bibliotek oprogramowania standardowego komputerów produkowanych przez duże firmy. Projektowanie takich systemów informatycznych może się więc w niektórych przypadkach sprowadzić do adaptacji standardów do potrzeb konkretnego systemu.

Drugi obszar stanowi informatyzacja procesów przetwarzania dużych zbiorów informacji za pomocą prostych procedur przetwarzania. Efekty tu uzyskane polegają na umożliwieniu przetwarzania dużych zbiorów danych w wymaganym czasie, co byłoby niemożliwe w systemie tradycyjnym. Zwiększają się w ten sposób możliwości wieloaspektowych analiz koniecznych do przeprowadzenia w trakcie procesu przygotowania decyzji. Ten typ systemów informatycznych zaczął dominować gdy charakterystyki techniczne komputerów zaczęły zapewniać odpowiednio duże prędkości obliczeń oraz utrzymywanie dużych zbiorów danych. Potrzeby odnośnie informatyzacji w tym obszarze zastosowań mogą być określone przez zespół złożony z przedstawicieli użytkownika i organu projektowego. Użytkownik stwierdza potrzebę informatyzacji w oparciu o analizę zadań kierowania realizowanych dotychczasowymi metodami i występujące trudności

ci realizacji zadań w systemie tradycyjnym. Projektant-informatyk określa pozostałe warunki informatyzacji, ocenia realność przedsięwzięcia z punktu widzenia bazy technicznej, normatywnej i kadrowej.

Trzeci obszar zastosowań informatyki stanowi informatyzacja procesów decyzyjnych. Wykorzystanie możliwości metod i środków informatyki w tej dziedzinie może przynieść największe efekty. Ich istota polega na bezpośrednim podnoszeniu jakości podejmowanych decyzji w oparciu o możliwości przeprowadzenia wszechstronnych analiz sytuacji decyzyjnej, sprawdzeniu wielu wariantów decyzji i jej elementów, wyprognozowania pośrednich i bezpośrednich skutków różnych decyzji przed ich wprowadzeniem w życie. Potencjalnie duże efekty wynikają z tego, że przejawiają się one w podsystemie wykonawczych /roboczym/. Dotyczą więc procesów, na które ponoszone są znaczne nakłady. Minimalna poprawa przebiegu procesu roboczego według miar względnych przynosi olbrzymie oszczędności w miarach bezwzględnych. W obszarze trzecim potrzeba informatyzacji jest skutkiem analizy stanu funkcjonowania systemu decyzyjnego i podjęcia prac doskonalących ten system. Jest to problem wielowarstwowy, w którego rozwiązaniu uczestniczyć musi zespół interdyscyplinarny z udziałem przedstawicieli ogniw decyzyjnych, analityków ze znajomością metod matematycznych i informatyków. Sądzimy, że skala zastosowań w tym obszarze jest dalece niewystarczająca, zarówno z punktu widzenia potrzeb, jak i możliwości.

Odrębnym obszarem zastosowań informatyki jest informatyzacja wewnętrznych przedsięwzięć organów informatyki. Specyfika tego obszaru polega na tym, że użytkownikiem systemu jest wykwalifikowany informatyk. Rozwinięcie skali tych zastosowań prowadzi do zwiększenia skuteczności i efektywności

prac projektowych.

Dla potrzeb opracowania wieloletnich i perspektywicznych zamierzeń informatycznych opracowywane są prognozy informatyzacji w Terytorialnym Systemie Kierowania Siłami Zbrojnymi. Dotyczą one wszystkich trzech obszarów, omówionych wyżej. O ile jednak wskazanie potrzeby informatyzacji w odniesieniu do obszaru pierwszego jest prawie równoznaczne z jej zdefiniowaniem, to już w obszarze drugim ma charakter wstępny i jej zdefiniowanie wymaga uruchomienia oddzielnego przedsięwzięcia. W obszarze trzecim wskazanie potrzeby dotyczy w zasadzie problemu kierowania a nie informatyzacji i nie może być w sposób kompetentny zrealizowane przez samych informatyków. Prognozy wieloletnie powinny określać zamierzenia w kategoriach kierunkowych, ustalać priorytety działań a nie zadania realizacyjne. Należy przy tym stwierdzić, że prognozy te są przewidywaniem przebiegu procesu sterowanego; przed ich określeniem konieczne jest więc ustalenie wariantowych założeń strategicznych, dla których dopiero można przewidywać szczegółowiej przebiegi i skutki.

### 3. Stan zastosowań informatyki z punktu widzenia instytutu

Początkowy okres zastosowań informatyki w siłach zbrojnych miał charakter eksperymentalny. Zadecydowało o tym szereg czynników a głównie dostępny sprzęt techniczny, stan metod projektowania systemów informatycznych, poziom doświadczeń pracowników informatyki, a także stopień sprecyzowania procedur kierowania.

Ze względu na uwarunkowania natury ogólniejszej w okresie

lat siedemdziesiątych głównymi tendencjami w zastosowaniach informatyki w siłach zbrojnych stała się budowa systemów o charakterze bazowym. Należą do nich takie systemy, jak np. ILOCZYN-W, HERC i SPIRALA-O1.

Drugą tendencją była budowa systemów o charakterze ewidencyjno-sprawozdawczym i analitycznym.

Zaliczyć do tej grupy można JARD, PROCES, ARSZYN-C w obszarze materiałowo-technicznym, RUCH-PKF, LEMAT, INFINTUM, ŁANCUCH - obszarze kwatermistrzowskim oraz SPIRALA-K1 w obszarze kadrowym.

Ponadto zrealizowano wiele systemów informatycznych o charakterze lokalnym.

Systemy te realizowane były na komputerach serii ODRA, które w zasadzie umożliwiały prace wsadową, ze znacznymi ograniczeniami w zakresie efektywnego przetwarzania dużych zbiorów informacji, wynikającymi z szybkości ich działania, parametrów dysponowanych pamięci masowych oraz parametrów niezawodnościowych.

Możliwości eksploatacyjne i cechy komputerów ODRA zadecydowały o wybieranych obszarach informatyzacji, ograniczonych do centralnego i okręgowego szczebla kierowania.

Wsadowy tryb użytkowania komputerów był przyczyną tego, że informatyzacji podlegała głównie ewidencja oraz cyklicznie realizowane funkcje kierowania, a więc sprawozdawczość i planowanie. Przy tym, zastosowanie informatyki w planowaniu miało charakter obliczeń wstępnych, w oparciu o zależności normatywne. Wszelkie dalsze zadania planistyczne o charakterze gry decyzyjnej realizowane były poza informatyką.

Użyteczność tej klasy systemów informatycznych polegała głównie na porządkowaniu zasobów informacyjnych zarządzania i zapewnieniu terminowego ich przetworzenia dla potrzeb rea-

lizacji zadań użytkownika. Wykonanie tych zadań przetwarzania w sposób tradycyjny byłoby na ogół niemożliwe.

Czynnikiem ograniczającym efektywność funkcjonowania tak skonstruowanych systemów informatycznych był brak informatyzacji dołowych ogniw kierowania, stanowiących źródła informacji. W tej sytuacji źródła danych oddalone terytorialnie od ośrodków przetwarzania i niezainteresowane w sposób bezpośredni jakością wyników pracy systemu informatycznego, a także nie dysponujące żadnymi urządzeniami technicznymi nie były w stanie dostarczać informacji o wysokim stopniu wiarygodności. Dużą ilość błędnych danych wymuszała konieczność uruchamiania długotrwałej i kosztownej procedury korekty błędnych danych w źródłach i ponownego ich przesyłania do ośrodków przetwarzania.

Wszystkie te trudności obniżały użyteczność i efektywność zastosowań informatyki a czasem powodowały brak zaufania do informatyki jako sprawnego narzędzia zbierania i przetwarzania informacji.

Było to również przyczyną, że informatyka mogła być stosowana tylko do realizacji funkcji o długim cyklu realizacji, nie mogła natomiast odegrać większej roli w realizacji bieżących zadań kierowania, stanowiących większość obciążenia pracowników komórek sztabowych sił zbrojnych.

Upowszechnienie mini- i mikrokomputerów stworzyło warunki do kompleksowej informatyzacji od dołowych ogniw kierowania do szczebla centralnego.

Pierwsze próby informatyzacji dołowych ogniw kierowania pojawiły się już w latach siedemdziesiątych /OBSZAR-4/ i wskazywały na dużą ich użyteczność.

Ponadto do tej grupy zastosowań zaliczyć można OBSZAR-SU1, OBSZAR-SU2 w problematyce materiałowo-technicznej, ROTACJA-M1

w problematyce uzupełnieniowej i OBSZAR-SK w problematyce kwatermistrzowskiej.

Wykonane w ostatnich latach i opracowywane aktualnie systemy informatyczne dołowych ogniw kierowania oddziałów gospodarczych, wojskowych komend uzupełnień i składnic materiałowo-technicznych mają charakter systemów wielofunkcyjnych realizujących zadania użytkowe tych ogniw kierowania a także stają się w naturalny sposób - źródłami informacji dla systemów informatycznych wyższych szczebli zarządzania.

Wymienić tu można SI SPIRALA-MU w problematyce uzupełnieniowej, SIGMAT-S i SIGMAT-SC w problematyce materiałowo-technicznej oraz OBSZAR-RSK w problematyce kwatermistrzowskiej.

Równocześnie unowocześnianie bazy technicznej systemów informatycznych szczebla okręgowego i centralnego stworzy możliwość efektywnego wspomaganie przez informatykę wszystkich szczebli zarządzania w terytorialnym systemie kierowania siłami zbrojnymi.

Dobre parametry techniczne współczesnego sprzętu i możliwość pracy konwersacyjnej stwarza warunki budowy systemów aktywnych wspomagających bezpośrednio nie tylko procesy przygotowania informacji ale również procesy decyzyjne.

Przykładem takiego rozwiązania jest system informatyczny planowania eksploatacji sprzętu technicznego SIGNUM-PR, który pozwala decydentowi na przeprowadzenie gry decyzyjnej umożliwiającej konwersacyjne poszukiwanie optymalnych rozwiązań.

Podobne prace realizowane są w problematyce mobilizacyjnej.

Projektowany SI SPIRALA-M5 pozwoli decydentom na dokonanie optymalnego rozdziału zasobów poborowych oraz wygenerowanie niezbędnych charakterystyk jakościowych planu.

Innym istotnym czynnikiem wpływającym na użyteczność zastosowań informatyki jest długość cyklu projektowego. Skracanie długości tego cyklu możliwe dzięki wykorzystaniu standardowych systemów oprogramowania użytkowego, np. Datatrive, dBase - umożliwi wykonanie implementacji systemu w krótkim okresie czasu, zanim zmienią się uwarunkowania, dla których projektowany był system.

Podsumowując ten wątek referatu można stwierdzić, że użyteczność<sup>1</sup> efektywność zastosowań informatyki w terytorialnym systemie zarządzania siłami zbrojnymi rośnie a wzrost ten uwarunkowany jest wzrostem:

- oferty sprzętowej - umożliwiającej racjonalny dobór sprzętu do realizowanych zadań użytkowych,
- stopnia wykorzystania standardowych systemów oprogramowania użytkowego - umożliwiającym oddawanie do użytku systemów "na dziś",
- koncentracji sił na wybranych obszarach - umożliwiającym poprawę jakości wykonywanych systemów informatycznych.

#### 4. Stan warsztatu projektanta

Rozwój warsztatu projektanta może być rozpatrywany w wielu związanych wzajemnie ze sobą sferach. Ponieważ metody projektowania i wytwarzania oprogramowania będą przedmiotem osobnego referatu, rozważymy tu krótko zagadnienia warsztatu projektanta w sferze techniczno-technologicznej i organizacyjno-metodologicznej.

Fazy rozwoju warsztatu projektanta, wyróżnione z tych punktów widzenia nie są rozdzielne w czasie i możliwe do



sekwencyjnego wyróżniania. W związku z tym przedstawimy tu tylko drogę, którą przeszliśmy w minionym ćwierćwieczu, z wymienionych punktów widzenia.

Największy wpływ na rozwój warsztatu projektanta miał rozwój bazy techniczno-technologicznej procesu projektowania. Obserwujemy tu przejście od pracy bazującej na kartce papieru i ołówku do pracy projektanta i programisty na końcuce komputera, z wykorzystaniem pakietów wspomagających pracę projektanta typu PSL/PSA, systemów baz danych typu DMS-2, Datatrieve oraz dBase a także edytorów dla potrzeb opracowania programów w językach programowania wysokiego poziomu.

Zmiany te spowodowały zmniejszenia ilości czynności w procesie tworzenia systemu informatycznego, eliminując najmniej twórcze czynności tego procesu i w ten sposób umożliwiając skrócenie cyklu projektowania systemu i poprawę jakości rozwiązań.

W szczególności zastosowanie edytorów umożliwia konwersyjną tworzenie programu w pamięci komputera, eliminując uciążliwe czynności przepisywania instrukcji programowych na formularzu a następnie przenoszenia ich na MMD.

Zastosowanie pakietu PSL/PSA wprowadza elementy standaryzacji procesu projektowania i umożliwia poprawę jakości projektów przez wykrywanie niekompletności i sprzeczności w różnych elementach projektu.

Wykorzystanie systemów baz danych typu DMS-2 lub dBase standaryzuje proces projektowania oraz umożliwia eliminację pracochłonnych i czasochłonnych zadań oprogramowania wejścia i wyjścia systemów oraz prostego przetwarzania danych, przyspieszając kilkakrotnie proces tworzenia systemu.

W sferze organizacyjno-metodologicznej przeszliśmy również długą drogę. Od pracy, w której ustalone były wyłącznie treść i forma dokumentów wejściowych i wynikowych, a sposób realizacji projektu był sztuką, poprzez fazę formalizacji dokumentacji, która charakteryzowała się obligowaniem projektanta do przedstawienia najważniejszych wyników jego pracy w ustalony sposób, po realizację prac projektowych ustaloną instrukcjami użytkownika standardowych narzędzi projektowania typu PSL/PSA czy dBase.

Zasygnalizowane przemiany warsztatu projektanta nie dotyczą w jednakowy sposób wszystkich ośrodków projektowych i obszarów zastosowań informatyki w siłach zbrojnych.

Stopień zaawansowania tych przemian zależy jest od sprzętu technicznego, na którym bazować ma system, funkcji użytkowych, które będą w systemie realizowane a także od stopnia innowacyjności zespołów, klimatu do podejmowania ryzyka oraz możliwości kadrowych rozpoznawania standardowego oprogramowania użytkowego dostępnego sprzętu.

Dynamika rozwoju warsztatu projektowego zależy również od ustaleń natury organizacyjnej, od tego na ile rozwinięty będzie front prac nad tym warsztatem. Można stwierdzić, że poświęcony na ten kierunek czas pracy i wysiłek organów projektowych może dać największe efekty w postaci przyszłego skrócenia czasów projektowania i polepszania jakości oddawanych projektów.

## 5. Wnioski

Dotychczasowe doświadczenia zebrane w trakcie prac projektowych w Terytorialnym Systemie Kierowania Siłami Zbrojnymi, podczas wdrażania projektów do praktyki życia wojskowego, poprzez obserwowane uzyskanych efektów, na podstawie występujących trudności i niepowodzeń pozwalają - jak sądzimy - sformułować kilka podstawowych zasad, które powinny być stosowane w przyszłości.

1<sup>o</sup> Istnieje potrzeba koncentracji wysiłku na wyselekcjonowanych kierunkach działań. Zbyt szeroki front prac wydłuża proces projektowania i obniża jego jakość. Sądzymy, że taka strategia postępowania w dłuższym okresie czasu może przynieść tylko i wyłącznie zwiększenie dynamiki informatyzacji Terytorialnego Systemu Kierowania Siłami Zbrojnymi.

2<sup>o</sup> Sądzymy, że dalsza specjalizacja zespołów wykonawczych powinna odbywać się według specjalności informatycznych, a nie kierunków zastosowań. Dotyczy to w szczególności dalszych faz projektowych, w mniejszym stopniu analizy systemu. Pozwoli to w większym stopniu wykorzystać możliwości - stałe i dynamicznie zmieniające się - sprzętu informatycznego. Pozwoli poprawić jakość poszczególnych elementów projektu.

3<sup>o</sup> Należy zintensyfikować działania zmierzające do szerszego stosowania standardów oprogramowania, szczególnie w pierwszym i drugim obszarze zastosowań informatyki. Jest to w pełni możliwe, doświadczenia światowe wykazują takie właśnie trendy. Uwarunkowane jest to uruchomieniem prac, które zapewniłyby pełne rozpoznanie oprogramowania oferowanego przez producentów sprzętu.

4<sup>o</sup> Podstawowym kierunkiem zastosowań informatyki powinien

szawać się obszar trzeci, to znaczy wspomaganie komputerowe procesów podejmowania decyzji. Upoważniają to tego wniosku zarówno aktualne możliwości sprzętu i oprogramowania jak i zdobyte doświadczenia informatyczne użytkowników i informatyków.

Dopiero w tym obszarze zastosowań możemy liczyć na uzyskanie efektów na miarę możliwości metod i środków informatyki oraz ponoszonych na ten cel nakładów.

Poza wymienionymi zasadami natury podstawowej dwudziestopięcioletnie doświadczenia pozwoliły sprecyzować kierunki doskonalenia naszej działalności w kwestiach szczegółowych, które w sumie powinny dać oczekiwane rezultaty w procesie informatyzacji Terytorialnego Systemu Kierowania Siłami Zbrojnymi.

dr inż. Stanisław JAROSIŃSKI

STAN AKTUALNY I TENDENCJE ROZWOJOWE  
ARCHITEKTURY KOMPUTERÓW CYFROWYCH

Wstęp

Informatyka, wyłączając ludzi, opiera się na trzech składowych: technologia, architektura i oprogramowanie. Technologia w ciągu minionych 40 lat dokonała olbrzymiego kroku naprzód - od lamp elektronowych do układów VLSI. Liczba tranzystorów w tych układach dochodzi już do kilkuset tysięcy. W tym samym okresie ani architektura, ani oprogramowanie komputerów nie dokonały porównywalnego skoku. W rezultacie, rozszerzające się z każdym rokiem możliwości układów VLSI nie są w pełni wykorzystane a koszty oprogramowania coraz bardziej rosną. Uświadomienie sobie tego faktu przez ludzi odgrywających wiodącą rolę w światowej informatyce / przykładowo - John Backus - twórca FORTRANU, czy też Peter Denning - znany autorytet z dziedziny systemów operacyjnych i architektury komputerów / stało się powodem zainicjowania w ostatnich latach szeregu zakrojonych na szeroką skalę prac badawczych, których generalnym celem jest dokonanie jakościowego skoku w rozwoju sprzętu i oprogramowania / a także zastosowań / komputerów.

W tym szerokim nurcie mieszczą się zarówno prace rozwojowe nad komputerami V generacji prowadzone w ponad 30 ośrodkach Japonii, USA i Europy Zachodniej, jak i badania w dzie-

dżinie superkomputerów a także prace nad dalszym doskonaleniem komputerów konwencjonalnych. Niezależne badania, zmierzające w tym samym kierunku, finansuje również Departament Obrony USA / program "The Strategic Computing Initiative" na lata 1983-1993 /.

Według dość zgodnych opinii, komputery lat 1982-89, a szczególnie drugiej połowy lat 80-tych, należą do tzw. czwartej generacji / Tablica 1 /, która - choć nie jest tak wyraźnie zarysowana jak trzy poprzednie - ma również swoje charakterystyczne cechy sprzętowe i programowe. Pod wieloma względami jest to jednak generacja "przejściowa" przed zasadniczym skokiem jaki dokonany zostanie na początku lat 90-tych. Jest to zarazem chyba ostatnia generacja bazująca powszechnie na tzw. modelu von Neumanna liczącym już 40 lat.

### 1. Pojęcie "architektura"

Według klasycznej definicji twórców systemu IBM 360 - Amdahla, Blaauwa i Brooksa [1] - którzy w 1964 r. wprowadzili ten termin wraz z nowym systemem

"pod pojęciem architektury rozumie się opis atrybutów systemu widzialnych dla programisty, w tym koncepcji struktury i zachowania się funkcjonalnego systemu, w odróżnieniu od opisu jego sterowania i organizacji przepływu danych a także struktury logicznej i jej fizycznej implementacji".

Krócej można więc powiedzieć, że architektura jest to ta część opisu struktury i działania systemu, która jest widzialna dla programisty. Ponieważ istnieją różne poziomy języków programowania, wymagające przy pisaniu programów różnej wiedzy o kom-

Tabela 1.

GENERACJA	I	II	III	IV	V
LATA	1946 - 56	1957 - 63	1964 - 81	1982 - 89	1990 -
PRZYKŁADY KOMPUTERÓW	ENIAC EDVAC UNIVAC IBM 650	IBM 7094 CDC 6600 NCR 501	IBM 360, 370 PDP - 11 CRAY - 1 CYBER - 205	CRAY XMP IBM 30XX IBM 43XX AMDAHL 580	Szerokie zastosowanie przetwarzania rozproszone- go. Powiązanie technik komputerowych i teleko- munikacyjnych
RODZAJ KOMUNIKACJI	Telefon Dalekopis	Transmisja danych Modulacja kodowo- impulsowa	Komunikacja satelit. Mikrofalę, światło- wody, sieci	Zintegrowane sieci cyfrowe (ISON)	Szerokie zastosowanie modularności.
SPRZĘT	Lampy elektro- nowe Lampy oscylos- kopowe. Pamięci magne- tyczne bębnowe  Pamięć 2kB	Tranzystory Pamięci ferryto- we  32kB	Układy scalone Pamięci półprzewo- dnikowe Pamięci dyskowe Mikroprocesory Mikrokomputery  2MB	Systemy rozproszone VLSI Pamięci domenowe Dyski optyczne Mikrokomputery  8MB	Ultra duży stopień scale- nia Architektury równoległe Trójwymiarowe układy sca- lone Technologia GaAs Technologia złączy Josephson Elementy optyczne
OPROGRAMOWA- NIE	Języki wewnętrzne Języki symboliczne	ALGOL FORTRAN COBOL	PASCAL LISP Programy struktura- lne Grafika komputero- wa	ADA Systemy ekspertowe Języki „object-ori- ented” Szerokie stosowanie pakietów programo- wych	Języki współbieżne Programowanie funkcjonal- ne Przetwarzanie symboliczne (języki naturalne, rozpoznawanie mowy, obrazu)
WYDAJNOŚĆ	100 000 instr./s.	200 000 instr./s.	5 mega instr./s.	30 mega instr./s.	1 giga instr./s. do 1 tetra instr./s.

Generacje komputerów cyfrowych [ Wg. IEEE Spectrum, November 1983 ]

puterze / generalnie tym mniejszej im wyższy jest poziom języka programowania / - naturalną konsekwencją powyższej definicji jest fakt, że każdy komputer ma "wiele architektur", zależne od poziomu rozważań.

Obecnie wyróżnia się siedem poziomów architektury [2], z których najniższe są tylko pośrednio związane z programowaniem:

1. Systemowy
2. Języka programowania
3. Systemu operacyjnego
4. Języka wewnętrznego
5. Mikroprogramowania
6. Układów logicznych
7. Układów fizycznych

Twórcy systemu IBM 360 i pojęcia architektura mieli na myśli przede wszystkim poziom 4, którego podstawowymi atrybutami są najbardziej charakterystyczne cechy listy rozkazów rozważanego komputera. Stąd w latach 60-tych często można było spotkać publikacje, których autorzy utożsamiali architekturę komputera z jego listą rozkazów. Obecnie pojęcie architektura zostało znacznie rozszerzone w obu kierunkach. W niniejszym opracowaniu, zależnie od potrzeby, będzie mowa o różnych poziomach architektury.

## 2. Podział komputerów

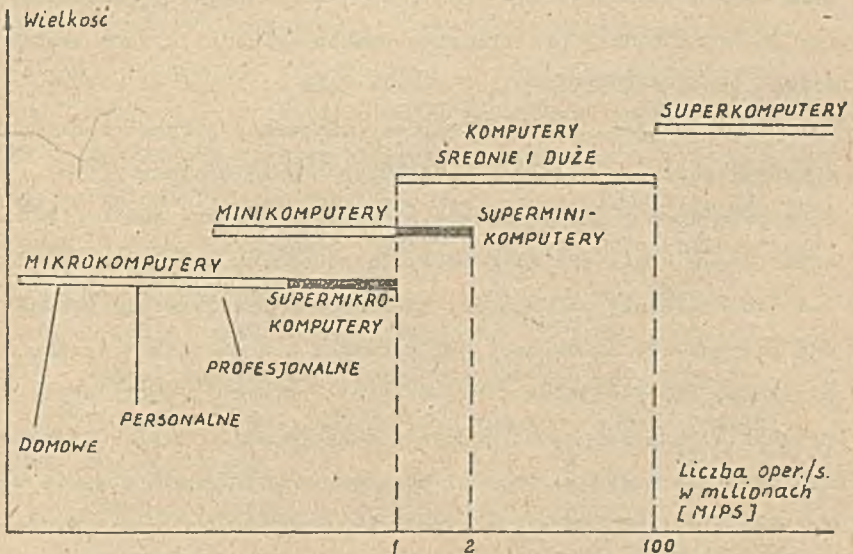
Komputery występujące aktualnie na rynkach światowych można umownie podzielić na cztery klasy / rys. 1 /:

- mikrokomputery
- minikomputery



- komputery średnie i duże
- superkomputery.

Mikrokomputery z kolei można podzielić / również arbitralnie / na domowe / ang. home /, osobiste / ang. personal / i profesjonalne / ang. workstations /.



Rys. 1. Aktualny podział komputerów cyfrowych.

W klasie minikomputerów i mikrokomputerów wyróżnia się jeszcze ostatnio [2] :

- super-minikomputery: są to 32-bitowe mikrokomputery najwyższej klasy, których reprezentatywnymi przykładami są minikomputery serii VAX-11 i VAX 8600.
- super-mikrokomputery: są to mikrokomputery wyposażone w najnowsze 16- i 32-bitowe mikroprocesory o mocach obliczeniowych zbliżonych do mocy procesorów centralnych komputerów średniej wielkości. Przykładem mikro-

komputera tego typu może być model 286/310 firmy Intel [3].

### 3. Aktualny stan technologii.

Jeden z obecnych liderów firmy Intel, Gordon Moore, w latach 60-tych postawił tezę, że rozwój technologii w nadchodzącym 20-leciu będzie przebiegał w sposób wykładniczy, na skutek czego liczba elementów w jednym układzie scalonym co rok będzie się podwajać. I tak, jeśli za rok zerowy przyjąć rok 1964, w którym powstały pierwsze pojedyncze bramki scalone  $/2^0=1/$ , to w roku 1986 w jednym układzie scalonym powinno już być  $2^{22}$ , czyli ponad 4 miliony elementów. Zależność ta z "błędem" rzędu 2-4 lat /zależnie od tego czy za podstawę przyjmie się produkcję seryjną czy laboratoryjną/ sprawdza się do dziś i trzeba przyznać, że była jedną z najbardziej trafnych długofalowych prognoz w informatyce /przedział czasu ponad 20 lat/. Oczywiście znacznie większe gęstości upakowania uzyskano w oparciu o technologie typu MOS a nie bipolarne. Ponadto najlepsze wyniki uzyskano dla pamięci, które mają znacznie bardziej regularną strukturę niż inne układy scalone takie jak mikroprocesory czy mikrokomputery jednoukładowe.

Tablica 2

Typ układu	Organizacja	Technologia	Czas dostępu [ns]	Tracona moc [mW]
IMS 140C	16k x 1	NMOS	35,45,55	660
IMS 142C	4k x 4	NMOS	45,55	605
IMS 142J	4k x 4	CMOS	25,35,45	660
IMS 160C	64k x 1	CMOS	45,55,70	440
IMS 162C	16k x 4	CMOS	45,55,70	440

Przykładowe dane dotyczące aktualnie dostępnych na rynku szybkich pamięci statycznych RAM firmy INMOS zamieszczono w tablicy 2 [Electronics, March 3, 1986] .

Najnowsze osiągnięcia w zakresie zarówno statycznych jak i dynamicznych pamięci typu RAM zaprezentowano na ostatniej międzynarodowej konferencji ISSCC /Intrnational Solid State Circuit Conference/ w lutym b.r.. Z prac zaprezentowanych na tej konferencji wynika, że obecnie największy nacisk kładzie się na zwiększenie szybkości pamięci, a dopiero w drugiej kolejności na gęstość upakowania. W zakresie pamięci DRAM osiągnięto czasy dostępu w granicach 50ns przy pojemności 1 Mb. Przykłady:

Intel Corporation, USA	1 Mb	CMOS	65 ns,
Toshiba Semiconductor, Japonia	1 Mb	CMOS	56 ns,
Mitsubishi Electric Corp, Japonia	256 kb	CMOS	45 ns.

Jeszcze lepsze wyniki osiągnięto w zakresie małych pamięci statycznych SRAM:

NEC Corporation, Japonia	16 kb	Schottky	
			4ns /1,25 $\mu$ m; 1,6 W/,
Hitachi,	Japonia	16kb	Schottky
			3,5ns /1,0 $\mu$ m; 2 W/.

W produkcji pamięci statycznych /SRAM/ o pojemności rzędu 64 kb wykorzystuje się kilka technologii: CMOS, Bi-CMOS i ECL, które zapewniają szybkość rzędu 10-15 ns. Przykładem pamięci tej klasy jest produkt firmy Hitachi o następujących danych: technologia CMOS, czas dostępu 13 ns, wydzielana moc 500 mW, tj. o połowę mniejsza od mocy konwencjonalnej pamięci bipolarnej ECL. W produkcji pamięci o pojemności 256 kb osiągnięto czasy dostępu rzędu 30 ns przy 1 $\mu$ m technologii CMOS /firmy Sony i NEC/. Firma NEC wyprodukowała również ostatnio

1 Mb pamięć EPROM w technologii CMOS /1,2  $\mu\text{m}$ / o czasie dostępu 150 ns, natomiast firma Intel 512 Kb pamięć EPROM oznaczoną 27513 w technologii HMOS II E /1,4  $\mu\text{m}$ / o czasie dostępu 200 ns.

Obecnie trwają prace nad pamięciami o pojemności powyżej 1 Mb w oparciu o nową technologię wieloelementową /ang. wafer-scale-interconnection technology/. Wynikiem tych prac, już w bieżącym roku, ma być wieloelementowy /wielkość elementu 64kb/ płyt pamięci statycznej /ang. wafer-scale SRAM/ firmy Inova o pojemności 8 Mb, czasie dostępu 60 ns i traconej mocy około 2 W.

Jak już wspomniano na wstępie, mniejsze gęstości upakowania i mniejsze szybkości osiąga się przy produkcji mikroprocesorów i mikrokomputerów jednoukładowych co związane jest z ich znacznie mniej regularnymi strukturami w porównaniu z pamięciami. W tej dziedzinie jako rekordowe dotychczas osiągnięcia można wymenić mikroprocesor firmy Intel 80386 /odpowiednik 275000 tranzystorów w jednym układzie, zegar 12 i 16 MHz, technologia CHMOS III / wyprodukowany w 1985r. i mikroprocesor firmy Hewlett Packard wyprodukowany w 1982 roku, wykorzystany w mikrokomputerze HP 9000, będący odpowiednikiem 450000 tranzystorów /technologia NMOS, zegar 18 MHz/.

Współczesne technologie oparte na krzemie /bipolarne i unipolarne/ zbliżają się powoli do dwóch "okrągłych" granic: w zakresie szybkości linii, w oparciu o którą formuje się elementy w układzie scalonym - do 1  $\mu\text{m}$  /mikrona/, a w zakresie czasu propagacji jednej bramki do 1 ns /nanosekunda= $10^{-9}$  sekundy/. Graniczne możliwości układów krzemowych w zakresie szerokości linii ocenia się na 0,25  $\mu\text{m}$ , a w zakresie czasu

propagacji na 100 ps /pikosekunda= $10^{-12}$ sekundy/. Dalsza miniaturyzacja i wzrost szybkości możliwe są już w oparciu o inne podłoże - arsenek galu /GaAs/. Arsenek galu, bardzo forsowany w programie VHSIC /ang. Very High Speed Integrated Circuits/ finansowany przez Departament Obrony USA jest już wykorzystywany nie tylko w produkcji wojskowej. Układy na GaAs są już na Zachodzie w normalnej sprzedaży. Arsenek galu umożliwia zejście z czasami propagacji do kilkudziesięciu a nawet kilkunastu ps /w temperaturze bliskiej bezwzględnego zera/. Innymi technologiami tej klasy są: HEMT /ang. High Electron Mobility Transistors/ i pracujące w temperaturze ciekłego helu złącze Josephsona, w które bardzo zainwestowała firma IBM, ale badania zakończyły się niepowodzeniem. Technologie przyszłości /chyba już XXI wieku/ to: skrajnie szybkie układy optyczne /czas przełączania rzędu 1 ps/ i układy molekularne /zapewniające ultrawielkie gęstości upakowania/.

#### 4. Wpływ nowych technologii na pracę projektantów architektury systemów.

Choć trudno jest dokładnie przewidzieć przyszły rozwój technologii, stosunkowo łatwo można określić główne czynniki, które będą miały wpływ na pracę projektantów systemów komputerowych, a także określić potrzeby w zakresie ich wiedzy i narzędzi niezbędnych do projektowania. Jednym z rzucających się w oczy kierunków rozwoju technologii jest rosnący stopień scalenia układów, czego wyrazem są nowo powstające układy o dużym i b. dużym stopniu scalenia, zastępujące dawniejsze pakiety a nawet małe komputery. I choć rosnący stopień scalenia, a także uniwersalność mikroprocesorów i mikrokomputerów będą z jednej strony przyczyniały się do ułatwienia

projektowania i bazowania na masowo produkowanych układach fabrycznych, to z drugiej strony rosnać będą również potrzeby w zakresie układów wykonywanych "na zamówienie" /ang.cus-tom/. Na skutek tego projektanci systemów będą coraz bardziej zaangażowani w projektowanie układów scalonych. Spirala złożoności układów wraz z niedoborem inżynierów o odpowiednich kwalifikacjach / w skali światowej/ a z drugiej strony parciem na coraz szybsze uruchamianie produkcji /np. dla potrzeb wojskowych/ spowodują rosnącą potrzebę automatyzacji projektowania, produkcji i testowania tych układów. Będzie to prowadzić do coraz większej integracji inżyniera z komputerem, który /komputer/ stanie się nieodłączną częścią składową nie tylko samego procesu projektowania ale całego ciągu od koncepcji i symulacji poczynając, poprzez projektowanie układów i pakietów, ich testowanie, pomiary wydajnościowe, produkcję i dokumentację. Zapotrzebowanie na tego rodzaju stanowiska pracy /ang. workstations/ do różnych celów w skali światowej gwałtownie rośnie i sięga już kilkudziesięciu tysięcy sztuk rocznie [4] .

Z powyższego wynika też, że ze względu na narzędzie przyszłego projektanta, coraz większą rolę w jego pracy będą odgrywały umiejętności i pomoce w zakresie oprogramowania. Projektowanie sprzętu przekształci się w dużym stopniu w projektowanie odpowiedniego oprogramowania.

#### 5. Mikrokomputery<sup>1/</sup>. Linia rozwojowa firmy Intel.






Pierwsze mikrokomputery pojawiły się na rynku w r.1975

---

<sup>1/</sup>Obszerną charakterystykę mikrokomputerów produkowanych w krajach RWFG zamieszcza jeden z ostatnich numerów miesięcznika "Informatyka" [6] .

i w większości przeznaczone były do samodzielnego składania /ang. assembly kits/. Powstanie i rozwój techniki mikroprocesowej są nierozłącznie związane z firmą Intel, w której cztery lata wcześniej, w r. 1971, wprowadzono pierwszy mikroprocesor. Był to cztero-bitowy 4004. Następne modele to 8008 i znany do dziś ośmiobitowy 8080 /z r. 1974/. Od tego czasu rozpoczął się lawinowy rozwój mikrokomputerów. Po dziesięciu latach sprzedano ich już 7,5 miliona a w r. 1985 - 9,1 miliona sztuk. Nie kwestionowanym liderem w zakresie produkcji sprzętu mikroprocesowego jest nadal firma Intel. Mimo dużej konkurencji krajowej /głównie Motorola/ i zagranicznej/Japonia/ większość wyrobów tej firmy staje się standardami światowymi. Podstawowym produktem firmy Intel od 1978 r. jest 16-bitowy mikroprocesor 8086 i wywodzące się od niego następne mikroprocesory zestawione w tabelicy 3

Tablica 3.

ROK	TYP	liczba bitów	zegar MHz	Adres pam.	liczba instr.	Technologia	liczba tranzystor.	obudowa	Wydajność w stos. do 8086
1974	8080	8	2,3	64 kB	78	NMOS	4500	 40 nóżek	-
1978	8086/88	16	5,8,10	1M	kilkaset	HMOS	29000	 40 nóżek	1
1981	80186/188	16	6,8	1M	kilkaset	HMOS II	100 000	 68 nóżek	2
1982	80286	16	6,8,10 12,5	16MB fiz 1GB wirt	kilkaset	HMOS III	150 000	 68 nóżek	6
1985	80386	32	12,16	4GB wirt	kilkaset	CHMOS III	275 000	 132 nóżki	18

Linia rozwojowa mikroprocesorów firmy Intel.

Architektura mikroprocesora 8086 jest powszechnie znana /patrz np. [5] / i nie ma potrzeby aby ją jeszcze raz przytaczać. Warto jedynie przypomnieć, że mikroprocesor 8088 różni się od 8086 głównie 8-bitową zewnętrzną szyną danych, co w niektórych rozwiązaniach nawiązujących do mikroprocesorów 8-bitowych jest cechą bardzo korzystną. Mikroprocesor 8086/8088 ma dwie częściowo niezależne pracujące części składowe: układ sterowania magistral BIU i układ wykonawczy EU. W układzie BIU znajduje się m.inn. 6-bajtowa kolejka rozkazów. Dzięki równoległej pracy obu układów i istnieniu wspomnianej kolejki rozkazów faza wykonania kolejnego rozkazu zachodzi w czasie na fazę pobierania następných rozkazów. Mamy tu więc do czynienia z dwustopniowym przetwarzaniem potokowym /ang. two-stage pipelining/, które w istotny sposób zwiększa efektywną szybkość pracy mikroprocesora.

Wszystkie następne mikroprocesory są zgodne programowo z podstawowym modelem 8086/88 i są układami o narastającej złożoności i coraz większej mocy obliczeniowej. Spowodowane jest to z jednej strony rozbudową struktury wewnętrznej tych mikroprocesorów a z drugiej coraz doskonalszymi technologiami /rys. 2/. Godnym podkreślenia jest fakt, że nowe funkcje wprowadzono w sposób bezkonfliktowy "obudowując" podstawowy mikroprocesor 8086.

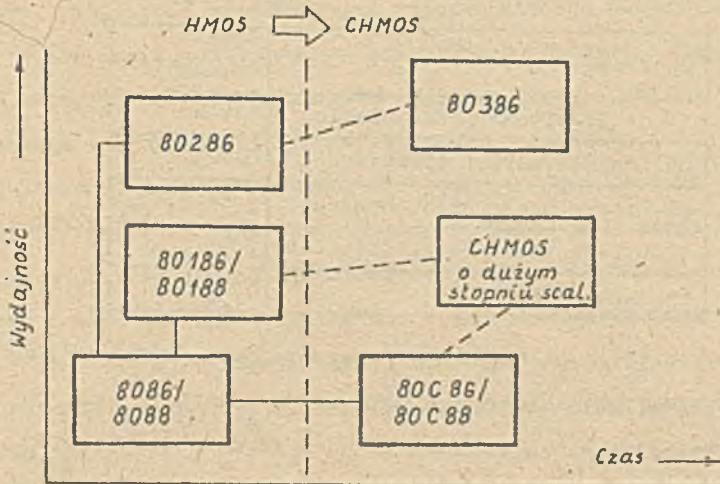
Mikroprocesor 80186/188 w stosunku do 8086/88 posiada wewnątrz 6 układów funkcjonalnych, które w 8086 musiały być montowane na pakiecie. Są to:

- 2 układy DMA,
- układ 3 niezależnych zegarów,
- kontroler magistrali lokalnej,



- kontroler przerwań,
- generator adresu układów zewnętrznych,
- programowalny generator stanu oczekiwania.

W stosunku do 8086 ma on również 10 nowych instrukcji. Jest on ciągle udoskonalany. Ostatnio [7] wprowadzono jego wersję 80186-12 opartą na  $1,5\mu$  m technologii HMOS III, z częstotliwością zegara 12,5 MHz.



Rys.2. Rodzina 16- i 32-bitowych mikroprocesorów firmy Intel. Mikroprocesor 80286 w stosunku do 8086/88 posiada wewnątrz mechanizm zarządzania i protekcji pamięci wspomagający w istotny sposób pracę systemu operacyjnego w zakresie pracy wielozadaniowej i wielodostępnej. Mechanizm ten umożliwia również wirtualizację pamięci /w oparciu o segmentację/ do pojemności 1 GB. Wewnętrzna struktura części przetwarzającej pozwala na 4-stopniowe przetwarzanie potokowe. Szybkość pracy mikroprocesora wynosi ok. 1,5 MIPS.

Mikroprocesor 30386 jest mikroprocesorem 32-bitowym, nadal zgodnym programowo z całą serią wywodzącą się z 8086. Posiada on również mechanizm zarządzania i protekcji pamięci pozwalający na organizację pamięci wirtualnej o pojemności 4 GB. Część przetwarzająca umożliwia 6-stopniowe przetwarzanie potokowo. Szybkość w granicach 3-4 MIPS. Niektóre czasy wykonywania operacji przedstawiono w tabelicy 4.

Tabela 4

Operacja	Czas wykonania
1- do 31-bitowe przesunięcie	187 ns
Obliczanie adresu efektywnego	0,125 ns
32-bitowe stałoprzec. mnożenie	0,56±2,4 μs
32-bitowe stałoprzec. dzielenie	2,4 μs
Wymiana zadań	17 μs

Aktualna cena tego mikroprocesora, wprowadzonego na rynek przed kilkoma miesiącami wynosi 295 dolarów.

Prócz mikroprocesorów i pamięci firma Intel dostarcza cały szereg układów ułatwiających tworzenie mikrokomputerów o różnorodnych strukturach. Należą do nich m.in.:

- koprocесory arytmetyczne 8087, 80187, 80287,
- kontrolery umożliwiające współpracę mikrokomputerów w gwiazdźdźistej sieci IBM PC i LAN 82586/82588,
- wysokiej klasy układy DMA 82258.

Odrębną grupę stanowią układy zawierające jądra znanych systemów operacyjnych firmy Intel:

- CP/M 86 80150,
- RMX/ 86 80130,

a także układy przeznaczone do zobrazowania informacji alfa-numerycznej i graficznej:

82720, 82730, 82731.

#### 6. Komputery personalne firm IBM.

Gdy w połowie lat 70-tych firma "Apple" wprowadziła na rynek swój pierwszy mikrokomputer, nikt nie spodziewał się tak wielkiego powodzenia tych komputerów. Podobnie firma IBM, która tradycyjnie zajmowała się najpoważniejszą dotychczas częścią rynku komputerowego - komputerami średnimi i dużymi, nie zwróciła początkowo na nowe zjawisko uwagi. Dopiero gdy przewaga innych dużych firm w tej nowej dziedzinie zaczęła być wyraźna, firma IBM opracowała konkurencyjny produkt IBM PC, oparty na 16-bitowym mikroprocesorze 8088 firmy Intel. Pozycja jaką ma IBM na międzynarodowym rynku komputerowym spowodowała, że mikrokomputer ten opanował większą część rynku i stał się standardem światowym. Aktualnie linia rozwojowa komputerów personalnych firmy IBM przedstawia się następująco / tablica 5/.

Szczególnie interesujący jest ostatni mikrokomputer - IBM PC RT. Jest to pierwszy produkt firmy IBM oparty na architekturze typu RISC /mikroprocesor tego typu omawiany jest w dalszej części referatu/. Lista rozkazów 32-bitowego mikroprocesora jest bardzo prosta - większość z nich wykonuje się w jednym cyklu maszynowym wynoszącym 170 ns. Dotychczas na rynku znajdują się w sprzedaży dwa modele: IBM RT PC 6150 Model 10 i Model 20. Posiadają one pamięć główną o pojemności 1MB i 40 MB dysk stały. Mikroprocesor ma możliwość współpracy z systemem graficznym IBM 5030 i jest pomyślany głównie jako

urządzenie pracy inżyniera i pracownika naukowego [8] .

Tablica 5.

Model	Mikro-procesor	Komentarz
PC	8088	
PC Junior	"	tańszy od IBM PC
PC XT	"	Systemy operacyjne : PC/DOS firmy IBM oraz MS/DOS firmy MICROSOFT
PC XT/370	"	możliwość współpracy z IBM 370
PC 3270	"	końcówka inteligentna 3270 systemu IBM
PC 2, Popcorn	"	SO XENIX firmy MICROSOFT
PC AT	80286	możliwość współpracy z wieloma użytkownikami jednocześnie
PC RT	RISC	mikrokomputer oparty na mikroprocesorze własnej produkcji typu RISC.

Komputery personalne firmy IBM.

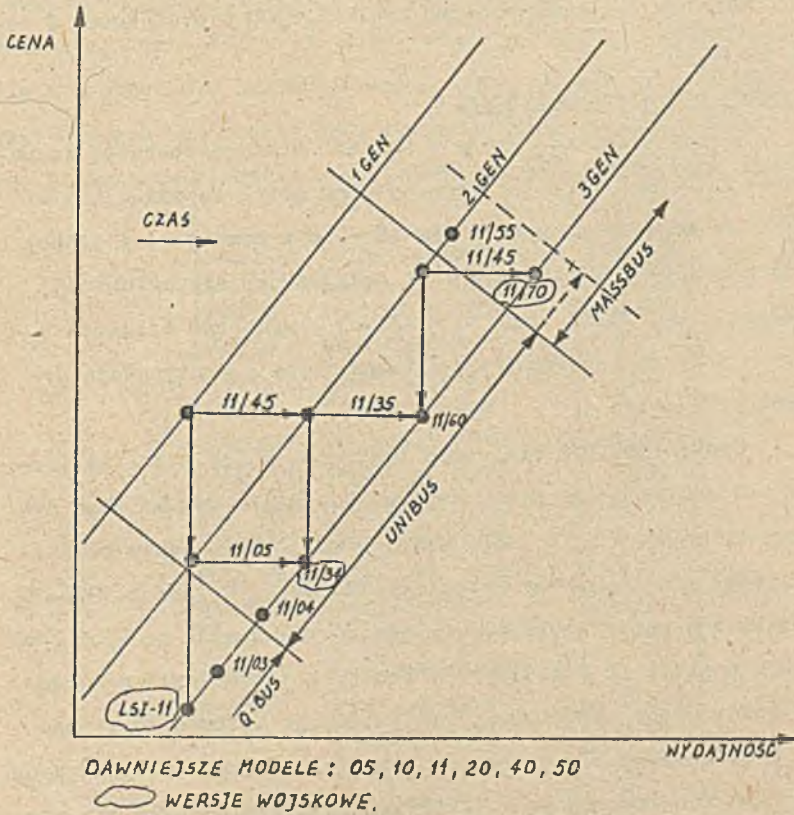
### 7. Minikomputery

W krajach zachodnich największą popularność zdobyły minikomputery firmy IBM /modele S/3, S/32, S/34, S/36, S/38 /u nas nieomal nie znane. Na drugiej pozycji plasuje się firma DEC a następnie Hewlett Packard. Ze względu na minikomputery produkowane w krajach RWPG [9] najbardziej interesująca z naszego punktu widzenia jest linia rozwojowa firmy DEC.

Firma ta weszła na rynek trwale w r. 1970 obejmując swą produkcją serię procesorów, rodzinę wspólnych urządzeń zewnętrznych, systemów operacyjnych i oprogramowania użytkowego.

Serię PDP-11 zapoczątkował model 11/20. Po nim wyprodukowano łącznie kilkanaście modeli /rys.3/. W r.1975 pojawił się model

LSI-11, który zapoczątkował technologiczne przekształcanie serii PDP-11 w mikrokomputery /przykładem tego przejścia w Polsce jest MERA-60/. Architektura systemu PDP-11 jest zbyt znana /można się z nią zapoznać np. w [10] / aby ją tu przytaczać.



Rys. 3. Linia rozwojowa mikrokomputerów serii PDP-11.

W drugiej połowie lat 70-tych pojawiły się mikrokomputery firmy DEC o nazwie VAX-11. Są to mikrokomputery 32-bitowe, znacznie wyższej klasy niż PDP-11. Dotychczas największą popularność zdobyły modele: VAX-11/730, VAX-11/750 i VAX-11/780.

Najnowszym produktem firmy DEC jest aktualnie super-minikomputer VAX 8800 [1]. Jest to skupiony / ang. tightly - coupled/ system dwuprosesowy o wydajności 12-krotnie wyższej od modelu VAX-11/780. Wykonany on jest w technologii ECL na 22-warstwowych pakietach. Prócz modelu 8800 istnieją dwa mniejsze: 8200 - o wydajności porównywalnej z modelem VAX-11/780, ale o połowę niższej cenie i 8300 o wydajności 2 razy większej.

### 8. Komputery średnie i duże.

Komputerami tej klasy w krajach naszego obozu są komputery JS RIAD. Z rozwojem tego systemu można zapoznać się w [9]. Ze względu na powiązania JS RIAD z komputerami systemów: IBM 360 i 370 istotne jest przyjrzenie się aktualnej produkcji tej firmy, gdyż w zakresie komputerów średnic i dużych jest ona /produkcja/ w dużym stopniu kontynuacją Systemu/370.

System/360 był pierwszym systemem, który zapewnił firmie IBM dominację na rynku światowym. Szczyt dostaw tego systemu wystąpił w roku 1968. Mniej więcej w tym samym czasie rozpoczął się gwałtowny rozwój technologii. W latach 1973-74 cena bitu w pamięciach półprzewodnikowych spadła poniżej ceny bitu w pamięciach rdzeniowych. Postęp w technologii spowodował też znaczne skrócenie cyklu produkcji komputerów i spadek cen. Przyczyniło się to do powstania szybko rozwijających się firm konkurencyjnych, z których największą stała się produkująca minikomputery firma DEC. Firma IBM znalazła się w trudnej sytuacji; DEC a także inne firmy minikomputerowe, które wcześniej opanowały nowe technologie, wprowadziły na rynek nowe produkty o lepszych relacjach cenowych.

Pierwszą widoczną reakcją IBM na zaistniałą sytuację było wprowadzenie w czerwcu 1976 r. nowych modeli Systemu/370. Były to modele: 138 zastępujący model 135 oraz model 143 zastępujący model 145. Bardziej zdecydowane kroki podjęto w roku 1977 wprowadzając na rynek nowe komputery o znacznie lepszych parametrach: 3031 oraz 3033. W roku 1979 pojawił się na rynku nowy komputer - IBM 4300. Dalszy rozwój komputerów wywodzących się z Systemu/370 ilustruje dolna część Tablicy 6. Wydajność wymienionych tam modeli scharakteryzowano szybkością działania procesorów mierzoną w milionach operacji na sekundę /MIPS/

Tablica 6

Model	Data wprowadzenia na rynek	Szybkość [MIPS]
360/30	kwiecień 1964	0,037
360/50	kwiecień 1964	0,178
360/65	kwiecień 1965	0,68
360/85	styczeń 1968	2,4
370/155	czerwiec 1970	0,67
370/165	czerwiec 1970	1,89
370/145	wrzesień 1970	0,32
370/158	sierpień 1972	0,87
370/168	sierpień 1972	2,3
370/168-3	marzec 1975	2,7
3033	marzec 1977	4,7
3031	czerwiec 1977	1,14
4331-1	styczeń 1979	0,22
4341-1	styczeń 1979	0,77
4341-2	wrzesień 1980	1,1
4361	brak danych	0,9-1,8
4381	brak danych	2,8-4,2
3081-D	listopad 1980	10,0
3081-K	październik 1981	14,0
3083-E	brak danych	4,0
3084-Q	wrzesień	26,0

Aktualna produkcja firmy IBM /rok 1986/, w zakresie komputerów o dużej wydajności, przedstawia się następująco /Tablica 7/. Dane zaczerpnięto z [13].

Tablica 7

Komputer	Model	Szybkość [MIPS]
3090	200	28,0
3090	400	50.0
3090	400 udosk.	-
3081	G x 1	-
3083	B x 0	-
3084	Q x 3	-
43 81	grupa 12	-
4381	grupa 13	-
4381	grupa 14	-

Największą mocą obliczeniową spośród wymienionych w tabelicy dysponują komputery serii 3090, które otrzymały nazwę Sierra [13]. W zakresie produkcji komputerów tej klasy firma IBM ma konkurentów, zarówno w USA jak i w Japonii. W USA najgroźniejszym z nich jest Amdahl Corp. Odpowiedzią tej firmy na serię Sierra jest dwuprocessorowy komputer Amdahl 5890-300 [14] o szybkości o 30% większej od IBM 3090-200. Następnym modelem firmy Amdahl będzie czteroprocessorowy model 5890-600, który będzie dostępny na rynku w 1987 r. Łącznie firma Amdahl przygotowuje modele 200, 300 i 600. W modelach tych zastosowano technologię ECL o czasie przełączania 350 ps. Czas cyklu modelu 5890-600 wynosi 15 ns a szybkość 75 MIPS.



### 9. Superkomputery

Pod pojęciem superkomputera aktualnie rozumie się komputer o szybkości powyżej 100 MIPS /miliomów oper./s /. Inną miarą jest również liczba operacji zmiennoprzecinkowych na sekundę FLOPS /ang. floating-point operation per second/. Niektóre najbardziej znane na świecie superkomputery zestawiono w tabelicy 8. Szereg innych jest aktualnie w budowie, w tym również w Europie [15]. Do końca 1985 r. na świecie było ogółem 122 superkomputerów. Do końca 1990 ma być ich 1350.

Tablica 8

Producent	Kraj	Model	Szybkość	Inne dane
Cray Research	USA	CRAY-3	$10^9$ FLOPS	16-procesor. technol. GaAs
		CRAY-X-MP		
		CRAY-2		
		CRAY-1		
ETA Systems	USA	ETA-10		
Control Data	USA	CYBER 205		
NEC	Japonia	NEC SX-2		
		NEC SX-1		
Fujitsu	Japonia	FUJITSU VP200		
		FUJITSU VP100		
Hitachi	Japonia	HITACHI S810/20		

Obecnie w związku z burzliwym rozwojem rozwiązań wielo-  
mikroprocesorowych różnice między komputerami różnych klas za-  
czynają się coraz bardziej zacierać. Przykładem tego może być  
produkowany już przez firmę Intel komputeriPSC omawiany w na-

stępnym punkcie, a także eksperymentalny komputer wielomikroprocesorowy zbudowany w Uniwersytecie Columbia [16]. Wg opinii twórców jest on dwukrotnie szybszy od superkomputera CRAY-1.

#### 10. Komputery przyszłości klasy von Neumanna

Poszukiwania architektury komputera lat 90-tych są aktualnie w toku i żadna z koncepcji /łącznie z możliwością kontynuacji dalszego rozwoju w oparciu o model von Neumanna/ nie uzyskała dotychczas zdecydowanej przewagi nad inną. Nie ulega jednak wątpliwości, że biorąc pod uwagę wieloletni cykl rozwojowy, komputera początku lat 90-tych należy szukać wśród modeli istniejących już dziś. Niektóre z nich znajdują się jeszcze w stadium eksperymentalnym i istnieją w jednym bądź w kilku egzemplarzach, inne są już dostępne na rynku. Największą przeszkodą w lansowaniu komputerów nowego typu jest rezerwa, z jaką potencjalni nabywcy podchodzą do nieznanego dotychczas sprzętu i niekonwencjonalnego oprogramowania. Są to komputery zarówno klasy von Neumanna jak i oparte na innych zasadach działania /umownie zwane NON VON/.

Z tych pierwszych szczególnie rozgłos w ostatnich latach zdobyły komputery z procesorami typu RISC, których orędownikiem jest David A. Patterson z Kalifornijskiego Uniwersytetu w Berkeley [17]. Omówienie nowego zjawiska wymaga komentarza. Od kilku lat toczy się na świecie dyskusja na temat zalet i wad przeciwstawnych kierunków w budowie mikroprocesorów, tzn. RISC /ang. reduced instruction set computer/ i CISC /ang. complex instruction set computer/.

Głównym celem architektury typu RISC jest dostarczenie małej liczby b.szybkich rozkazów. Przykładem realizacji tej zasady jest właśnie mikroprocesor opracowany na Uniwersytecie

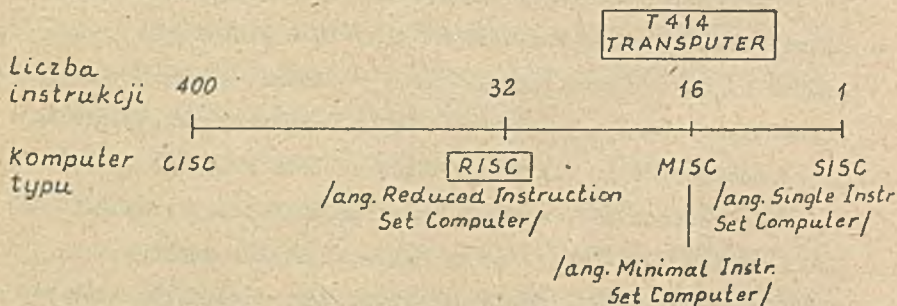
Kalifornijskim w Berkeley. Wykonuje on zaledwie 32 rozkazy, z tego 10 dotyczy pamięci. Długość słowa wynosi 32 bity. Wszystkie rozkazy odnoszące się do pamięci wykonywane są w dwóch cyklach maszynowych, pozostałe - w jednym cyklu. Liczba niezbędnych dostępow do pamięci jest zredukowana przez wprowadzenie zespołu 143 rejestrów, przechowujących dane, którymi się operuje. Czas wykonywania większości rozkazów nie wymagających dostępu do pamięci, określany jest przez czas odczytu i sumowania zawartości dwóch rejestrów oraz zapisu wyniku do rejestru. Stosuje się zasadę pobierania następnego rozkazu podczas wykonywania bieżącej operacji /ang. pipelining/.

Mikroprocesory zbudowane zgodnie z kierunkiem CISC wyposażają się w b.rozbudowaną listę rozkazów zarówno co do liczby rozkazów jak i ich złożoności. Operuje się danymi o różnego rodzaju strukturze i stosuje różne sposoby adresowania. Mikroprocesory takie budowane są z myślą o ułatwieniu implementacji języków wysokiego poziomu i systemów operacyjnych. Przedstawicielami tego kierunku są np. cytowany już 32-bitowy mikroprocesor HP 32 /lista rozkazów złożona z 230 pozycji, liczba rejestrów 28/, a także inne: BELLMAC-32A /firmy BELL Laboratories/, NS-32032 /firmy National Semiconductor/, czy 80386 /firmy Intel/ a także minikomputery. Liczba rozkazów w nich dochodzi do 400. Dyskusja na temat zalet i wad obu rozwiązań aktualnie się toczy i brak jeszcze końcowych wniosków. Warto natomiast odnotować, że coraz więcej liczących się firm komputerowych na świecie wprowadza mikroprocesory typu RISC do produkcji, w tym firma IEM w swoim najnowszym komputerze personalnym PC RT /od słów ang. RISC Technology/.

Jeszcze dalej w omawianym kierunku idzie firma Inmos, która forsuje "transputer" [18], [19] operujący listą rozkazów złożoną tylko z 16 pozycji. Jest to mikroprocesor odbiegający od klasycznej idei von Neumanna, ale jeszcze mieszczący się w jej ramach. Jest on ukierunkowany na tworzenie rozbudowanych struktur wielomikroprocesorowych i wsparty bardzo oryginalnym językiem OCCAM.

Warto wreszcie zauważyć, że można zbudować procesor wyposażony tylko w jeden rozkaz /CMOVE - ang. Conditional MOVE/ i nie są to tylko rozważania teoretyczne, ale rzeczywiste rozwiązania, mające zalety w zastosowaniu do celów sterowania [20]. Znana jest wersja komputera opartego na omawianym procesorze zrealizowana na mikroprocesorach segmentowych serii AM2900 [21].

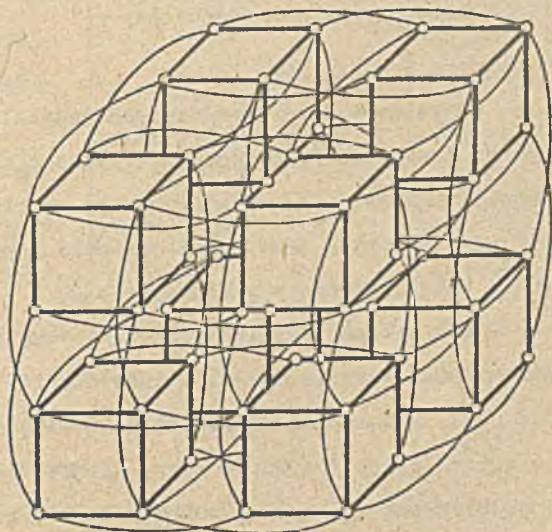
Omawiany temat ilustruje poglądowo rys. 4.



Rys. 4. Komputery typu RISC i CISC

Nie brak ostatnio również rozwiązań, w których wykorzystuje się typowe mikroprocesory lecz nietypowe i oryginalne powiązania między nimi. Są to często złożone struktury wielomikroprocesorowe. Jednym z najbardziej znanych jest obecnie eksperymentalny komputer "The Cosmic Cube" opracowany pol

kierunkiem Charlesa Seitz'a w Kalifornijskim Instytucie Technologicznym przy współpracy z firmą Intel [22]. Komputer składa się z 64 węzłów, z których każdy jest mikrokomputerem opartym na mikroprocesorze 8086 wraz z ko-procesorem i pamięcią /rys. 5/.



Rys. 5. Wzajemne powiązania mikrokomputerów w "Cosmic Cube".

W omawianej wersji pracuje on z szybkością 5-10 razy większą od VAX 11/780.

W oparciu o ten model firma Intel rozpoczęła w r. 1985 produkcję komputera iPSC /skrót od ang. Intel Personal Super Computer/ złożonego z 128 jednostek przetwarzających [23]. Każda z tych jednostek składa się z: mikroprocesora 80286, ko-procesora 80287 i 512 kB pamięci w technologii CMOS. Prócz tego w skład komputera wchodzi 8 ko-procesorów komuni-

kacyjnych 82586 i nadrzędny mikrokomputer 286/310. System operacyjny - XENIX, języki: C, Fortran 77 i assembler 80286. Wydajność wg oceny firmy wynosi 10-40% superkomputera CRAY-1 przy cenie równej 5% CRAY-1. Wg prognoz ekspertów praktyczne rozwiązania komputerów omawianego typu mogą w ciągu 10 lat dojść do 100 000 jednostek przetwarzających.

#### 11. Komputery przyszłości klasy NON VON

Najbardziej dojrzałą z idei odchodzących radykalnie od modelu von Neumanna jest idea komputera "sterowanego strumieniem danych" /ang. data flow computer/. Pierwszym w pełni uruchomionym komputerem tego typu jest model opracowany przez Watsona i Gurda na Uniwersytecie w Manchesterze [24].

W komputerze tym nie ma licznika rozkazów - czyli nie jest on klasycznie "sterowany strumieniem instrukcji"

opiera się natomiast na grafie przepływu danych na skutek czego dysponuje /przynajmniej teoretycznie/ niczym nie skrępowaną równoległością pracy. W r. 1984 na rynku pojawił się już układ firmy NEC oznaczony 7281, stanowiący podstawowe ogniwo omawianego komputera [25].

Najdalej odbiegającym od modelu von Neumanna rozwiązaniem znanym dotychczas jest model redukcyjny, którego propagatorem jest Gyula Mago z Uniwersytetu North Carolina [26]. Prace eksperymentalne nad modelem tego typu są jednak dotychczas mniej zaawansowane w porównaniu z modelem poprzednim,

#### Zakończenie

Zdaniem specjalistów [27] komputer przyszłości wyłoni się spośród 5 modeli, z których jeden jest modelem von Neumanna. Systematyzacji tych modeli można dokonać w oparciu o dwa

mechanizmy: sterowania i przekazywania danych /rys.6/.

MECHANIZM PRZEKAZYWANIA DANYCH

	Wspólna pamięć	Przekazywanie meldunków	
MECHANIZM STEROWANIA	Strumień instrukcji	klasyczny model von Neumanna	model oparty na procesach komunikac.
	Strumień danych		model ze sterowaniem strumieniem danych
	Na żądanie	model redukcyjny /grafy/	model redukcyjny /łańcuchy/
	Wg wzorca	model typu "logic"	model typu "actor"

Rys. 6. Modele komputera lat 90-tych

Nie omawiane w niniejszej pracy modele typu "logic" i typu "actor" są ściśle związane z programem rozwoju komputerów V generacji.

Na zakończenie warto jeszcze przytoczyć opinię technologów, którzy twierdzą, że dążenie do budowy coraz to bardziej złożonych procesorów w jednym układzie scalonym, przy technologii poniżej 1 $\mu$ m, stwarza problemy nie do pokonania ze względu na komplikacje w komunikacji między podzespołami wewnątrz układu, a także gwałtownie rosnące koszty projektowania i testowania tak skomplikowanych procesorów. Rozwiązanie omawianych trudności możliwe jest w oparciu o filozofię Meade'a i Conway'a [28] - czyli poprzez tworzenie w jednym układzie scalonym struktur wielomikroprocesorowych, podobnych do komórek pamięci. Układy te powinny mieć możliwość wzajem-

nego łączenia, pozwalając na tworzenie złożonych struktur wielmikroprocesorowych.

Na razie nie osiągnięto jeszcze tego stopnia złożoności układów i na ostatniej konferencji układów ciała stałego ISSCC / ang. International Solid State Circuit Conference/ w lutym 1986 r. zaprezentowano 32-bitowy jednoukładowy mikroprocesor firmy IBM, Micro-370, który bezpośrednio implementuje 102 rozkazy Systemu 370, oraz wspomaga emulację pozostałych [29]. Układ jest odpowiednikiem 200 000 tranzystorów, wykonany został w oparciu o  $2\mu\text{m}$  technologię NMOS, zajmuje powierzchnię  $1\text{ cm}^2$  i pracuje przy częstotliwości zegara 10 MHz. Pobór mocy wynosi 3 W.

#### LITERATURA

1. G.M.Amdahl, G.A.Blaauw, F.P.Brooks. Architecture of the IBM System 360. IBM Journal of Research and Development, vol.8, April, 1964.
2. F.Vajda. Super micros - Objectives and Approaches. Microprocessing and Microprogramming 17, 1986.
3. --- INTEL 286/310 Supermicro. EDN, January 9, 1986.
4. D.Caruso. Work-stations makers brace for IBM and DEC. Electronics, October 21, 1985.
5. P.Misiurewicz. Układy mikroprocesorowe. WNT, Warszawa, 1983.
6. P.Broczo. Produkcja mikrokomputerów w 1984 r. w krajach RWPG. Informatyka Nr 8, 1985
7. --- Product review. Microprocessor and Microsystems January/February, 1986.
8. --- The story behind IBM's new 32-bit RISC PCs. Electronic Design, April 3, 1986.



- 9.A.P.Zemcrin, A.A.Miaczew, J.P.Seliwanow. Wycislitelnyje maszyny, sistemy, komplekxy. Energoatomizdat, 1985.
- 10.R.H.Eckhouse, jr. Systemy mikrokomputerowe. WNT, Warszawa, 1979.
11. --- Newest VAX outraces the 11/780 by a factor of 12. Electronics, February 3, 1986.
- 12.R.J.Kozma. IBM price-cutting casts doubt on mainframe upturn in 1986. Electronics, March 3, 1986.
13. --- How the Sierra mainframe got its number-crunching punch. Electronics, February 3, 1986.
- 14.C.Barney. Amdahal finally responds to Sierra. Electronics, October 28, 1985.
15. --- Anglo-French super computer. Electronics and Wireless World, March, 1986.
- 16.N.H.Christi, A.E.Terrano. A micro-based supercomputer. Byte, April, 1986.
- 17.D.A.Patterson. Reduced instruction set computers. Comm. of the ACM, January, 1985.
18. I.Barron i inni. Transputer does 5 or more MIPS even when not used in parallel. Electronics, November 17, 1983.
- 19.D.May, T.Kingsmith, J.Pearson. The T 414 transputer- the end of the begining. Electronic Engineering, November, 1985.
- 20.D.Tabak, G.J.Lipowski. MOVE Architecture in Digital Controllers. IEEE Trans. on Computers, C-20, 1980.

21. H. Azaria, D. Tabak. Bit - Sliced Realization of a CMOS Architecture. Euromicro Journal, November, 1980.
22. Ch. L. Seitz. The Cosmic Cube. Comm. of the ACM, January, 1985.
23. ——— IPSC Puts Concurrent Supercomputer Power in the Research Lab, Solutions, March/April, 1985.
24. J. R. Gurd, C. C. Kirkham, C. C. Watson. The Manchester Prototype Data-flow Computer. Comm. of the ACM, January, 1985.
25. R. H. Cushman. EDN's Eleventh Annual  $\mu$ P/ $\mu$ C Chip Directory EDN, November 15, 1984.
26. A. L. Davis. Computer architecture. IEEE Spectrum, November, 1983.
27. P. C. Treleaven. Decentralised computer architecture / rozdział książki pod red. J. Tiberghiena, New Computer Architectures, Academic Press, 1984.
28. L. A. Convey, C. A. Mead. Introduction to VLSI Systems, Addison-Wesley, 1980.
29. ——— Electronics, February 17, 1986.

Eugeniusz KASPRZAK  
Wojciech SKURZAK

## AKTUALNY STAN I TENDENCJE ROZWOJOWE OPROGRAMOWANIA PODSTAWOWEGO

Użytkownicy pierwszych komputerów, a byli nimi głównie zawodowi programiści mieli do dyspozycji jedynie sprzęt realizujący określoną listę operacji. Każdy użytkownik sam pisał, sam uruchamiał swoje programy, sam je eksploatował. Musiał doskonale znać wszystkie możliwości komputera, zarówno procesora jak i urządzeń zewnętrznych.

Szybkość komputerów pierwszej generacji była niewielka i taki sposób korzystania z komputera był zadawalający.

Wprowadzenie komputerów drugiej generacji o szybkości kilkakrotnie większej i organizacji umożliwiającej autonomiczną pracę urządzeń zewnętrznych, uwidoczniło nieefektywność takiego sposobu realizacji obliczeń. Jednocześnie następował szybki rozwój urządzeń zewnętrznych i pamięci masowych. Powstały urządzenia umożliwiające użytkownikom zdalny dostęp do komputera. Rosły też wielkości pamięci operacyjnych. W pamięci mogło mieścić się wiele programów jednocześnie.

Sterowanie ręczne pracą złożonego zestawu komputerowego było bardzo nieefektywne i powodowało duże straty czasowe. Programy stawały się coraz bardziej złożone i obsługa ich komplikowała się.

Wszystkie te czynniki spowodowały konieczność przeję-

cia sterowania pracą przez sam komputer. Powstało oprogramowanie zarządzające pracą zestawu komputerowego. Oprogramowanie to dodane do sprzętu liczącego nosi nazwę oprogramowania podstawowego. Użytkownik kontaktuje się z komputerem za pośrednictwem oprogramowania podstawowego, które jest łącznikiem między nim a komputerem. Jednocześnie oprogramowanie podstawowe rozszerza i wzbogaca funkcje samego sprzętu liczącego. Ułatwia korzystanie z usług komputera.

Sprzęt liczący wraz z oprogramowaniem podstawowym tworzy system cyfrowy. Rola i znaczenie oprogramowania podstawowego rośnie wraz z wprowadzaniem komputerów kolejnych generacji oraz techniki mini- i mikrokomputerowej. Oprogramowanie podstawowe narzuca sposób korzystania z systemu cyfrowego.

Wieloprogramowość, wielodostęp, sieci komputerowe to kolejne etapy rozwoju oprogramowania podstawowego.

\* \* \*

Podstawą techniczną informatyki w wojsku jest sprzęt produkcji krajowej. Na początku lat siedemdziesiątych w ośrodkach terytorialnego systemu informatycznego sił zbrojnych instalowano komputery ODRA-1304 które od połowy tego okresu zastąpione zostały komputerami ODRA-1305. Jednocześnie instalowano komputery Jednolitego Systemu RIAD. Były to komputery R-32 produkcji ELWRO. Ośrodki obliczeniowe Wyższych Szkół Oficerskich wyposażone zostały w komputery ODRA-1325. W tym czasie w kraju pojawiły się pierwsze minikomputery. W siłach zbrojnych instalowane były w składnicach uzbrojenia i sprzętu. Były to głównie minikomputery rodziny MERA-300. Mogły pracować lokalnie, a w wypadkach gdy ich moc oblicze-

niowa lub pojemności pamięci masowych były niewystarczające współpracowały z komputerem ODRA-1304 lub 1305. Współpraca odbywała się przez urządzenia transmisji danych.

W połowie lat siedemdziesiątych zbudowano pierwszy w siłach zbrojnych system abonencki. System Abonencki Wojskowej Akademii Technicznej /SAWAT/ jest systemem ciągle rozwijanym i doskonalonym. Warto nadmienić, że był to pierwszy w kraju system abonencki oparty wyłącznie o sprzęt produkcji krajowej. W chwili obecnej w SAWAT pracują dwa komputery ODRA-1305 i jeden R-32. Obsługują one około 60 terminali różnego typu.

W końcu lat siedemdziesiątych wprowadzono do eksploatacji w polowym systemie informatycznym ruchome ośrodki obliczeniowe /ROO/. Pracują one w oparciu o oprogramowanie podstawowe zaprojektowane i wykonane przez informatyków wojskowych. Oprogramowanie podstawowe ROO zabezpiecza wielodostęp i korzystanie z bazy danych wspólnej dla wszystkich użytkowników.

Koniec lat siedemdziesiątych i początek osiemdziesiątych to gwałtowny rozwój techniki mini- i mikrokomputerowej. W siłach zbrojnych na różnych szczeblach dowodzenia wprowadza się duże ilości mini- i mikrokomputerów. Są to minikomputery rodziny SM: MBRA-60, SM-1300, SM-3 i SM-4. Mikrokomputery 8-bitowe to głównie MK-45, natomiast mikrokomputery 16-bitowe to odpowiedniki IBM PC/XT.

\*

\*

Ośrodki obliczeniowe terytorialnego systemu informatycznego tzw. ośrodki systemowe wyposażone są głównie w komputery ODRA-1305 o następującym ukompletowaniu:

- pamięć operacyjna 256 kszów
- pamięci dyskowe 60,30, 8 Mb
- pamięci taśmowe 12 jednostek
- znakowe urządzenie we/wy potrójne komplety

Sprzęt teletransmisji to multipleksery i grupowe jednostki sterowania monitorami ekranowymi. Jako terminale pracują różnego typu mikro i minikomputery, monitory ekranowe i drukarki znakowo-mozaikowe.

Efektywna praca takiego zestawu przy sterowaniu przetwarzaniem przez operatora jest praktycznie niemożliwa. Dlatego też we wszystkich ośrodkach systemowych eksploatacja prowadzona jest pod kontrolą systemu operacyjnego GEORGE-3.

GEORGE-3 jest systemem operacyjnym przeznaczonym dla średnich i dużych instalacji komputerowych ODRA-1305. Został opracowany przez firmę ICL w latach 1966+1969. Jest systemem ciągle rozwijanym i wzbogaconym o nowe funkcje. GEORGE-3 to system uniwersalny pozwalający na efektywne wykorzystanie mocy obliczeniowej i zasobów sprzętowo-programowych instalacji. Pozwala na jednoczesną pracę wielu użytkowników w trybie zdalnym, co na obecnym etapie zastosowań informatyki w wojsku ma istotne znaczenie. Równoległe z pracą użytkowników zdalnych system umożliwia przetwarzanie w trybie wsadu lokalnego.

GEORGE-3 charakteryzuje się następującymi cechami:

- pełną automatyzacją przetwarzania,
- dużą przepustowością urządzeń we/wy, uzyskaną poprzez zastosowanie pracy pośredniej;
- automatycznym rozliczaniem użytkowników z wykorzystanych zasobów,

- zabezpieczeniem użytkowników przed skutkami awarii sprzętu i oprogramowania,

- automatycznym planowaniem i harmonogramowaniem prac.

Jedną z najważniejszych własności systemu GEORGE-3 jest sposób zarządzania pamięcią zewnętrzną, który jest bardzo efektywny i stanowi jedną z głównych zalet systemu. Wszystkie dane w systemie przechowywane są w tzw. Pamięci Zbiorów Systemu /PZS/. GEORGE-3 organizuje PZS tak, aby informacje niezbędne dla wykonywania zadań były dostępne bez interwencji operatora. Zbiory PZS są przechowywane na dowolnych nośnikach magnetycznych. Organizacja PZS jest taka, że zbiór dowolnego formatu nie jest przyporządkowany do konkretnego nośnika.

GEORGE-3 daje użytkownikowi wiele dodatkowych możliwości niedostępnych przy pracy pod egzekutorem operatorskim. Daje się łatwo profilować pod konkretne potrzeby użytkowników i specyfikę instalacji,

Wieloletnia eksploatacja systemu operacyjnego GEORGE-3 /pierwsza instalacja w 1976 r./ spowodowała wzrost efektywności wykorzystania pracy komputerów i poprawę technologii przetwarzania danych. Powstały systemy abonenckie zapewniające użytkownikom bezpośredni dostęp do zbiorów danych, możliwość dialogu z komputerem i wyższą jakość informatycznego zabezpieczenia procesów kierowania.

System operacyjny GEORGE-3 wprowadził nowe jakości do organów informatyki wojskowej we wszystkich sferach ich działalności.

Drugim typem komputera zabezpieczającym potrzeby terytorialnego systemu informatycznego jest komputer Jednolitego Systemu R-32. Są to instalacje wyposażone w pamięci operacyjne 1 Mb, pamięci dyskowe 30 i 100 Mb oraz system teletrans-

misji TELE-JS. Za system bazowy dla komputerów Jednolitego Systemu przyjęto w wojsku system operacyjny OS. Pierwsza instalacja komputera R-32 posiadała pamięć operacyjną 256 Kb. Praca systemu OS na tak małej pamięci była nieefektywna. Jednak mając na uwadze rozbudowę instalacji nie wprowadzono do eksploatacji systemów DOS, bardziej odpowiednich dla tak skromnego wyposażenia technicznego. Uniknięto w ten sposób problemów przejścia z DOS na OS, gdyż te systemy operacyjne z punktu widzenia użytkownika nie są w pełni kompatybilne.

Wraz z rozbudową konfiguracji stosowane były różne wersje i wydania systemu OS. W początkowym okresie eksploatowano wersję MFT, w chwili obecnej wersję MVT. Różnica pomiędzy tymi wersjami polega głównie na gospodarce pamięcią operacyjną. W systemie OS wersji MFT podziału pamięci operacyjnej, w zależności od charakterystyki zadań użytkowych, dokonuje operator. Natomiast w wersji MVT stosowana jest dynamiczna gospodarka pamięcią. System operacyjny OS pozwala na jednoczesne przetwarzanie 15 zadań. Kolejność obsługi zadań zależy od ich priorytetu i klas. Obecnie eksploatowany jest system operacyjny OS/JS-P wydanie 5.01 w wersji MVT z podsystemami CRJE i TSO.

Urządzenia teletransmisji obsługiwane są przez dwa podsystemy CRJE i TSO pozwalające na pracę w trybie konwersacyjnym.

Podsystem CRJE umożliwia wykorzystanie punktu abonenta do przygotowania zadań w sposób konwersacyjny, a następnie przekazanie ich przez użytkownika do wykonania w trybie wsadowym. Użytkownik CRJE ma dostęp do wszystkich zasobów systemu. Język komend podsystemu CRJE umożliwia:

- wprowadzanie danych,
- aktualizację zawartości zbiorów,



- uruchomienie zadania w trybie wsadowym,
- otrzymywanie informacji o aktualnym stanie zadań przekazanych do przetwarzania,
- otrzymanie wyników zadań,
- komunikowanie się z operatorem komputera i z innymi użytkownikami terminali.

Podsystem TSO umożliwia przetwarzanie zadań w trybie konwersacyjnym. Istotą tego podsystemu jest praca z podziałem czasu. Do współpracy użytkownika z systemem służy język komend TSO. Użytkownik TSO może wykonywać następujące dodatkowe czynności, w porównaniu z CRJE:

- uzyskiwanie dostępu do systemu i zbiorów,
- uruchamianie i wykonywanie zadań w sposób konwersacyjny,
- sterowanie pracą systemu /przez upoważnionych użytkowników/.

W najbliższym czasie do eksploatacji w terytorialnym systemie informatycznym wejdą komputery R-34 z systemami operacyjnymi VM/JS-P i OS/VS1.

System VN/JS-P dzieląc zasoby i możliwości jednego zestawu komputerowego organizuje wielu użytkownikom ich własne wirtualne maszyny. Droga programowej symulacji zasobów sprzętowych i programowych maszyna wirtualna pracuje jak rzeczywista. System maszyn wirtualnych daje zwiększenie efektywności pracy instalacji komputerowej, a także ułatwia organizację procesu przetwarzania.

Funkcje systemu VM/JS-P rozłożone są pomiędzy jego cztery składowe części:

- program sterujący CP pełniący nadrzędną rolę.

Steruje on wszystkimi zasobami rzeczywistej maszyny

cyfrowej i organizuje równoległą pracę maszyn wirtualnych,

- system konwersacyjny CMS dający użytkownikowi szeroką gamę funkcji w reżimie dialogowym. Jest doskonałym narzędziem do tworzenia i aktualizacji oprogramowania,
- system zdalnego przesyłania zbiorów - RSCS, który umożliwia wprowadzanie i wysyłanie zbiorów danych z/do zdalnych stacji wsadowych wchodzących w skład sieci teleprzetwarzania RSCS,
- interakcyjny podsystem analizy błędów - IPCS, który umożliwia zbieranie i analizę raportów o błędach występujących w systemie maszyn wirtualnych.

Program sterujący CP i system konwersacyjny CMS stanowi trzon systemu VM/JS-P. Natomiast systemy RSCS i IPCS realizują funkcje pomocnicze i są opcjonalne.

Użytkownicy maszyn wirtualnych mogą pracować jednocześnie z tym samym lub różnymi systemami operacyjnymi. W maszynach wirtualnych można inicjować pracę wszystkich systemów operacyjnych dostępnych dla komputerów JS RIAD we wszystkich dostępnych wersjach.

System operacyjny OS/VS1 jest funkcjonalnym rozszerzeniem systemu OS wersji MFT wykorzystującym mechanizmy wirtualizacji pamięci operacyjnej. System ten pozwala na korzystanie z 16 Mb pamięci wirtualnej. Pamięć wirtualna jest przestrzenią adresową, którą użytkownik "widzi" jako pamięć rzeczywistą. Programy są praktycznie pamiętane w pamięci zewnętrznej. Podczas wykonywania programu adresy pamięci wirtualnej są tłumaczone na faktyczne adresy pamięci rzeczywistej. System przesyła strony programu z zewnętrznej pamięci stron do pamięci rzeczywistej, gdy strony te potrzebne są do wyko-

nywania. Ściąganie potrzebnych stron i usuwanie zbytecznych jest niewidoczne dla użytkownika.

\*

\*

\*

W polowym systemie informatycznym po wprowadzeniu do eksploatacji ROO, praca ich odbywała się pod kontrolą systemu operacyjnego MINIMOP-2. Ograniczenia jakie stwarzał ten system wymusiły konieczność opracowania oprogramowania podstawowego zabezpieczającego potrzeby użytkowników. W wyniku prac prowadzonych przez Wojskowy Instytut Informatyki opracowano wielodostępny system operacyjny /PWSO/ z bazą danych.

Funkcjonalnie w PWSO wyróżnia się dwa moduły:

- moduł MOPU tj. moduł obsługi programów i urządzeń;
- moduł MDBD tj. moduł dostępu do bazy danych.

PWSO pozwala na pracę w następujących trybach:

- interakcyjnym, który jest trybem podstawowym,
- zdalnym wsadowym,
- lokalnym wsadowym.

Z systemem operacyjnym użytkownicy komunikują się przy pomocy języka komend, który jest podzbiorem komend systemu operacyjnego GEORGE-3. Podobnie też jak w systemie GEORGE-3 zostaje zorganizowana obsługa urządzeń zewnętrznych i zarządzanie pamięcią dyskową. Praca zadań użytkowych odbywa się z podziałem czasu a z uwagi na ograniczoną pamięć operacyjną, zadania nie mieszczące się w pamięci są składowane do zbioru wymiany.

Moduł obsługi i urządzeń może pracować samodzielnie bez modułu dostępu do bazy danych i wtedy PWSO jest uniwersalnym systemem operacyjnym zapewniającym użytkownikom możliwości prawie takie, jak w systemie operacyjnym GEORGE-3.

Moduł dostępu do bazy danych został opracowany w oparciu o koncepcję CODASYL-u. Użytkownicy bazy danych mają do dyspozycji języki operowania danymi:

- Język Manipulowania Danymi /JMD/,
- Język Bezpośredniego Użytkownika /JBU/.

Języki te umożliwiają działanie na zawartości bazy danych bez konieczności pisania programów użytkowych.

Wprowadzenie PWSO do eksploatacji zapewniło lepsze zabezpieczenie potrzeb użytkowników polowego systemu informatycznego, skrócono czasy rozwiązywania zadań oraz uzyskano przybliżenie informatyki do użytkownika.

\*

\*

\*

Pierwsze minikomputery w siłach zbrojnych pojawiły się w początku lat 70-tych, były to minikomputery MERA-300 oraz MERA-400, parę lat później pojawiły się pierwsze minikomputery specjalizowane opracowane wg wymagań wojskowych. Początkowy okres rozwoju charakteryzował się dużą różnorodnością rozwiązań, brakiem możliwości standaryzacji sprzętu oraz oprogramowania co się ujemnie odbiło na efektach pierwszych wdrożeń.

Pewnym przełomem w standaryzacji mini i mikrokomputerów było założenie w 1974 r. przez kraje należące do RWPG organizacji SMEBC mającej za zadanie koordynacji prac w zakresie projektowania techniki oraz oprogramowania mini i mikrokomputerów.

W okresie od 1974 r. do 1986 r. zdołano opracować oraz wdrożyć do produkcji mikro i minikomputery pierwszej, drugiej oraz trzeciej kolejności. Obecnie w opracowaniu znajdują się

mini i mikrokomputery czwartej kolejności oraz istnieją założenia na piątą kolejność. Należy podkreślić, że począwszy od trzeciej kolejności w ramach SMEMC opracowywane oraz produkowane są również mikrokomputery.

Pomimo, że w kraju wiele mini i mikrokomputerów nie przechodziło międzynarodowych badań SMEMC to przyjęte standardy mają bardzo duży wpływ na produkcję krajową, dlatego w dalszej części przedstawiony jest stan oraz tendencje rozwojowe oprogramowania mini i mikrokomputerów.

Mini i mikrokomputery stosowane w wojsku można podzielić na dwie grupy:

- I - stacjonarne - stosowane w systemach zarządzania, finansowych oraz obliczeniach naukowo-technicznych,
- II - mobilne - stosowane w systemach dowodzenia, kierowania ogniem itp.

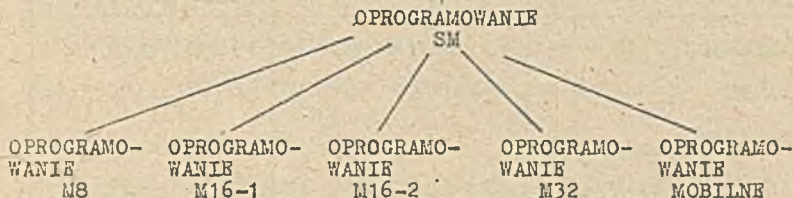
W pierwszej grupie stosuje się mini i mikrokomputery identyczne jak w resortach cywilnych. Natomiast dla drugiej grupy produkowane są mini i mikrokomputery specjalizowane. Należy podkreślić, że minikomputery pierwszej grupy wykorzystywane są również jako technologiczne dla wytworzenia oprogramowania dla specjalizowanych mini i mikrokomputerów.

W dalszej części omówione będzie oprogramowanie mini i mikrokomputerów stosowane w wojsku dla pierwszej grupy.

Począwszy od trzeciej kolejności w ramach SM obowiązują podział mini i mikrokomputerów na cztery grupy. Jako kryterium podziału przyjęto długość słowa oraz prototyp obowiązujący w danej grupie.



W ramach SM obowiązuje podział oprogramowania na grupy podobnie jak sprzętu.



Na szczególną uwagę zasługuje wprowadzona kilka lat temu nowa grupa oprogramowania mobilnego. Powstanie tej grupy oprogramowania spowodowane było szybkim rozwojem sprzętu oraz dużą jego różnorodnością. Jako bazowy system mobilny przyjęty został system operacyjny UNIX firmy Bell.

W dalszej części przedstawiona będzie krótka charakterystyka oprogramowania stosowanego w wojsku dla każdej grupy mini- mikrokomputerów. Oprogramowanie każdej grupy zostało podzielone na:

- języki programowania,
- bazy danych,
- procesory tekstów.

Podstawowym systemem operacyjnym dla mikrokomputerów grupy MB jest system CP/M-80. Jest to prosty system operacyjny dla mikrokomputerów 8-bitowych. System CP/M-80 należy do klasy systemów dyskowych, do pracy wymaga przynajmniej jednego dysku elastycznego.

W skład systemu wchodzi moduły ładowane do pamięci mikrokomputera podczas inicjacji pracy systemu oraz szereg programów organizacyjnych umożliwiających utrzymanie zbiorów na dyskiecie.

Podstawowe elementy oprogramowania dostępnego pod sterowaniem systemu CP/M-80 przedstawione są w tabeli poniżej:

Języki programów:	Bazy danych	Procesory tekstów
ASSEMBLER	dBASE II	Word Star
BASIC		
FORTRAN		
PASCAL-MT+		
C		

Mikrokomputery 8-bitowe pracujące pod sterowaniem systemu CP/M-80 stosowane są w wojskowych systemach finansowych. Oprogramowanie napisane zostało w języku BASIC. Wybór języka BASIC pozwolił na utworzenie oprogramowania łatwo przenaszalnego na inne mikrokomputery.

Proste systemy ewidencyjno-sprawozdawcze projektowane są za pomocą bardzo elastycznego narzędzia dBASE II. Zastosowanie tego standardu pozwala na łatwe przejście w przyszłości na mikrokomputery 16 bitowe.

Mikrokomputery 8 bitowe pracujące pod sterowaniem systemu CP/M-80 stosowane są jako mikrokomputery technologiczne dla użytkownika oprogramowania specjalizowanych mikrokomputerów. Dla tych celów najczęściej stosowany jest język C.

W ostatnich latach duże zastosowanie w systemach zarządzania znalazły mikrokomputery 16 bitowe wzorowane na mikrokomputerach IBM-PC/XT. W początkowym okresie mikrokomputery te dostarczone były przez firmy polonijne. Po uruchomieniu produkcji przez przedsiębiorstwa państwowe w wojsku głównie stosowane będą mikrokomputery MAZOVIA i ELWRO-800. Podsta-



wowym systemem operacyjnym jest system dyskowy PC-DOS. Jest to system jednego użytkownika pozwalający na bardzo elastyczną gospodarkę zasobami systemu. Bogaty pakiet programów organizacyjnych pozwala na łatwe uruchamianie i konserwację oprogramowania. Oprogramowanie wykorzystywane w wojsku pod sterowaniem systemu DOS zostało przedstawione w tabeli.

Języki programowania	Bazy danych	Procesory tekstów
ASSEMBLER	dBASEII	Word Star
BASIC	dBASEIII	Microsoff WORD
C	LOTUS 1-2-3	
FORTRAN 77	SYMPHONY	
PASCAL		
TURBO-PASCAL		
MODULA-2		
COBOL		

W systemach zarządzania stosowany jest zarówno prosty system dBASEIII jak też zintegrowane systemy LOTUS 1-2-3 oraz SYMPHONY. Mikrokomputery 16-bitowe często wykorzystywane są jako mikrokomputery technologiczne dla systemów specjalizowanych. Dla tych systemów stosowane są języki programowania C oraz MODULA-2.

Podstawowymi systemami operacyjnymi dla minikomputerów grupy M16-2 są systemy RT-11 oraz RSX-11/M. System operacyjny RT-11 jest prostym ale bardzo efektywnym systemem dyskowym ukierunkowanym na jednego użytkownika. Po zainstalowaniu dodatkowego pakietu TSD lub TSX-11/PLUS pod sterowaniem systemu można pracować w trybie wielodostępnym. System posiada

bogaty zestaw komend operatorskich oraz programów organizacyjnych. Oprogramowanie dostępne pod sterowaniem systemu RT-11 zestawione zostało w poniższej tabeli.

Języki programowania	System zbiorów	Procesor tekstów
ASSEMBLER BASIC C FORTRAN IV PASCAL MODULA-2 DIBOL	ISAM	K52 XDOC

Dla większych konfiguracji minikomputerów grupy M16-2 stosowany jest system wielodostępny oraz wielozadaniowy RSX-11M. W porównaniu z systemem RT-11 system RSX-11M ma znacznie większe możliwości funkcjonalne zwłaszcza w zakresie obsługi terminali oraz systemu zbiorów na poziomie rekordów oraz bazy danych. Dostępne oprogramowanie pod sterowaniem systemu RSX-11M przedstawione jest w tabeli poniżej.

Języki programowania	Bazy danych	Procesory tekstów
ASSEMBLER BASIC-PLUS-2 FORTRAN IV C PASCAL COBOL	DATATRIVE-11	K52 EDT PRIMAX XDOC

Mini i mikrokomputery znalazły szerokie zastosowanie w systemach transmisji danych. Dla mikrokomputerów M8 opracowano emulatory terminali umożliwiające współpracę z komputerem ODRA 1305 oraz minikomputerem SM-4. Dla połączenia mikrokomputerów M16-1 oraz minikomputerów M16-2 stosowany jest standardowy pakiet CROSSTOLK XVI. Oprogramowanie to emuluje pracę terminala VT100 oraz pozwala przesyłać zbiory pomiędzy tymi systemami.

W 1985 r. rozpoczęto prace nad budową sieci SMNET wzrowanej na sieci DECNET Faza III.

Sieć pozwala na połączenie minikomputerów grupy M16-2 jako węzłów i komputerów przetwarzających oraz mikrokomputerów M16-1 jako terminali programowanych VT-100.

\*

\*

\*

Na obecnym etapie rozwoju trwają prace rozwojowe nad czwartą kolejnością mini i mikrokomputerów SM. W ramach tych prac rozwijane są następujące kierunki:

- wprowadzone są nowe procesory oraz urządzenia zewnętrzne dla minikomputerów i mikrokomputerów grupy M16-1, M16-2, M-32,
- rozwijane są możliwości systemów PC-DOS, RT-11, RSX-11M,
- prowadzone są intensywne prace nad uruchomieniem i rozpowszechnieniem systemu UNIX, który zapewni w szerokim zakresie mobilność oprogramowania,
- opracowane są nowe pakiety relacyjnych baz danych głównie dla M16-2 oraz M32,

- prowadzone są prace nad projektowaniem i budową systemów rozproszonych pracujących na bazie sieci mini-komputerów oraz lokalnych sieci mikrokomputerów,
- w zakresie języków programowania prowadzone są prace standaryzacyjne języków BASIC, FORTRAN, PASCAL oraz prace rozpoznawcze języków LISP, PROLOG oraz SIRTIL,
- w ostatnich latach prowadzone są prace bardzo intensywne w zakresie grafiki komputerowej zwłaszcza dla mikrokomputerów grupy M16-1.

mgr inż. Sławomir KLASSEK  
mgr inż. Rajmund KUJSZCZYK

ZASTOSOWANIE TECHNIKI MIKROPROCESOROWEJ  
W TRENAŻERACH ZAŁÓG BWP

1. WSTĘP

W referacie przedstawiono opis zastosowania systemu mikroprocesorowego do budowy trenażera dla działonowego - operatora bojowego wozu piechoty /BWP/.

Zastosowanie systemu mikroprocesorowego do budowy trenażera wymagało rozwiązania następujących problemów:

- opracowanie systemu diagnostycznego dla budowanego urządzenia. System ten powinien zapewnić możliwość pełnej, diagnozy urządzenia zarówno w procesie uruchamiania jak i w czasie pracy użytkowej,
- opracowanie architektury systemu mikroprocesorowego, który powinien zapewnić pracę w trudnych warunkach eksploatacyjnych,
- opracowanie narzędzi projektowo-uruchomieniowych niezbędnych do realizacji trenażera,
- opracowanie technologii tworzenia oprogramowania systemowego pozwalającej na dużą elastyczność programowania w czasie badań i eksploatacji próbnej,
- opracowanie sterownika zobrazowania telewizyjnego pozwalającego na możliwie pełne zobrazowanie dynamiki pola strzału.

Efektom rozwiązania powyższych problemów jest:

- system diagnostyczny dla systemów mikroprocesorowych. Koncepcja tego systemu została przedstawiona w publikacji "Diagnoza systemów mikroprocesorowych" / 2/. Opracowany system diagnostyczny pozwala na dynamiczną rekonfigurację systemu mikroprocesorowego dla lepszego dostosowania go do realizowanych zadań z uwzględnieniem aktualnego stanu sprawności tego systemu,
- projekt obudowy radiatorowej realizowanej technologią "wyciskania kształtowników". Opracowano projekt zestawu kształtowników z których można zrealizować obudowę pozwalającą na mocowanie pakietów o stosowanych w praktyce rozmiarach. Koszt obudowy produkowanej wg tej technologii wynosi ok. 600 zł za kilogram,
- biblioteka pakietów, z których można zestawiać różnego rodzaju systemy mikroprocesorowe a przede wszystkim urządzenia do symulacji strzelań. Biblioteka ta jest stale uzupełniana <sup>poprzez co</sup> rozszerzane są możliwości tworzenia nowych systemów co zapewnia dużą elastyczność prac <sup>badawczych</sup>. Jako kasetę kompozycyjną wykorzystano obudowę systemu "MERIDA". Z systemu RTDS-8 wykorzystano oprogramowanie emulacyjne i sondy do sprzęgu z systemem uruchamianym, pełne oprogramowanie pozwalające stosować opracowaną przez autora technologię "programu O". Oprócz tego opracowano system komputerowego wspomagania procesu tworzenia oprogramowania użytkowego wg technologii "programu O",
- opracowanie sterownika telewizyjnego. Sterownik ten

traktowany jest przez system mikroprocesorowy jako pamięć RAM.

Zastosowano tu metodę tzw. "wyodrębnionego okna operacji".

Okno operacji pozwala na realizację zobrazowania rastrowego.

Obrazy mogą być składane z oddzielnych niezależnych warstw. Jedną z warstw może być obraz z toru kamero-  
wego.

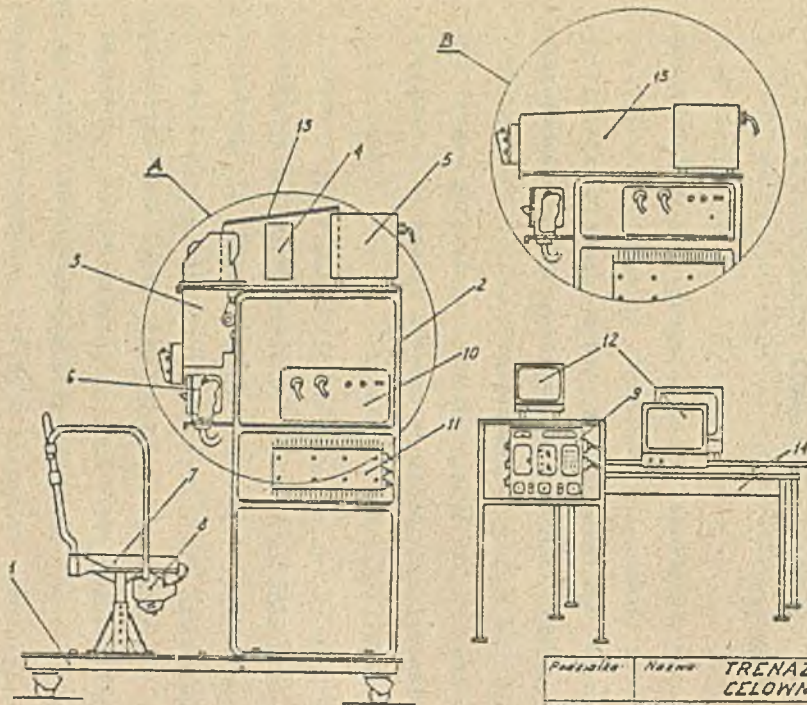
## 2. TRENAŻER DO WSTĘPNEGO SZKOLENIA DZIAŁONOWYCH - OPERATORÓW BWP

Trenażer ten przedstawiono na rysunku R1. W skład trenażera wchodzi następujące stanowiska robocze:

- ruchome stanowisko działonowego - operatora,
- stanowisko instruktora - wykładowcy z monitorem telewizyjnym i pulpitem sterującym,
- stanowiska dla osób szkolonych wyposażone w monitory telewizyjne do podglądu procesu celowania i wyniku strzału.

Trenażer może być umieszczony w sali wykładowej.

Koszt wykonania takiego trenażera można zmniejszyć stosując jego wersję B, pokazaną na rysunku R1. Zastosowanie imitatora celownika /15/, pozwala na uniknięcie trudności zakupu drogiego importowanego celownika optycznego oraz kolimatora. Imitator celownika /15/, musi jednak dawać pełne złudzenie optyczne pracy rzeczywistego urządzenia. Proces szkolenia przy użyciu opisywanego trenażera może być realizowany w następu-



A - WERSJA TRENAŻERA Z CELOWNIKIEM BWP

B - WERSJA TRENAŻERA Z ZASTOSOWANIEM IMITATORA CELOWNIKA

1. Podstawa jazdowa trenażera;
2. Słojak trenażera;
3. Celownik;
4. Układ optyczny trenażera (kolimator lub układ perystkopowy);
5. Monitor telewizyjny;
6. Pulpit sterowania (PU-6);
7. Siedzisko działającego operatora;
8. Pulpit sterowania (PPK 9M14M);
9. Pulpit sterowania trenażera;
10. Kasetę toru kamerowego 11a;
11. Elektronika systemu mikroprocesorowego trenażera;
12. Monitory telewizyjne do podglądu procesu celowania i wyniku strzału;
13. Osłona sprzęgu celownik-zobrazowanie pola strzału;
14. Staniowisko uczniów.
15. Imitator celownika.

Podzajka	Nazwa	TRENAŻER SZKOLENIA WSTĘPNEGO CELOWNICZEGO BWP	
Nr rzy.	Material		Koszt.
R1			
Uwagi			Sprzedat



jący sposób:

- a/ instruktor ustawia na pulpicie /9/ parametry pracy urządzenia,
- b/ instruktor zajmuje miejsce na stanowisku /7/. Przy pomocy pulpitu /6/ i celownika /3/ instruktor realizuje proces celowania i strzału. Przy użyciu urządzeń nagłośniających instruktor może komentować wykonywane czynności. Osoby szkolone przy swoich stanowiskach /14/ mogą obserwować na monitorach telewizyjnych sposoby celowania i prowadzenia ognia demonstrowany przez instruktora,
- c/ po zakończeniu instruktażu osoby szkolone kolejno zajmują miejsce instruktora /7/. Wykonują określoną ilość strzelań w czasie których instruktor odczytuje poprawki na pulpicie /9/ i koryguje proces strzelania. Monitory /12/ umożliwiają obserwację wszystkim szkolonym osobom,
- d/ po zakończeniu strzelania instruktor analizuje wraz z uczniami zbiorcze wyniki strzelania,
- e/ po zakończeniu cyklu szkolenia, trener umożliwia przeprowadzenie egzaminu. Kryteria oceny określa instruktor.

Przebieg procesu szkolenia przy zastosowaniu trenera może być zmieniony w zależności od inicjatywy instruktora.

### 3. OPIS SYSTEMU MIKROPROCESOROWEGO REALIZUJĄCEGO TRENER DZIAŁONOWEGO - OPERATORA BWP

Schemat systemu mikroprocesorowego zestawionego z pakietów biblioteki uruchomieniowej przedstawiono na rysunku R2.



Sprzęg z obiektem /mechaniką i celownikiem BWP/ stanowią:

- przetworniki impulsowe przekazujące sygnały poprzez złącza ZŁ3 i ZŁ8 na pakiet PAPIMP. Realizowany jest tu efekt ruchu armaty i związane z nim efekty widzialne w celowniku,
- monitor telewizyjny ME1, który jest widziany przez celującego za pośrednictwem układu optycznego celownika,
- kamera telewizyjna KT1 za pośrednictwem, której widziany jest obraz tła poligonowego.

Pakiety PGR i PEIMP realizują generację i obsługę impulsów opisujących ruch celu we wszystkich możliwych stopniach swobody.

(Oraz zobrazenia pola strzału składany jest z czterech warstw.

Pakiet PZWO realizuje zobrazenie celu i jego ruch. Warstwa tła powstająca na pakiecie PZWT przedstawia siatkę celownika, która może być programowo wygaszana. W procesie analizy wyników strzału wyświetla się tutaj tablica wyników. Wynik strzału w postaci punktu uderzenia pocisku i efektu świetlnego wytwarzany jest w warstwie realizowanej przez pakiet PZWWS.

Ostatnią warstwą jest obraz tła poligonowego wytwarzany przez kamerę telewizyjną KT1.

Pulpit sterowania powiązany jest z pakietem procesora PPROC-8080 za pomocą szyny lokalnej.

Pakiet sterowania pulpitem technicznym PSPUL jest opracowany pod kątem pulpitu z przełącznikami wielopozycyjnymi.

W skład pulpitu wchodzi też "pulpit sterowania /PU-6/", który jest w wyposażeniu wozu bojowego BWP.

Realizowane są na nim sygnały "STRZAŁ" i "PRZEŁADOWANIE". Wyświetlacze dwustanowe i cyfrowe stosowane są jako:

- wyświetlacz poprawek strzału,
- zobrazowanie stanu sprawności systemu mikroprocesorowego,
- przeglądanie obrazu sprawności ze wskazaniem elementów niesprawnych.

Pakiet PDIAG posiada możliwość programowania pamięci EPROM obrazem sprawności systemu. Pozwala to na rejestrację uszkodzeń ulotnych.

Czujniki CzS1 i CzS2 pozwalają na pełną diagnozę monitorów ekranowych MB bez udziału operatora. Czujniki te umieszczone są w stałej pozycji na rogu ekranu i działają podobnie jak pióra świetlne.

#### 4. OPROGRAMOWANIE SYSTEMOWE I UŻYTKOWE

Interpreter "programu 0" składa się z:

- jądra programu zerowego, realizującego funkcje systemowe,
- otoczenia programu zerowego, realizującego elementy funkcyjne, za pomocą których opisuje się funkcje użytkowe systemu mikroprocesorowego,
- opisów zadań będących ciągami, pozwalającymi na sekwencyjne wykonywanie elementów funkcyjnych pod kątem danego zadania użytkowego. W wypadku niesprawności ciąg ten ulega rekonfiguracji, a zadanie realizowane jest w inny sposób.

LITERATURA

- [1]- KOGAN I.W.: K woprosu o tiestowom kontrole cifrowych wyczislitelnych maszin. Cifrowaja wyczislitelnaja tehnika i programmirowanje, zur 2 1967 r.
- [2]- KLASSEK Sł.: Diagnoza systemów mikroprocesorowych. Mikrokomputery w automatyce i technice systemów. Wrocław - 1984 r.

Prof. Juliusz Lech KULIKOWSKI

SYSTEMY EKSPERTOWE - STAN OBECNY I PERSPEKTYWY  
ROZWOJOWE

Wprowadzenie

Systemami ekspertowymi /SE/ nazywamy systemy doradczo-decyzyjne o następujących cechach:

1<sup>o</sup> systemy te wykorzystują bazę wiedzy, w której gromadzone są opinie ekspertów dotyczące określonej dziedziny przedmiotowej;

2<sup>o</sup> SE udzielają logicznie uzasadnionych odpowiedzi na pytania użytkowników dotyczące danej dziedziny przedmiotowej, wykorzystując jako przesłanki informacje zawarte w bazie wiedzy;

3<sup>o</sup> SE są wyposażone w "mechanizmy" umożliwiające komunikowanie się użytkowników z systemem w języku zbliżonym do języka naturalnego.

Nazwa "systemy ekspertowe" /kwestionowana przez niektórych specjalistów, ale szeroko już rozpowszechniona/ nawiązuje, jak widać, głównie do pierwszej cechy. Dwie pozostałe cechy w sposób dość oczywisty wywodzą się jednak z tej pierwszej. Ekspertami w wybranych dziedzinach przedmiotowych są zazwyczaj specjaliści z tych dziedzin, znawcy przedmiotu spełniający kryteria fachowości i obiektywności. Mimo to wypowiedzane przez nich poglądy, zalecenia, oceny itp. mogą być wzajemnie niezgodne, niejednoznaczne, a nawet - zabarwione emocjonalnie. Bogactwo niuansów zawartych w takich poglądach i opiniach łatwiej można wyrazić w języku naturalnym niż w jakimkolwiek języku sztucznym o ograniczonym słownictwie i uboższych środkach stylistycznych. Z drugiej strony - językowi naturalnemu właściwe są zdania wyrażające przypuszczenie, wątpliwość, ewentualność itp., a więc zdania, które mimo formy orzekającej nie mogą być w pełni ocenione przy pomocy klasycznej, dwuwartościowej skali logicznej /"1" - "prawda", "0" - "fałsz"/. Pełne wykorzystanie wiedzy ekspertów wymaga za-

tem zarówno dobrania właściwego języka reprezentacji wiedzy ekspertów, jak i rozszerzenia reguł wnioskowania logicznego w taki sposób, by stało się możliwe korzystanie z wiedzy cząstkowej lub nie w pełni zweryfikowanej. Komputerowe systemy doradczo-decyzyjne budowane w praktyce mogą w różnym stopniu spełniać trzy poprzednio sformułowane założenia. Liczne systemy tej klasy nazywane przez ich twórców "ekspertowymi" w istocie rzeczy mają tylko niektóre cechy SE, dlatego o SE można też mówić jako o pewnej współczesnej tendencji rozwojowej systemów doradczo-decyzyjnych, nie koniecznie i nie w każdym przypadku zrealizowanej w pełni.

Z konstrukcyjnego punktu widzenia SE powinien zawierać szereg modułów-funkcjonalnych:

- a/ urządzenia zewnętrzne dla wprowadzania i wyprowadzenia danych,
- b/ moduł komunikacji między systemem i użytkownikiem /MKU/,
- c/ moduł analizy logicznej zapytań i przygotowania odpowiedzi /MAL/,
- d/ moduł zarządzania bazą wiedzy /KZEW/,
- e/ pamięć językową /PJ/ i pamięć gromadząca bazę wiedzy /EW/.

Ogólny schemat SE przedstawiono na rys. 1/str. 211/

MKU jest połączony bezpośrednio z PJ, gdzie przechowywany jest zarówno słownik, jak i reguły gramatyczne języka komunikacji między systemem i użytkownikiem. W podobny sposób KZEW sterujący procesami tworzenia struktur danych zawierających wiedzę ekspertów, aktualizacji struktur, ich logicznego wiązania i wyszukiwania danych, połączony jest z EW. MAL, umieszczony między MKU i KZEW spełnia kluczową rolę w sterowaniu procesem wnioskowania logicznego, którego celem jest znalezienie "sensownej" odpowiedzi na pytania postawione przez użytkownika.

Z wyżej przytoczonej charakterystyki modułów funkcjonalnych SE wynika, że budowa takich systemów narażona na szereg problemów, zarówno natury naukowej, jak i technicznej. Do problemów naukowych można w szczególności zaliczyć:

1/ Opracowanie podstaw komputerowej analizy składniowej i semantycznej zdań języka naturalnego oraz zasad generowania zdań poprawnych języ-

kowo i sementycznie;

2/ Opracowanie zasad reprezentacji wiedzy odnoszącej się do wybranych dziedzin przedmiotowych;

3/ Opracowanie zasad komputerowego wspomnienia procesów wnioskowania logicznego opartego na zupełnych lub nie w pełni wiarogodnych przesłankach oraz procesów analizy opinii ekspertów;

4/ Opracowanie efektywnych metod logicznego zarządzania bazami wiedzy, uwzględniających wysoki stopień złożoności struktur danych, rozproszenie przestrzenne zasobów informacyjnych itp.

Należy zauważyć, że niektóre spośród wymienionych tu problemów, zwłaszcza odnoszące się do pp. 1/ i 2/, nie mogą być wprost adoptowane z literatury, lecz muszą być rozwiązywane z uwzględnieniem specyfiki określonego języka etnicznego i wybranej dziedziny zastosowań SE.

Wśród problemów technicznych związanych z budową SE można przykładowo wymienić:

- organizację dostępu i szybkiego wyszukiwania danych w PJ,
- organizację zarządzania EW na poziomie logicznym i fizycznym,
- organizację wielodostępu i zdalnego dostępu do baz rozproszonych /włączając w to również problemy ochrony baz wiedzy przed nieupoważnionym dostępem/ itp.

Budowa SE wymaga, jak widać, udziału specjalistów o dość zróżnicowanych kierunkach kwalifikacji. O znaczeniu, jakie przywiązuje się na świecie do tego kierunku zastosowań informatyki niech świadczy rosnąca liczba publikacji na temat SE zgłaszanych na kolejne międzynarodowe konferencje naukowe "sztucznej inteligencji": Tokio /1979/ - 15, Vancouver /1981/ - 20, Karlsruhe /1983/ - ok. 60 itd. Zainteresowanie tą problematyką w krajach socjalistycznych znalazło wyraz m.in. w działalności komisji "Naukowe Problemy Techniki Obliczeniowej" Akademii Nauk XS, a zwłaszcza jej grupy roboczej RC-18, której staraniem w 1984 r. został przygotowany obszerny materiał przeglądowy dotyczący stanu zaangażowania prac w dziedzinie SE [42]. Korzystając z tego materiału, jak również z innych



źródła [1,8] przedstawiamy w Tabelicy 1. podstawowe dane o kilkunastu przykładowo wybranych SE z różnych dziedzin zastosowań. Warto tu zwrócić uwagę, że systemy te zostały stworzone dla dość wąsko określonych dziedzin przedmiotowych, a także na to, że nie wszystkie one zapewniają komunikację z użytkownikiem w języku naturalnym /t.j. etnicznym/. Z drugiej strony warto też zauważyć, że systemy te zrealizowano na bazie dość łatwo dostępnych źródeł technicznych.

### 1. Reprezentacja wiedzy w systemie komputerowym

W poprzednio przytoczonym określeniu SE użyliśmy niesprecyzowanego doład terminu "baza wiedzy". z naturalny sposób nasuwa się pytanie, czy oznacza on coś innego niż "baza danych" - termin powszechnie już w informatyce używany. Nim na to odpowiemy, wyjaśnimy w pierw sens bardziej podstawowego terminu "wiedza". Wielka Encyklopedia Powszechna PWN tłumaczy go jak następuje: "WIEDZA, w szerokim sensie ogół treści utrwalonych w umyśle ludzkim, będących wynikiem kumulowania doświadczeń oraz procesu uczenia się /.../. W węższym znaczeniu pojęcie "w." obejmuje wszelkie wiadomości zdobyte przez człowieka w konfrontacji z obiektywną rzeczywistością, a więc zarówno wiadomości wmontowane w refleksję teoretyczną, jak i wiadomości nie objęte tą refleksją, a niezbędne dla każdej praktycznej działalności człowieka /w. użyteczna/". Przez "bazę wiedzy" będziemy zatem rozumieli zbiór zapisów utrwalonych zgodnie z pewną konwencją językową, których treścią są elementy wiedzy dotyczącej określonego obszaru przedmiotowego. Jeśli bazę wiedzy uzupełnimy o mechanizmy dostępu do niej, aktualizacji i wyszukiwania zapisów przechowywanych w bazie, to tak otrzymany system nazwiemy "bankiem wiedzy". Bankiem wiedzy jestm.in. każda biblioteka naukowa, nas jednak interesują głównie skomputeryzowane banki wiedzy, w których baza wiedzy jest utrwalona na nośnikach maszynowych. Różnica między bazą danych i bazą wiedzy jest prostą konsekwencją różnicy między "danymi" i "wiedzą". Dane, to informacje wyrażone w postaci zakodowanej i sformatowanej, przystosowanej do cyfrowego przetwarzania,

## PODSTAWOWE DANE O PRZYKŁADOWO WYBRANYCH SE

L.p.	Nazwa SE i dziedzina zastosowań	Miejsce wdrożenia	Typ komputera	Język programowania	Język komunikacji z użytkownikami
1	PCLIO - doradztwo finansowe	Uniw. Stanford, USA	DEC 11/780	Franz-LISP, PASCAL	naturalny
2	ENOSPHERE - inf. encyklopedyczne	Uniw. Stanford, USA	SIMBOLIC LM-2 XEROX-D		wideotekstowy
3	PDS - diagnostyka techniczna	Carnegie Mellon Un. USA	VAX 780	SRL Franz-LISP	
4	LUNAR - geologia powierzchni Księżyca	USA	PDP-10	LEN-LISP	naturalny
5	LITHO - interpretacja danych o polach naftowych	Francja	DEC-20 VAX	INTER-LISP	specjalistyczny
6	XSTL PTRANS - pomoc w obsłudze systemu VAX	Carnegie Mellon Un. USA	VAX-11	OPSS	dialogowy
7	CNCOCIN - diagnoza onkologiczna	Uniw. Stanford, USA		INTER-LISP	dialogowy
8	TULIPS, TULIPS-2 zadania arytmetyczne	Uniw. Moskiewski, ZSRR	BESK-6	EISP	naturalny
9	PLANT/da - diagnostyka chorób soi	Uniw. Illinois, USA	VAX 780	PASCAL	dialogowy
10	DIPLETER ADVISOR - geologia	MIT, USA	VAX-11	INTER-LISP, FORTRAN	specjalistyczny
11	DENTRAL - chemia	Uniw. Stanford, USA		LISP	specjalistyczny
12	GUS - rezerwacja biletów lotniczych	Palo Alto, USA	MAXC PDP-10	INTER-LISP	naturalny

których znaczenie /treść/ jest wprawdzie znana użytkownikowi, ale nie jest brana pod uwagę w formalnych procesach komputerowego przetwarzania. Informacje /zapisy/ przechowywane w bazie wiedzy nie tylko odnoszą się do określonych fragmentów rzeczywistości, lecz także są oceniane z punktu ich zgodności z rzeczywistością, a powiązania między nimi odzwierciedlają związki zachodzące w rzeczywistości. Bazę danych można zatem uważać za szczególny przypadek bazy wiedzy odnoszący się do takiej sytuacji, w której wiedza o obszarze przedmiotowym ogranicza się do faktów dających się względnie łatwo sklasyfikować lub sparametryzować. Takie fakty można zakodować przy pomocy prostych struktur danych: regularnych jak wektory, macierze lub tablice liczbowe o ustalonych rozmiarach, albo półregularnych jak rekordy utworzone z wartości atrybutów oraz utworzone z rekordów pliki, między którymi mogą występować powiązania logiczne [1, 14].

Następnym krokiem w opisie faktów odnoszących się do ustalonego obszaru przedmiotowego mogłoby być użycie do tego celu specjalnie utworzonego języka "naturalizowanego", tj. opartego na słownictwie zaczerpniętym z języka etnicznego. Takim językiem, o rozszerzalnym słownictwie, może być język słów kluczowych lub kod semantyczny utworzony na wzór tego, jaki stworzono do bibliograficznych opisów dokumentów [3, 13].

Wymienione tu możliwości i propozycje nie wyprowadzają nas jednak poza pewien szczególny, nieco statyczny sposób widzenia rzeczywistości jako zbioru "faktów" powiązanych przy pomocy mniej lub bardziej złożonych relacji. Niektórzy autorzy nazywają ten sposób widzenia rzeczywistości "deklaratywnym", w odróżnieniu od sposobu "operatywnego", o którym poviemy niżej [2], p. 3.3.2/.

Podstawowy spór o to, czy rzeczywistość jest ciągiem następujących po sobie "stanów", czy raczej ciągłym procesem przemian, w sposób ostateczny będzie rozstrzygnięty przez dalszy rozwój fizyki. W odniesieniu do SE ma on jednak także wymiar praktyczny: idzie o to, czy i w jakich warunkach rejestracja "faktów", a więc mniej lub bardziej wiarogodnie stwierdzonych stanów rzeczywistości, przedstawia ją nam wystarczająco

dokładnie, aby na tej podstawie było możliwe podejmowanie trafnych decyzji. Odpowiedź na to pytanie nie jest jednoznaczna, zależy bowiem od tempa zmian zachodzących w opisywanych obiektach i od tego, czy podejmowane decyzje mają wpływać na dynamikę procesów, czy tylko interpretować lub korygować stan chwilowy. Dynamiczny opis rzeczywistości jako bardziej złożony powinien być zatem stosowany tylko wtedy, gdy jest to konieczne. Jakkolwiek każdy obserwowany w naturze proces spełniający ogólne warunki ciągłości można z dowolną dokładnością opisać w postaci sekwencji jego stanów chwilowych, to jednak taki opis w wielu przypadkach jest mało użyteczny, kiedy w grę wchodzi wymierne koszty opisu lub przechowywania informacji o procesie. Oznacza to, iż podejście deklaratywne nie tyle z przyczyn zasadniczych, co pragmatycznych, nie wydaje się najwłaściwsze wtedy, gdy w SE zamierza się przedstawić wiedzę o obiektach dynamicznych, a pytania kierowane do SE przez użytkowników mogą dotyczyć przewidywanego zachowania się obiektów w określonych warunkach, zachodzących w nich procesów, albo parametrów charakteryzujących integralnie właściwości takich procesów. W takich przypadkach wiedza o danym obszarze przedmiotowym powinna raczej mieć postać układów równań funkcjonalnych opisujących zachowanie się obiektów, programów symulujących takie zachowanie się, algorytmów postępowania umożliwiającego udzielenie odpowiedzi na konkretne pytania dotyczące obiektów, czy wreszcie - ogólnych zaleceń metodologicznych ułatwiających znalezienie takich odpowiedzi. Takie właśnie podejście do opisu rzeczywistości określa się mianem podejścia proceduralnego. Jego praktyczna realizacja w systemach komputerowych wymaga sięgnięcia poza repertuar prostych struktur danych. Pożądane struktury danych powinny odznaczać się następującymi właściwościami:

a/ elementy struktur powinny być przyporządkowane elementom opisu rzeczywistości w ujęciu deklaracyjnym lub proceduralnym, a ich repertuar powinien być rozszerzalny stosownie do potrzeb użytkownika;

b/ związki strukturalne powinny odpowiadać związkom realnie występującym w świecie rzeczywistym lub związkom logicznym, wynikającym z

formalnych właściwości przyjętego modelu opisu rzeczywistości; repertuar takich związków powinien być także rozszerzalny;

c/ struktury powinny być rozszerzalne rekurencyjnie w górę i w dół, t.j. powinno być możliwe definiowanie elementów struktur wyższego poziomu przez struktury poziomu niższego;

d/ powinno być możliwe wartościowanie logiczne elementów struktur oraz związków strukturalnych, a pośrednio - i całych struktur.

Ograniczenia techniczne sprawiają, że nie dysponujemy obecnie systemami reprezentacji wiedzy w komputerach, które w pełni odpowiadałyby wszystkim wyżej przytoczonym założeniom. Szereg rozwiązań opisanych w literaturze spełnia jednak te założenia przynajmniej częściowo. Niżej przedstawimy w ogólnym zarysie dwa takie rozwiązania.

R o m y /ang. framea/ M. Minsky'ego. Z formalnego punktu widzenia rama jest strukturą o następującej postaci:

$$f = [i; \langle v_1, E_1 \rangle, \langle v_2, E_2 \rangle, \dots, \langle v_k, E_k \rangle]$$

przy czym:  $i$  jest identyfikatorem ramy,  $k$  jest ustaloną liczbą naturalną, a uporządkowane pary typu  $\langle v_k, E_k \rangle$  nazywamy terminalami ramy. Każdy terminal utworzony jest z nazwy  $v_k$  i zawartości  $E_k$ . Zawartością terminala może być: a/ identyfikator innej ramy, b/ identyfikator innej ramy wraz z warunkami ograniczającymi jego użycie lub c/ warunek ograniczający lub procedura testująca. Jako przykład ramy można przytoczyć następującą strukturę:

$$f = [LIT; \langle v_A, E_A \rangle, \langle v_B, E_B \rangle, \dots, \langle v_Z, E_Z \rangle]$$

przy czym LIT,  $v_A, v_B, \dots, v_Z$  są pewnymi formalnymi nazwami, natomiast  $E_A, E_B, \dots, E_Z$  są pewnymi testami, które pozwalają ocenić, odpowiednio, czy pewien obserwowany znak graficzny jest symbolem litery A, B, ..., Z. Tak opisana rama przedstawia wiedzę o sposobie rozpoznawania liter alfabetu. Odpowiednikiem tej wiedzy w ujęciu deklaratywnym byłby zbiór wzorców poszczególnych liter umożliwiający rozpoznanie znaku przez jego kolejne

porównywanie z wzorcami.

W przypadku szczególnym "procedura testująca" występująca jako zawartość terminala może być sprowadzona do jedynej dopuszczalnej wartości wynikowej, skąd wynika, że rama może w sposób ekstensjonalny definiować zbiory skończone. Możliwość użycia identyfikatora ramy jako zawartości terminala innej ramy pozwala rozwijać ramy w struktury sieciowe i definiować je w sposób rekurencyjny. Przykład zastosowania ram do rozpoznawania liter alfabetu nie daje jednak pełnego wyobrażenia o ich rzeczywistej przydatności praktycznej. Rozważmy zatem bardziej rozwinięty przykład z dziedziny komputerowego wspomagania planowania operacji.

Załóżmy, że należy stworzyć SE wspomagający proces planowania zajęć w szkole wyższej. LKU systemu pozwala na swobodne komunikowanie się z systemem w języku naturalnym i ten aspekt działania systemu chwilowo tu pominiemy. W EW systemie w postaci deklaratywnej są zapamiętane informacje o programach studiów, grupach studenckich, wykładowcach, salach wykładowych i zaplanowanych już zajęciach. Zadanie, sformułowane w języku naturalnym, brzmi:

ZMIENIĆ CZAS WYKŁADU DRA KOŃALSKIEGO Z PIĄTEKU NA INNY DZIEŃ

Analiza semantyczna zdania wykonana w LKU pozwala wyodrębnić z niego wszystkie niezbędne elementy treści. Moduł analizy logicznej LAL musi jednak sprowadzić zadanie do jednego z zadań typowych, których sposoby rozwiązania zostały zaproponowane przez ekspertów. W wykazie ram poszukuje zatem ramy o nazwie /identyfikatorze/ wskazującej na związek z zadaniem problemem. Niech będzie to rama o nazwie "ZMIANA CZASU WYKŁADU". Struktura tej ramy jest następująca:

[ "ZMIANA CZASU WYKŁADU"; < "POPRZEDNI WYKŁAD"; x > { "NOWY WYKŁAD"; y }, < z, z > ]

Rama ta wskazuje, że do przygotowania odpowiedzi /propozycji zmiany/ konieczne jest rozszyfrowanie dwóch innych ram, których opisy są zapamiętane, odpowiednio, w miejscu x i y, a także wykonanie instrukcji z zapamiętanej w miejscu z. W miejscach x i y znajdujemy opisy ram o następujących strukturach rya. 2 /str. 211/.

[ "POPRZEDNI WYKŁAD"; < "WYKŁAD"; u, < z, z > ]

[ "NOWY WYKŁAD"; < "WYKŁAD"; u, < z, z > ]

Struktury te wskazują na kolejną ramę pn. "WYKŁAD" o adresie u. Ponadto, wypełnienie ramy wymaga wykonania instrukcji Z. W miejscu u znajdujemy opis ramy o następującej strukturze:

[ "WYKŁAD"; < "NAZWA WYKŁADU"; p, < "NAZWA GRUPY"; q, < "DZIEŃ"; r, < "GODZINA"; s, < "SALA"; t, < "WYKŁADOWCA"; w, < z, z > ]

Pod wskazanymi tu adresami w EW znajdują się opisy ram pozwalających ustalić parametry potrzebne do wypełnienia ramy "WYKŁAD". Przykładowo, rama "NAZWA WYKŁADU" może mieć postać:

[ "NAZWA WYKŁADU"; < "USTAL"; "LPRZEDM"; >, < z, z > ]

Rama ta wskazuje na konieczność odwołania się do podprogramu o nazwie "USTAL", który z listy o nazwie "LPRZEDM" pobiera nazwy przedmiotów i konfrontuje je z nazwami przedmiotów wskazanymi pośrednio lub bezpośrednio w pytaniu użytkownika. Wartością /wynikiem działania/ podprogramu będą nazwy przedmiotów figurujące w "LPRZEDM" i występujące w pytaniu. Zachodzi jednak pytanie, w jaki sposób informacja zawarta w pytaniu może być przeniesiona do podprogramu "USTAL"? Jest to możliwe dzięki instrukcjom kryjącym się pod ogólną nazwą Z, są to bowiem instrukcje powrotu do ramy wywołującej, przekazujące wyniki wypełnienia ramy niższego poziomu, albo sygnalizujące brak danych do wypełnienia ramy. Brak danych może oznaczać albo konieczność odtworzenia ich na podstawie treści pytania, albo też - sformułowania dodatkowego pytania pod adresem użytkownika. Z treści rozważanego tu przykładu wynika, że w zadaniu postawionym przez użytkownika jest zawarta explicite informacja o dniu i wykładowcy poprzedniego wykładu /tj. piątek, dr Kowalski/. Informacji dotyczącej nazwy wykładu, godziny itd. mógłby także udzielić dodatkowo użytkownik, ale nie jest to konieczne, gdyż podprogram "USTAL" korzystając z dostępu do EW w ramach "NAZWA WYKŁADU", "NAZWA GRUPY", "GODZINA" i "SALA" może wyznaczyć odpowiednie wartości odpowiadające wykładowi prowadzonemu w piątki przez dra Kowalskiego. Tak więc, rama "POPRZEDNI WYKŁAD" może być całko-

wicie wypełniona. W ramie "NOWY WYKŁAD" z informacji dostarczonej przez użytkownika można wypełnić jedynie ramę "WYKŁADOWCA"; do ramy "DZIEŃ", na zasadzie usunięcia "piątku" z listy dni roboczych tygodnia, można wpisać wartości "poniedziałek", "wtorek", "środa" i "czwartek". Rama "NOWY WYKŁAD" poprzez procedurę Z powinna zatem przekazać te wartości do ramy "ZMIANA CZASU WYKŁADU" sygnalizując jednocześnie nieokreśloność wartości ram "NAZWA WYKŁADU", "NAZWA GRUPY", "CODZINA" i "SALA" w ramie "NOWY WYKŁAD". Procedura wypełnienia ramy "NOWY WYKŁAD" wykorzystywana do różnych typów aktualizacji nie może przewidywać samorzutnego uzupełnienia brakujących danych poprzez pobranie ich z ramy "POPRZEDNI WYKŁAD", lecz takie polecenie może być zawarte w procedurze wypełnienia ramy "ZMIANA CZASU WYKŁADU". Procedura ta polega bowiem na:

1<sup>o</sup> przeniesieniu wartości ram "NAZWA WYKŁADU" i "NAZWA GRUPY" z ramy "POPRZEDNI WYKŁAD" do ramy "NOWY WYKŁAD";

2<sup>o</sup> dla ustalonej wartości ramy "NAZWA GRUPY" i ramy "DZIEŃ" w ramie "NOWY WYKŁAD" znalezienie wszystkich sal wolnych w godzinach, kiedy grupa ta nie ma zajęć. Tego typu procedura może być wykonana przez ewentualne odwołanie się do ram opisujących procedury pomocnicze, na przykład wyznaczenia wolnych sal w poszczególnych dniach tygodnia i godzinach, a także - wyznaczenia wolnych "okienek" w zajęciach określonej grupy w poszczególne dni tygodnia. Zeznaczymy, że terminale w ramach są wypełniane wartościami w kolejności, w jakiej są one wyszczególnione w opisie ramy; jest to, oczywiście, pewne ograniczenie strukturalne, które może utrudnić znajdowanie rozwiązań niektórych rodzajów zadan postawionych przez użytkownika.

Wypełnienie ramy "ZMIANA CZASU WYKŁADU" pozwala przystąpić do sformułowania wstępnej propozycji rozwiązania zadania postawionego przez użytkownika. Procedura Z przekazuje wówczas do modułu MKU zawartość ramy "NOWY WYKŁAD". W MKU na tej podstawie zostaje sformułowana odpowiedź typu:

PROPOZYCJANY CZAS I MIEJSCE WYKŁADU DRA KOWALSKIEGO:



PONIEDZIAŁEK: /Nazwa wykładu/, /Nazwa grupy/, /Godzina/, /Sala/,

WTOREK: ...

itd.

WYBLERZ DZIEŃ I GODZINĘ !

Odpowiedzią użytkownika może być wskazanie jednej /lub kilku/ z przedstawionych propozycji, na przykład:

WTOREK, GODZ. 11.00

Końcowa część dialogu może wówczas mieć postać następującą:

System:

ZMIANA CZASU WYKŁADU DRA KOMALSKIEGO Z /Nazwa wykładu/ DLA  
/Nazwa grupy/ W PIĄTEK GODZ. /Godzina/ W SALI /Sala/ NA  
WTOREK GODZ. 11.00 SALA /Sala/.

CZY AKCEPTUJESZ ?

Użytkownik:

TAK

System:

WYKONANO. DZIEKUJE !

Powyższy przykład przedstawia /z dużymi skrótami/ przebieg rozwiązania zadania. Należy tu zwrócić uwagę, że rozwiązywanie polega tu na wypełnianiu poszczególnych ram zawartością przypisaną poszczególnym terminalom. Zawartości te spełniają zatem rolę danych niezbędnych do wykonania poszczególnych podprogramów. Eraujące dane uzyskuje się poprzez odwołanie do ram, które zawierają opis sposobu ich uzyskania. Odpowiednie procedury mogą być wywoływane w sposób jawny, bądź też niejawny, na skutek spełnienia pewnego warunku. Ten ostatni przypadek ma zastosowanie szczególnie wtedy, gdy dla wypełnienia ramy konieczne jest uzyskanie informacji wynikającej pośrednio z całej nagromadzonej wiedzy o przedmiocie dialogu. Kiedy, na przykład, w końcowej części dialogu użytkownik przekazuje polecenie: "WTOREK, GODZ 11.00", to w rzeczywistości podaje on zawartość terminali "DZIEŃ" i "GODZINA" w ramie "NOWY WYKŁAD". Użytkownik nie musi jednak przekazywać tej dodatkowej informacji w pełnej postaci, bowiem

procedura /zwana w literaturze "demonem"/ wchodząca w skład ramy "ZMIANA CZASU WYKŁADU" dokona sprawdzenia, czy w odpowiedzi użytkownika jest zawarta cała informacja brakująca do wypełnienia ramy. Jeśli tak, to poprzez procedurę Z kompletne parametry odpowiedzi zostaną przekazane do MŁL w celu sformułowania odpowiedzi końcowej.

S i e c i s e m a n t y c z n e . Koncepcja sieci semantycznych, wprowadzona w 1968 r. przez W.R. Quilliana, nawiązuje do upobu przedstawienia rzeczywistości jako systemu relacyjnego:

$$S = [A, R_1, R_2, \dots, R_k]$$

przy czym  $A$  jest pewnym zbiorem obiektów, zaś  $R_1, R_2, \dots, R_k$  są relacjami opisanymi na zbiorze  $A$ . Sieć semantyczna jest grafem zorientowanym, którego węzły są przyporządkowane zmiennym lub stałym oznaczającym obiekty świata rzeczywistego, zaś łuki odpowiadają występującym między nimi relacjom binarnym. Ze względu na to, że w danym "świecie realnym" może występować wiele relacji, sieć semantyczna jest grafem ważonym, w którym wagi przypisane łukom wskazują na typ relacji wiążących daną parę węzłów. Tak określone grafy pozwalają wyrazić w sposób sformalizowany liczne zależności występujące w świecie realnym, które w języku naturalnym są opisywane przez zdania orzekające w rodzaju:

"Inż. Kalinowski jest kierownikiem oddziału 1-go",

"Zlecenie z zakładu A jest pilniejsze niż zlecenie z zakładu B",

"Operację  $m$  należy wykonać na maszynie  $r$ ",

itp. Jako przykład można rozważyć pierwsze z tych zdań. Jeśli przez  $A$  oznaczyć zbiór osób /pracowników zakładu/, a przez  $B$  - zbiór oddziałów, to na iloczynie kartezjańskim tych zbiorów  $A \times B$  można opisać relację  $R$  interpretowaną jako "kierownik oddziału". Kówesta zapis  $R/a, b/$ , w którym  $a \in A$ ,  $b \in B$ , oznaczający, że para uporządkowana  $[a, b]$  spełnia relację  $R$ , będzie interpretowany jako zapis faktu, że  $a$  jest kierownikiem działu  $b$ . Ten sam fakt można przedstawić graficznie, jak to ilustruje rys. 3. Zapis graficzny jest wprawdzie czytelny dla człowieka, ale nie może być w tej

postaci zinterpretowany bezpośrednio przez komputer. Sieć semantyczną trzeba zatem wprowadzić do komputera w postaci reprezentacji algebraicznej, tj. na przykład definiując listę węzłów oraz macierz przyległości:

$$K = [a_{ij}], \quad i, j = 1, 2, \dots, p,$$

przy czym  $a_{ij} = 1$  wtedy i tylko wtedy, gdy w grafie występuje łuk łączący węzeł  $a_i$  z węzłem  $a_j$ , w pozostałych przypadkach  $a_{ij} = 0$ . Liczba naturalna  $p$  oznacza tu liczbę węzłów grafu. Jeśli sieć semantyczna ma opisywać więcej niż jedną relację binarną, to macierz przyległości powinna być określona oddzielnie dla każdej relacji, albo elementy  $a_{ij}$  należy określić w taki sposób, by zawierały one informację o typie relacji łączącej daną parę węzłów. Możliwość przedstawienia przy pomocy jednego grafu ważonego kilku relacji binarnych może być wykorzystana do przedstawienia przy pomocy sieci semantycznych relacji wieloargumentowych. Rozważmy na przykład następujące zdanie:

"Samolot SP-LTA odbywa rejs z Warszawy do Paryża".

Tę samą treść można wyrazić w postaci relacji trójargumentowej opisanej na iloczynie kartezjańskim  $C \times D \times D$ , w której  $C$  jest zbiorem oznaczeń samolotów, a  $D$  - zbiorem nazw stolic europejskich. Odpowiednia relacja może mieć postać: REJS/samolot, miejsce startu, miejsce lądowania/. Tak określonej relacji nie można jednak przedstawić bezpośrednio w postaci grafu, gdyż łuki grafu łączą jedynie pary elementów. Wprowadzimy jednak dodatkowy zbiór elementów zwanych lotami oznaczając go przez  $L$ . Określimy z kolei następujące relacje binarne:

$R_1 \subset L \times C$  - "Lot  $l$  jest realizowany przez samolot  $s$ ",

$R_2 \subset L \times D$  - "Lot  $l$  rozpoczyna się w miejscowości  $m$ ",

$R_3 \subset L \times D$  - "Lot  $l$  kończy się w miejscowości  $m$ "

oraz jednoargumentową relację przynależności do zbioru  $L$ , oznaczoną po prostu przez  $L$ . Stwierdzenie, że pewna uporządkowana trójka, na przykład [SP-LTA, Warszawa, Paryż], spełnia poprzednio podaną relację trójargumentową, jest teraz logicznie równoważne wyrażeniu:

$$/ \exists x / [ / x \in L / \wedge R_1 / x, SP-LTA / \wedge R_2 / x, Warszawa / \wedge R_3 / x, Paryż / ]$$

Występująca tu zmienna pomocnicza  $x$ , wprowadzona ze względu na kwantor szczegółowy  $\exists$ , jest tzw. zmienną skolcowaną, którą można formalnie wyeliminować zastępując ją nazwą jakiegokolwiek lotu należącego do  $L$ . Wówczas poprzednio przytoczone wyrażenie można zapisać jak następuje:

$$/ 1 \in L / \wedge R_1 / 1, SP-LTA / \wedge R_2 / 1, Warszawa / \wedge R_3 / 1, Paryż /$$

Wyrażenie to można już łatwo przedstawić w postaci sieci semantycznej. Wystarczy przypisać węzły elementom 1, SP-LTA, Warszawa i Paryż, a następnie połączyć łukami pary elementów /węzłów/ spełniające relacje  $R_1$ ,  $R_2$  i  $R_3$  zaznaczając przy łukach, do jakich odnoszą się one relacje. Odpowiednią sieć przedstawiono na rys. 4. Nie narzuca też zasadniczej trudności przedstawienie tak otrzymanej sieci semantycznej w postaci algebricznej, nadającej się do przedstawienia w komputerze.

Wamy Kinsky'ego i sieci semantyczne Quilliana są tylko dwoma przykładami środków formalnych nadających się do przedstawienia wiedzy o faktach lub procesach zachodzących w świecie rzeczywistym. Problemom reprezentacji wiedzy w systemach komputerowych poświęcone są liczne publikacje i opracowania monograficzne [3, 5, 12].

## 2. Systemy produkcji

Przedstawiony w poprzednim punkcie przykład przygotowywania w SE odpowiedzi na żądanie zmiany w planie wykładów wskazał pośrednio na znaczenie ogólnej metody postępowania polegającej na powtarzaniu następującego cyklu działań:

- a/ sprawdzenie warunków wykonania operacji w aktualnym stanie,
- b/ wykonanie operacji prowadzącej do nowego stanu.

Systemy działające zgodnie z wyżej opisanym cyklem w różnych odmianach były opisywane w literaturze, nim jeszcze zaczęto zajmować się zagadniami budowy SE. Do tego typu systemów można zaliczyć m.in. komputerowe

systemy dowodzenia twierdzeń, generowania gramatycznie poprawnych tekstów w językach sformalizowanych, symulowanie niektórych procesów itp. Cykl działań powtarzany jest począwszy od pewnego stanu początkowego aż do osiągnięcia stanu, który zostaje uznany za stan docelowy lub stanu, w którym nie jest już możliwe podjęcie nowej operacji przekształcającej. Ciąg wyżej opisanych cykli działań i odpowiadająca mu sekwencja stanów zaczynając się od stanu początkowego i zakończona stanem końcowym tworzą t.zw. proces produkcji /nie należy go oczywiście mylić z procesem produkcyjnym w gospodarce, jakkolwiek można tu doszukać się pewnych podobieństw formalnych/. Systemy /zwłaszcza komputerowe/ realizujące procesy produkcji nazywamy systemami produkcji. Ze względu na to, iż poza innymi zastosowaniami stanowią one jądro modułów analizy logicznej KAL w SE, poświęcimy im nieco więcej uwagi.

Użytkownik SE formułując zadanie lub problem, który należy rozwiązać wykorzystując zawartość BW, w pewnej mierze narzuca rodzaj odpowiedzi, której oczekuje od systemu. Dzieje się tak nawet wtedy, gdy sformułowanie zadania pod względem gramatycznym nie jest zdaniem pytającym. Żądanie zmiennej dnia wykładu z piątku na inny dzień tygodnia, które rozważaliśmy poprzednio, może być /w części poprzedzającej podjęcie decyzji wykonawczej/ przedstawione jako pytanie:

W JAKIE DNI Z WYJĄTKIEM PIĄTKU, O KTÓRYCH GODZINACH I W JAKICH SALACH MOŻE SIĘ ODBYĆ WYKŁAD PROWADZONY W PIĄTKI PRZEZ DRA KOWALSKIEGO ?

Odpowiedzią na tak postawione pytanie może być każde zdanie orzekające typu:

WYKŁAD DRA KOWALSKIEGO Z /Nazwa wykładu/ DLA /Nazwa grupy/ MOŻE SIĘ ODBYĆ W /Dzień/ O GODZ. /Godzina/ W SALI /Saln/,

przy czym na parametry zdania nałożone są ograniczenia: a/ zgodności z pytaniami i b/ zgodności z informacjami przechowywanymi w BW. Oznacza to, że każda odpowiedź powinna być zdaniem wynikającym logicznie z szeregu przesłanek. Podobnie na pytania typu:

JAKIE RODZAJE ŚRODKÓW PODRYŚZAJĄCYCH CIŚNIENIE MOŻNA STOSOWAĆ  
W PRZYPADKU UCZULENIA NA KOFEINĘ?

KTÓRE WYŁĄCZNIKI ENERGII ELEKTRYCZNEJ I ZAWORY GAZOWE NALEŻY  
WYŁĄCZYĆ, ABY ODCIĄŚ DOPIYW ENERGII DO IV PIĘTRA BLOKU C?

CZY MOŻNA PRZENIEŚĆ ŁADUNEK O CIF. ŻARZE BRUTTO 12 T Z MIEJSCOWOŚCI  
A DO B TAK, ABY NIE PRZJEZDZAĆ PRZEZ MOSTY O MNIEJSZEJ NOŚNOŚCI?

Rodzaje odpowiedzi są sugerowane przez formę pytań, natomiast ich treść  
powinna być logicznie wyprowadzona z zawartości EW.

Jeśli  $W$  oznacza zdanie będące odpowiedzią na postawione pytanie, a  
 $U_1, U_2, \dots, U_h$  są pewnymi zdaniami orzekającymi zawartymi implícite w EW,  
to powinna zachodzić implikacja logiczna:

$$U_1 \wedge U_2 \wedge \dots \wedge U_h \Rightarrow W,$$

czyli zdanie

$$U_1 \wedge U_2 \wedge \dots \wedge U_h \wedge \neg W /$$

/w którym  $\neg$  jest symbolem negacji/ powinno być logicznie fałszywe. Truź-  
ność logicznego wyprowadzenia wniosku  $W$  polega w praktyce na tym, że  
przesłanki  $U_1, U_2, \dots, U_h$  mogą nie występować jawnie w EW, byle były tak-  
że logicznie wyprowadzalne ze zdań zapisanych w EW. Oznacza to, że  $W$  po-  
winno być logicznie wyprowadzalne ze zdań zapisanych w EW na drodze wie-  
loetapowego procesu wnioskowania logicznego, przy czym przesłanki pier-  
wotne wnioskowania dane są nadmiarowo /tzn. występują wraz ze zdaniami  
nie istotnymi dla wniosku końcowego/. W takiej sytuacji dobór przesłanek  
pierwotnych i wniosków pośrednich wyznaczających kolejne etapy procesu  
wnioskowania nie może być ściśle zaplanowany z góry, może jedynie podle-  
gać pewnej ogólnej strategii wnioskowania logicznego.

W literaturze wyróżnia się dwa podstawowe rodzaje takich strategii,  
zasługujące na miano strategii "czystych". Pierwszą z nich jest strategia  
"prosta" polegająca na tym, że za punkt startowy procesu wnioskowania  
przyjmuje się zdanie orzekające zawarte w EW /uznane za zdanie logicz-  
nie prawdziwe/, skąd poprzez wnioski pośrednie dochodzi się do wniosku

końcowego, będącego logicznie uzasadnioną odpowiedzią na postawione pytanie. Przyjęcie strategii "prostej" wymaga jednak rozstrzygnięcia, które spośród zdań należy przyjąć za przesłanki pierwotne i poprzez jakie wnioski pośrednie należy poprowadzić proces wnioskowania, ażeby uniknąć nadmiernego wydłużenia procesu o etapy nieistotne dla wniosku końcowego. Należy tu przypomnieć dwa istotne fakty dowiedzione na gruncie logiki predykatów pierwszego rzędu, iż

1° istnieją efektywne algorytmy sprawdzenia poprawności formuły logicznej, o ile formuła ta jest istotnie poprawna /o czym dowodzący poprawności może a priori nie być upewnionym/;

2° na gruncie logiki predykatów pierwszego rzędu nie można skonstruować efektywnej metody sprawdzenia, czy formuła logiczna jest, czy też nie jest poprawna /tzw. twierdzenie Churcha/.

Drugie z wyżej przytoczonych stwierdzeń oznacza w praktyce, że zastosowanie strategii "prostej" w celu logicznego udowodnienia tezy, która w istocie jest tezą fałszywą lub nie wynikającą z dostępnych nam przesłanek, może prowadzić do procesu produkcji, który nie będzie miał końca.

Odmianym rodzajem strategii "czystej" jest strategia "odwrócona". Punktem startowym procesu produkcji jest w tym przypadku założony hipotetycznie wniosek końcowy, należący do klasy dopuszczalnych rozwiązań postawionego zadania. Do tak założonego stanu końcowego dobiera się następnie przesłanki, z których wniosek ten mógłby być logicznie wyprowadzony. Przesłanki te są następnie traktowane jako hipotetycznie założone wnioski niższego szczebla, do których w analogiczny sposób dobiera się przesłanki szczebla niższego itd., aż do osiągnięcia przesłanek szczebla podstawowego, które wynikają wprost z założeń zawartych w *W*, uważanych za przesłanki prawdziwe. Strategia "odwrócona" także pozostawia swobodę wyboru pośrednich etapów wnioskowania /tzn. przesłanek pośrednich szczebli/. W praktycznie realizowanych systemach produkcji najczęściej dąży

sia do stworzenia strategii "mieszanych", łączących w sobie elementy obu strategii "czystych". Przykładem strategii "mieszanej" jest strategia oparta na strategii "prostej", w której każdy etap wnioskowania zostaje poprzedzony testem pozwalającym stwierdzić, czy w przypadku logicznego wyprowadzenia pewnego wniosku pośredniego na podstawie udowodnionych już przesłanek zblify on nas w pewnym, ustalonym sensie do pożądanego stanu końcowego.

W przykładzie omówionym w p. 1 mieliśmy natomiast do czynienia ze strategią "mieszaną" bazującą na strategii "odwróconej". Dobór pierwszej ramy wynikał w tym przypadku z treści zadania, a więc z założonego typu odpowiedzi. Terminale tej ramy wskazywały na ramy niższego szczebla; ich wypełnienie było równoważne próbie wyprowadzenia wniosków pośrednich, do czego okazało się niezbędne dobranie odpowiednich przesłanek, czyli wypełnienie ram jeszcze niższego szczebla itd., aż do zejścia na poziom przesłanek wynikających wprost z B<sup>0</sup>. Nie jest to jednak strategia czysta, gdyż uwzględnia się w niej także możliwość cofnięcia się w przypadku, gdy pewne przesłanki nie mogą być udowodnione. Dzięki procedurze Z możliwe jest wówczas powrót na szczebel wyższy i poszukanie innej drogi do wypełnienia ramy, w ostatecznym przypadku - poprzez zasygnalizowanie użytkownikowi braku danych do odpowiedzi.

Realizacja strategii "mieszanych" nasyca też trudności innego typu, a mianowicie możliwość powstania zapętleń w procesie produkcji, tzn. takich sytuacji, w których dwie przesłanki są od siebie wzajemnie zależne logicznie, przy czym obie wymagają udowodnienia. W praktycznie realizowanych modułach KAL muszą zatem być uwzględnione mechanizmy zapobiegające blokadom i zapętleńom procesów produkcji lub przynajmniej - sygnalizowanie ich powstania użytkownikowi w celu wywołania jego interwencji.

### 3. Perspektywy rozwojowe SE

Przedstawiony tu, bardzo pobieżny przegląd problemów związanych z



budowę SE wskazuje z jednej strony - na ich dużą przydatność praktyczną i możliwości realizacyjne, z drugiej strony jednak - pomija szereg ważnych aspektów teoretycznych, których rozwiązanie jest warunkiem postępu w budowie SE. Należy tu zwłaszcza zarócić uwagę na to, że systemy produkcji logicznej sformułowane w SE nie mogą ograniczyć się wyłącznie do reguł wnioskowania logiki klasycznej. Informacje zapamiętywane w EW, jak już wspomnieliśmy, mają często postać sądów nie w pełni wiarygodnych, częściowo z sobą sprzecznych, deskualizujących się itp. Wnioskowanie logiczne musi być w takich przypadkach oparte na regułach logik nieklasycznych: indukcyjnych, modalnych, topologicznych itp. Systemy produkcji oparte na takich logikach nie zostały jednak jeszcze opracowane teoretycznie w stopniu, który umożliwiłby ich realizację praktyczną bez obawy popełnienia kardynalnych błędów. Uwaga ta w mniejszym stopniu dotyczy logiki probabilistycznej, lecz jej przydatność praktyczna jest ograniczona na skutek tego, że sądy i opinie gromadzone w EW nie zawsze są mieralne w sensie probabilistycznym. Problem praktycznych zastosowań logik nieklasycznych sygnalizujemy tu jedynie, odsyłając zainteresowanych nim czytelników do literatury [4, 6, 7, 44].

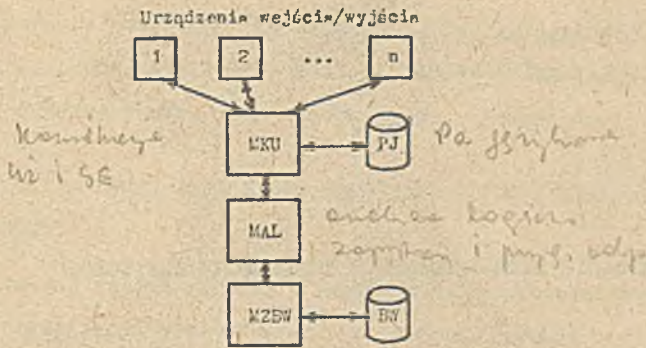
Drugim ważnym, lecz pobieżnie potraktowanym tu problemem jest komunikacja użytkownika SE z systemem w języku naturalnym. Ostatnie dziesięciolecie przyniosło w tej dziedzinie dość istotne postępy. Także w Polsce znajdują na uwagę rezultaty osiągnięte przez zespół pracowników Instytutu Informatyki Uniwersytetu Warszawskiego, gdzie opierając się na doświadczeniach angielskich zrealizowano wersję pakietu programowego CCCO umożliwiającą tworzenie słowników frekwencyjnych dla tekstów języka naturalnego. Badania nad komputerową analizą tekstów języka naturalnego są także prowadzone przez kilka innych zespołów w Polsce /IIMTE, IPI PAN/. Pełniejsze informacje na ten temat, wraz z bibliografią ważniejszych prac można znaleźć w pracy [2].

Rozwój SE jest jednym z ważniejszych punktów programów budowy syste-

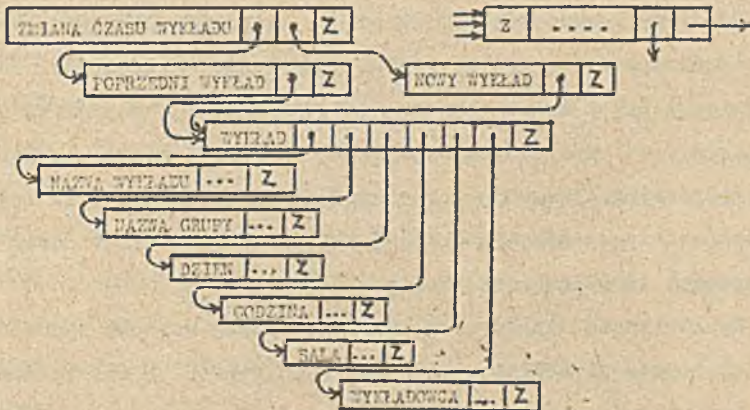
ów komputerowych następnych generacji, wiąże się on bowiem z postępem w dziedzinie techniki równoległego przetwarzania danych, budową pamięci asocjacyjnych o dużej pojemności i z rozwojem bardziej wydajnych języków programowania wysokiego poziomu /np. typu SMALLTALK'80 i jego pochodnych/. Ze wszelkich miar uzasadnione jest także poświęcenie tej problematyce większej uwagi także w Polsce, gdyż podejmowane dotychczas wysiłki nie są podporządkowane szerszej myśli koordynacyjnej.

#### L i t e r a t u r a

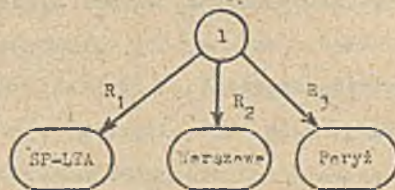
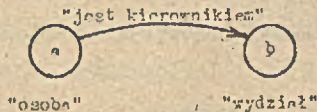
1. Atro S. Data Base: Structured Techniques for Design, Performance and Management. John Wiley and Sons, New York, 1980.
2. Bolc L., Cichy K., Różańska L. Przetwarzanie języka naturalnego. PWT, Warszawa, 1982.
3. Kotov R.G. Lingwističeskie aspekty avtomatizirovannyh sistem upravlenija. Izd. Nauka, Moskwa, 1977.
4. Kulikowski J.L. Zastosowanie nieklasycznych modeli logicznych w badaniach operacyjnych. Współczesne problemy zarządzania. PWN, Warszawa, 1974.
5. Kulikowski J.L. Wissensdarstellung in Rechmersystemen. EDV-Aspekte, Nr 4, 1982.
6. Kulikowski J.L. Decision Making in a Modified Version of Topological Logic. Control and Cybernetics /w druku/.
7. Litvak B.C. Ekspertnaja informacija. Metody połučenija i analiza. Radio i Svjz', Moskwa, 1982.
8. Kalkovskij M.C. Dialog s sistemoj iskusstvennogo intellekta. Izd. Moskovskogo Universiteta, Moskwa, 1955.
9. Minsky M. A Framework for Representing Knowledge. MIT, Cambridge, 1974.
10. Nilsson N.J. Principles of Artificial Intelligence. Tioga Publishing Co, Palo Alto, 1980.
11. Pankova L.A., Petrovskij A.K., Snejderman M.V. Organizacija ekspertizy i analiz ekspertnoj informacii. Izd. Nauka, Moskwa, 1984.
12. Predavlenje znanij v čeloveko-mašinnyh i robototekničeskich sistemach. Tom A,B,C,D. VC AN SSSR, VINITI, Moskwa, 1984.
13. Scibor E. Typologie strukturalno języków informacyjnych. Prace IINFE nr 41, 1982.
14. Tsichritzis D.C., Lochovsky F.H. Data Models. Prentice-Hall Inc., 1982.



Rys. 1. Ogólny schemat funkcjonalny systemu ekspertowego



Rys. 2. Schemat powiązania logicznego ram w opisanym przykładzie



Rys. 3. Prosta sieć semantyczna

Rys. 4. Sieć semantyczna opisująca relację trójargumentową

prof. dr inż. Wojciech OSZYWA

mgr inż. Marian KARPETA

## ZASTOSOWANIE MIKROPROCESORÓW W SPRZĘCIE ŁĄCZNOŚCI

### 1. WSTĘP

Burzliwy rozwój mikroelektroniki, zwłaszcza mikroprocesorów i mikrokomputerów, będzie miał w niedalekiej przyszłości zarówno w świecie jak i Polsce ogromny wpływ na rozwój gospodarki narodowej a w tym i uzbrojenia wojska. W sprzęcie i systemach łączności mikroprocesory znajdują coraz szersze zastosowania zmieniając w zasadniczy sposób technologię i konstrukcję sprzętu oraz jego własności techniczno-eksploatacyjne.

Wprowadzenie mikroprocesorów do cyfrowej obróbki sygnałów i ich komutacji zbliżyło obszary radiotechniki i teletransmisji do informatyki, bowiem do czasu pojawienia się mikroprocesorów dziedziny te miały wyraźnie zaznaczone granice. W kompetencji inżynierów łączności było projektowanie układów i urządzeń cyfrowych do formowania i obróbki sygnałów oraz ich komutacji w technice układów cyfrowych o niezmiennej logice, zaś projektowanie komputerów specjalizowanych czy minikomputerów było w kompetencji inżynierów informatyków.

Z pojawieniem się minikomputerów środki informatyczne organicznie weszły do urządzeń łączności i przed specjalistami z tego obszaru stanął problem opanowania arsenału środków informatycznych i metod niezbędnych do projektowania urządzeń i systemów łączności.

W referacie podjęto próbę pokazania kierunków rozwoju zastosowań mikroprocesorów oraz specyfiki projektowania sprzętu łączności z wykorzystaniem tych nowoczesnych podzespołów.

## 2. KIERUNKI ROZWOJU ZASTOSOWAŃ MIKROPROCESORÓW W SPRZĘTIE ŁĄCZNOŚCI

Podstawową zaletą układów i systemów mikroprocesorowych jest łatwość realizacji wielu funkcji co stwarza ogromne możliwości ich zastosowań, ponieważ w funkcji zastosowań zmienia się program a nie schemat logiczny..

Do innych zalet można zaliczyć:

- elastyczność w wykorzystaniu funkcji układowych i programowych,
- duży stopień scalenia funkcji zapewniający wysoką niezawodność urządzeń wynikający głównie z radykalnego zmniejszenia ilości układów i tym samym wielu punktów lutowniczych,
- niewielkie wymiary i mały pobór energii elektrycznej, umożliwiające zmniejszenie gabarytów i masy urządzeń,
- znaczne zmniejszenie kosztów opracowania i wdrażania sprzętu łączności,
- duża możliwość wprowadzania modularyzacji i standaryzacji.

Początkowo mikroprocesory wykorzystywano głównie w urządzeniach transmisji danych oraz automatycznych centralach telegraficznych i telefonicznych.

Obecnie stosuje się je już w odbiornikach i nadajnikach radiowych oraz urządzeniach kanałotwórczych zwielokrotnienia cyfrowego. Szczególnie duże korzyści przynosi zastosowanie mikroprocesorów w nowych jakościowo radiostacjach z emisją szerokopasmową oraz urządzeniach i systemach walki radioelektronicznej. Tylko dzięki zastosowaniu mikroprocesorów w radiostacjach z przeskokiem częstotliwości /frequency hopping/ możliwa jest zmiana częstotli-

wości fali do kilkuset razy na sekundę. Dzięki temu uzyskuje się ochronę przed przechwyceniem informacji oraz dużą odporność na celowe zakłócenia.

Dla przykładu na rys. 1 podano schemat blokowy odbiornika radiowego, w którym funkcje sterowania poszczególnych bloków wykonuje mikroprocesor.

Ogólnie biorąc w urządzeniach radioelektronicznych mikroprocesory stosuje się do wykonywania następujących funkcji:

- automatyzacji panoramicznego przestrajanania i poszukiwania sygnałów,
- zestrzajania na uprzednio zaprogramowane częstotliwości pracy,
- kontroli traktu odbiorczego /nadawczego/ i diagnostyki urządzeń.

W perspektywie przewiduje się dalsze rozszerzenie funkcji spełnianych przez mikroprocesor w urządzeniach nadawczo-odbiorczych, zwłaszcza w urządzeniach do optymalnego odbioru sygnałów poniżej szumów /np. w odbiornikach korelacyjnych/.

Z kolei na rys. 2 podano przykład zastosowania mikrokomputera w centrali telefonicznej 7E-28 ze sterowaniem programowanym, opracowanej w Zakładach Wytwórczych Urządzeń Telefonicznych.

Tutaj sterowniki przekaźników i przepatrywacze zestyków sterują wpisem do pamięci i czytaniem z niej. Procesor komunikuje się zarówno z obiektem jak z pamięcią danych RAM.

W stosunku do central elektromechanicznych uzyskuje się nowe rodzaje usług. Nr. skrócone wybieranie abonentów dzięki wcześniejszemu wprowadzeniu ich numerów do pamięci systemu, przeniesienie rozmów przychodzących na inny adres abonentów, śledzenie zajętego /abonenta itp.

Wynika z tego, że telekomunikacja stymuluje rozwój mikroprocesorów, a ponieważ rozwija się w kierunku teletransmisji cyfro-

wej o wysokim stopniu integracji techniki i usług, przyczyniać się będzie do dalszego ich rozwoju i rozpowszechniania.

Zastosowanie mikroprocesorów umożliwia standaryzację sprzętu łączności, gdyż funkcje obliczeniowe i sterujące spełniane dotychczas przez specjalizowany układ cyfrowy przejmuje mikroprocesor /lub mikrokomputer/, który może być jednakowy dla wielu urządzeń, a proces projektowania sprowadza się w głównej mierze do opracowania algorytmu i programu dla kontrolnego zastosowania.

Na rys. 3 podano przebieg rozwoju urządzeń i systemów łączności w zależności od technologii podzespołów elektronicznych 2 .

Zastosowanie mikroprocesorów w sprzęcie łączności pozwoliło na dokonanie następnego kroku w automatyzacji procesów dowodzenia i sterowania. Stąd powszechne stało się stosowanie mikroprocesorów w zintegrowanych zautomatyzowanych systemach łączności i dowodzenia za granicą, m.in. w systemach RITA, TRI-TAC i PTARMIGAN.

Również w Polsce od początku lat osiemdziesiątych obserwuje się stosowanie mikroprocesorów w nowym sprzęcie, szczególnie w kanałotwórczych i komutacyjnych urządzeniach wchodzących w skład zintegrowanego systemu łączności cyfrowej, w radiostacjach ultrakrótkofalowych przystosowanych do transmisji sygnałów cyfrowych oraz w urządzeniach do maskowania mowy i utajniania sygnałów cyfrowych.

W resorcie łączności /Instytut Łączności, ZWUT/ prowadzi się prace badawcze i wdrożeniowe nad systemami komutacyjnymi ze sterowaniem programowym z zastosowaniem mikroprocesorów, m.in.:

- mikroprocesorowe sterowanie elektronicznego systemu komutacyjnego E-10,
- mikroprocesorowe sterowanie elektromechanicznego systemu Peptaconta,

- elektroniczne centrale abonenckie małej pojemności,
- elektroniczne centrale dyspozytorskie.

### 3. SPECYFIKA PROJEKTOWANIA URZĄDZEŃ Z WYKORZYSTANIEM MIKROPROCESORÓW

Projektowanie urządzeń z zastosowaniem mikroprocesorów jest zwykle złożonym procesem twórczym, który każdorazowo może mieć różny przebieg, w zależności od poziomu wiedzy, zdolności, praktyki i zawodowej intuicji konstruktora. Wynika stąd wnioszek, że nie można ustalić zdeterminowanego planu prac projektowych. Możliwe jest jedynie sformułowanie dyrektyw heurystycznych bazujących na analogii do innych procesów i doświadczeniu zebranych przy dotychczasowych pracach konstrukcyjnych 4. Na podstawie tych dyrektyw heurystycznych sformułowano ogólny algorytm projektowania przedstawiony na rys. 4. W algorytmie tym można wyodrębnić dziewięć etapów projektowania urządzenia, różniących się między sobą zakresem rozwiązyanych zadań, pracochłonnością oraz rodzajem angażowanych umiejętności projektanta. W sieci działań algorytmu wyraźnie wyróżnia się gałąź związana z opracowaniem sprzętu /hardware/ i gałąź związana z opracowaniem oprogramowania /software/, które są bardzo silnie ze sobą związane i opracowuje się je jednocześnie. Po zaprojektowaniu następuje etap uruchamiania systemu mikroprocesorowego, Wątpliwą fazą uruchamiania zaś jest testowanie programu sterującego za pomocą projektowanego urządzenia. Dopiero o tak skontrolowany program można sprawdzać działanie sprzętu. Projektowanie i uruchamianie programów odbywa się w niezależnym systemie komputerowym zwanym systemem uruchomieniowym lub systemem wspomagania. Przesyłany program nie gwarantuje jeszcze poprawnego działania systemu



mikroprocesorowego w opracowanym urządzeniu. Może to wynikać ze złej współpracy programu ze sprzętem. Konieczne jest zatem jednocześnie testowanie sprzętu i oprogramowania. System uruchomieniowy umożliwia śledzenie wykonania programu w docelowym urządzeniu przez tzw. emulację w czasie rzeczywistym, tj. zastąpienie jednostki centralnej systemu projektowanego przez system uruchomieniowy. W tym przypadku program sterujący urządzeniem znajduje się nadal pod kontrolą tzw. programu monitora systemu uruchomieniowego, który pozwala na łatwą detekcję błędów oraz śledzenie wykonania programu.

Dla systemów czasu rzeczywistego programuje się w zasadzie w języku niskiego poziomu /typu assembler/ co stwarza większe trudności przy programowaniu i jest podstawowym źródłem błędów oraz zwiększa czas uruchamiania. Z literatury wiadomo 4, że spośród trzech etapów tworzenia oprogramowania /projektowanie, kodowanie i uruchamianie/ najwięcej czasu /ok. 50+60 %/ pochłania uruchamianie. Wielkość kosztów uruchamiania posiada tendencję wzrostu przy zwiększaniu złożoności programów oraz zwiększania wymagań co do ich jakości. Jednocześnie w literaturze dotyczącej programowania zwykle główną uwagę poświęca się językom programowania i problem kodowania, względnie mało zaś procesowi uruchamiania.

Z powyższego wynika, że wdrożenie techniki mikroprocesorowej do urządzeń i systemów łączności nie jest tylko zwykłą zmianą starej bazy elementów na nową, lecz wymaga istotnych zmian w zasadach konstruowania i metodach projektowania. Ciężar projektowania urządzeń przesuwa się z projektowania logicznego i konstrukcyjnego na opracowanie algorytmów i programów spełniających poszczególne funkcje układów i całych urządzeń.

Szacuje się, że przy opracowywaniu urządzeń z zastosowaniem mikroprocesorów, projektowanie architektury zestawu mikroprocesorowego oraz całej konstrukcji pochłania 20+30 %, pozostały wysiłek potrzebny jest na projektowanie algorytmów i programów oraz uruchamianie. To porównanie ma wielce pouczającą wymowę. Oznacza, że jeżeli chcemy wdrożyć szeroko mikroprocesory do urządzeń, to należy również upowszechnić wśród specjalistów łączności praktyczną wiedzę z zakresu algorytmizacji procesów oraz oprogramowania. Ponadto należy wyposażyć projektantów w odpowiednie pomoce, takie jak systemy wspomaganie projektowania, emulatory, analizatory stanów logicznych itp.

Wojskowy Instytut Łączności posiada pracownię systemów mikroprocesorowych, która opracowuje urządzenia łączności z zastosowaniem mikroprocesorów. Pracownia legitymuje się siedmioletnim doświadczeniem w zakresie wykorzystania mikroprocesorów i opracowała dwa urządzenia na mikroprocesorze MCY7880. W opracowaniu końcowym są następujące dwa urządzenia do systemów łączności cyfrowej.

Istotny problem, który pojawia się przy projektowaniu urządzeń łączności, a w szczególności urządzeń transmisji informacji, to wymaganie dużej mocy obliczeniowej znacznie przekraczającej możliwości mikroprocesorów ośmiobitowych. Obecnie rozwiązanie tego problemu dokonuje się przez stosowanie systemów wielomikroprocesorowych oraz przez układową realizację procesów wymagających dużej mocy obliczeniowych w czasie rzeczywistym.

Takie rozwiązania zwiększają gabaryty urządzeń i ich złożoność oraz stwarzają duże trudności przy uruchomieniu, gdyż wymagają użycia kilku systemów wspomaganie. W perspektywie będą stosowane systemy mikroprocesorowe 16 bitowe, w których nie będą występowały waży niedobory mocy obliczeniowej.

Aby umożliwić projektowanie i uruchamianie urządzeń przy użyciu mikroprocesorów 16-bitowych niezbędnym jest posiadanie systemu uruchomieniowego tej klasy co np. HP64000 firmy Hewlett-Packard. Wojskowy Instytut Łączności poczynił starania o zakup podobnego sprzętu.

#### 4. WNIOSKI

Mikroprocesory odgrywają i będą nadal odgrywać istotną rolę również w wojskowych systemach łączności. W oparciu o nie konstruuje się obecnie nowoczesne wersje sprzętu łączności, głównie radiostacje cyfrowe, łącznice, trakty przewodowe, modemy oraz urządzenia utajniające i inne.

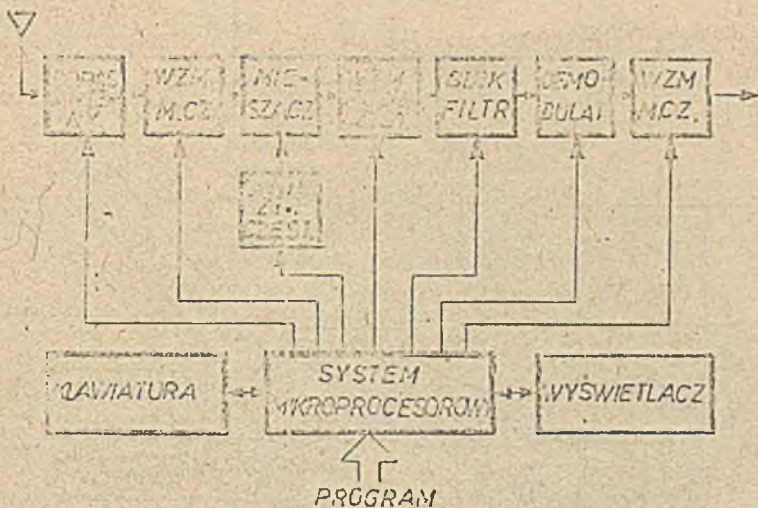
Zastosowanie mikroprocesorów umożliwia zastąpienie lampek, przełączników, pokręteł organów regulujących itp. domonujących dotychczas na płytach czołowych urządzeń prostymi klawiaturami i wyświetlaczami za pomocą których obsługa prowadzi dialog z urządzeniem. Stwarza to nową jakość obsługi i eksploatacji wyrażaną w:

- prostszej i bardziej efektywnej obsłudze, ze względu na przejęcie wielu funkcji przez mikroprocesor wykonywanych dotychczas przez operatora,
- zwiększenie niezawodności i gotowości operacyjnej,
- zwiększenie pewności pracy urządzenia i obsługi dzięki wykonywaniu przez mikroprocesor diagnostyki pracy urządzenia oraz wyświetlaniu komunikatów o stanie pracy urządzenia i kolejność czynności wykonywanych przez operatora.

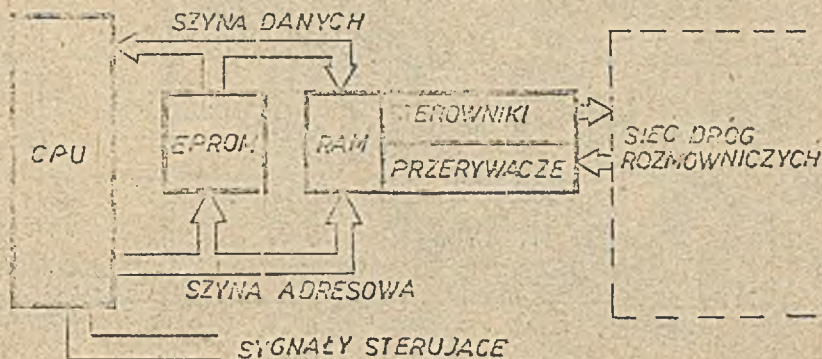
Ta nowa jakość sprzętu łączności będzie miała istotny wpływ na nową jakość dowodzenia i jego efektywność.

LITERATURA

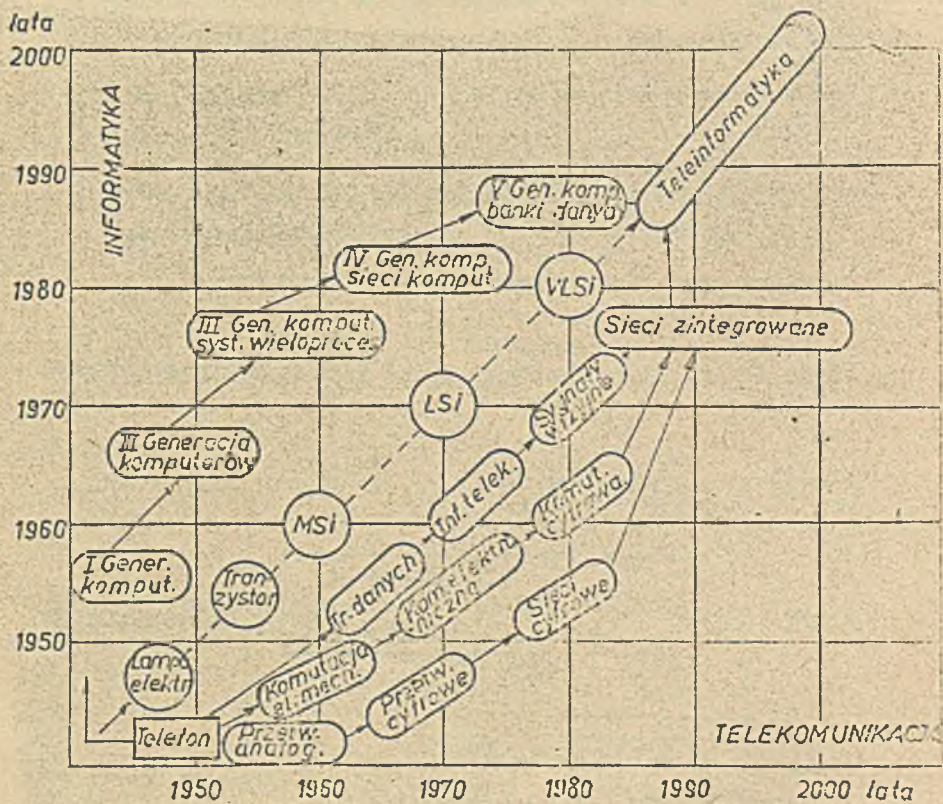
1. Materiały seminaryjne pt. "Mikroelektronika a rozwój gospodarczy i społeczny", Jadwisin 1983 r.
2. "Mikroelektronika i mikroprocesory w technice swiazi i teleinformacjonnom obsłużiwani", Elektrocziaż Nr 11 1983 r.
3. K. Badźmirowski, J. Pieńkos, W. Pietrzyński "Systemy mikroprocesorowe", WNT 1981 r.
4. Grisin Ju.P. Kazarinow Ju.M.: Mikroprocesory w radiotechnicznych sistemach. Radio i Swiaż, Moskwa 1982 r.



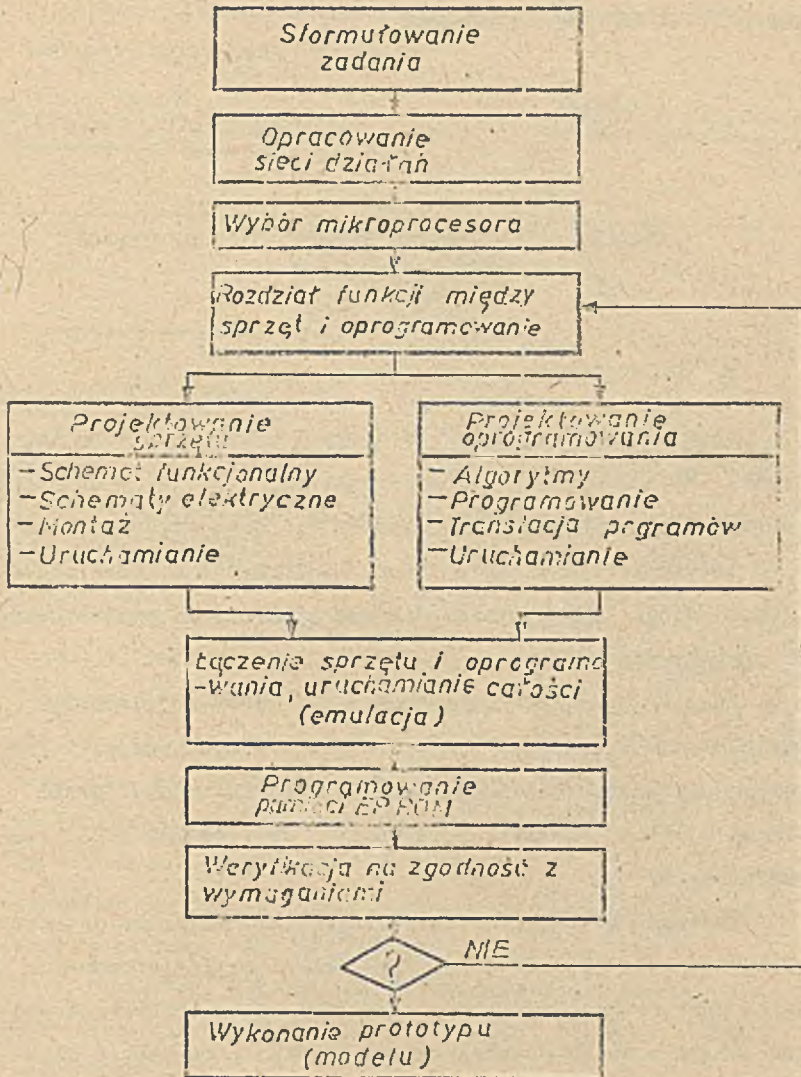
Rys.10 Odbiornik radiostacji sterowany przez system mikroprocesorowy



Rys. 2 Przykład zastosowania systemu mikroprocesorowego w centrali telefonicznej.



Rys. 3 ROZWÓJ ELEMENTÓW, PODZESPOŁÓW, URZĄDZEŃ I SYSTEMÓW ŁĄCZNOŚCI ORAZ INFORMATYKI.



Rys 4. ALGORYTM PROJEKTOWANIA URZĄDZENIA Z ZASTOSOWANIEM MIKROPROCESORA.

Doc. dr hab. Andrzej Sokołowski

## ANALIZA OCENY OCHRONY INFORMACJI W SYSTEMACH INFORMATYCZNYCH

### 1. Wprowadzenie

Obecnie, kiedy minęły już dyskusje, czy chronić informacje w systemach informatycznych, czy też nie, a ostatecznie etap ten zamknęła Ustawa Sejmowa<sup>1/</sup>, coraz częściej poruszane są kwestie: czym i gdzie chronić informacje podczas procesu automatycznego ich przetwarzania oraz, jak ocenić projektowaną lub zastosowaną ochronę.

Kwestia czym chronić informacje dotyczy najszerszego zakresu środków ochrony, a więc niejako różnych narzędzi jakimi możemy się posługiwać w celu ochrony informacji przed różnymi - przypadkowymi lub celowymi - działaniami osób nieupoważnionych.

Następne pytanie, które jak sądzę nie znalazło jeszcze jednoznacznej odpowiedzi, dotyczy gdzie chronić informacje. Mówiąc dokładniej chodzi tu o miejsca ochrony informacji podczas całego procesu przetwarzania, jak też o ochronę u użytkownika.

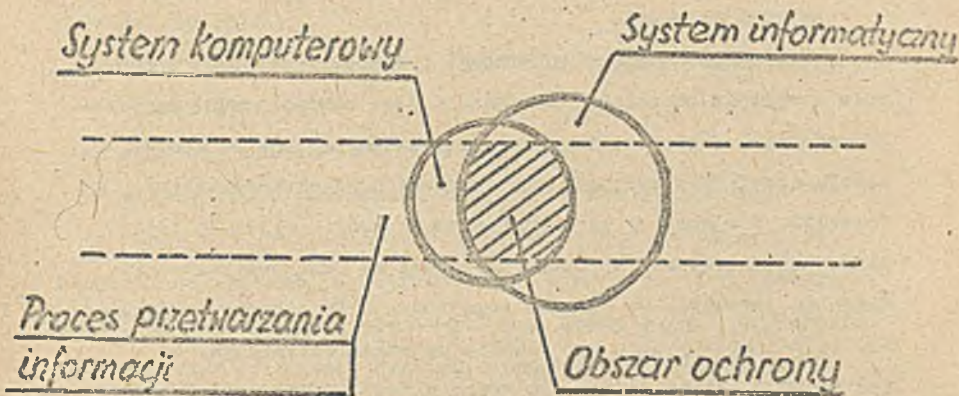
Sądzę, że wskazane jest w tym miejscu zaznaczyć - choćby schematycznie - obszar ochrony informacji, tzn. ten obszar,

---

1/ Zob. Ustawa o ochronie tajemnicy państwowej i służbowej z dnia 14.12.1982 r. Dziennik Ustaw 1982, nr 40.



który mamy na uwadze mówiąc o ochronie informacji w systemach informatycznych /zob. rys. 1./.



Rys.1. Schematyczne zaznaczenie obszaru ochrony informacji

I wreszcie trzecia kwestia - to, jak ocenić ochronę informacji, jakie przyjąć metody i miary ochrony informacji. A istotną trudnością, którą zasygnalizujemy już na wstępie jest to, że różne środki ochrony /działania administracyjne i organizacyjne, metody programowe, szyfrowanie informacji oraz środki techniczne, jak też akty prawne/ nie dają się podczas oceny jednakowo kwantyfikować. Niejako pochodną tej kwestii jest sprawa co oceniać, a więc jakie kryteria zastosować w ocenie środków ochrony oraz jaką przyjąć ich gradację.

Wymionione powyżej kwestie, które łącznie stanowią zakres oceny ochrony informacji, szerzej przedstawimy w niniejszym referacie.

W ogólnym ujęciu ocenę ochrony informacji w systemach informatycznych można rozpatrywać jako:

1/ ocenę ochrony informacji w zależności od wartości chro-

nionej informacji,

2/ ocenę ochrony informacji, której nadawany jest określony gryf tajności.

Stosowanie ochrony informacji i ocena tej ochrony w oparciu o wartość chronionej informacji jest bardzo trudne do przeprowadzenia. Wiąże się to przede wszystkim ze znaczną trudnością określenia wartości przetworzonych automatycznie informacji, a w naszych warunkach niemożliwością - jak do tej pory - ubezpieczenia zbiorów informacji na czas przetwarzania. Można tu zauważyć, że ochrona tego rodzaju to ochrona racjonalna, której koszty mogą być bliskie wydatkom optymalnym, co - jak sądzimy - trudne jest lub wręcz niemożliwe do osiągnięcia w ramach drugiego z podanych sposobów.

Jeszcze trudniejsze, a w niektórych przypadkach wręcz niemożliwa jest ocena wartości informacji występujących w wojtku. Dlatego w dalszych rozważaniach zajmiemy się drugim sposobem oceny ochrony informacji.

## 2. Kryteria oceny ochrony informacji

Rozważając potrzebę oceny ochrony informacji bez trudu zauważymy, że ocenę tę można przeprowadzić w oparciu o określone kryteria. Ochrona informacji "realizuje się" dzięki zastosowaniu środków ochrony w procesie automatycznego przetwarzania informacji. A zatem ocenę ochrony informacji wyrazimy przez ocenę działania środków ochrony. Rodzi się więc potrzeba określenia kryteriów oceny środków ochrony podczas procesu ich projektowania lub wyboru spośród istniejących już środków, a później - w czasie eksploatacji.

Wcześniej - dla oceny środków ochrony informacji - poła-

no następujące kryteria<sup>2/</sup>:

- 1/ skuteczność ochrony,
- 2/ koszty ochrony,
- 3/ możliwość alarmowania i /lub/ rejestrowania prób naruszenia zbiorów,
- 4/ skrytość działania środka ochrony,
- 5/ elastyczność /możliwość adaptacji/ środka ochrony.

Kolejność wymienionych kryteriów może być inna, w zależności od potrzeb, specyfiki różnych systemów informatycznych, jak też warunków przetwarzania. Można jednak stwierdzić, że skuteczność i koszty środków ochrony są najistotniejsze podczas ochrony informacji w każdym systemie.

Skuteczność ochrony informacji - nie tylko w ujęciu metodologicznym - może być rozpatrywana w następującej kolejności: środek ochrony - ochrona etapu procesu przetwarzania informacji - podsystem ochrony. Przy czym podsystem ochrony to zespół środków ochrony zastosowanych w całym procesie automatycznego przetwarzania informacji.

Załóżmy - dla ilustracji oceny ochrony informacji - że jedną z metod, np. metodę obliczeń dokładnych i szacunkowych, określono skuteczność dwóch środków ochrony  $Pn_1/S/$  i  $Pn_2/S/$ , które zastosowano na określonym etapie e procesu przetwarzania.

W stosunku do etapu e środki ochrony są niezależne w sensie skuteczności, czyli czynności ochronne /działanie środka  $n_1/$  nie wpływają na skuteczność ochrony następnego środka

---

2/ Zob. A. Sokołowski, Kryteria oceny metod ochrony informacji w systemach komputerowych, /w:/ Teoretyczno-praktyczne problemy projektowania informatycznych systemów zarządzania, IFOGRYP-78, Szczecin-Kołobrzeg 1978, s. 296-297.

$A_2$ /. Niezależność ta rozumiana jest jako niezależność funkcjonalna w sensie skuteczności. Wobec tego dla omawianego wariantu prawdopodobieństwa skuteczności przemnażają się, stąd prawdopodobieństwo skuteczności ochrony dla całego etapu wynosi:

$$Pe/S/ = Pn_1/S/ \cdot Pn_2/S/. \quad //$$

Analogicznie - rozpatrując różne układy środków ochrony w stosunku do etapów przetwarzania, takie jak działanie równoległe tych środków, czy też mieszane - możemy wyznaczyć skuteczność ochrony na poszczególnych etapach procesu przetwarzania informacji.

Następnym kryterium oceny ochrony - to koszty tej ochrony. Koszty ochrony - to jak sądzę - jedno z najobszerniejszych zagadnień w obszarze ochrony informacji. Możemy tu jedynie zasygnalizować niektóre aspekty tego zagadnienia, po to, by zarysować kryterium kosztów ochrony, a jednocześnie unaoocnić Czytelnikowi jego zakres.

Koszty ochrony informacji można rozpatrywać z kilku punktów widzenia. Pierwsze spojrzenie to podział kosztów na koszty projektowania i koszty zastosowania środków ochrony i próba agregacji tych kosztów w stosunku do systemu informatycznego oraz określenie całości kosztów ochrony w ośrodku obliczeniowym.

Drugie spojrzenie to analiza kosztów ochrony, która obejmuje koszty ochrony informacji w zależności od miejsca ich powstawania i strukturę tych kosztów.

Następne ujęcie to próba wyznaczenia proporcji między kosztami ochrony a kosztami systemu informatycznego oraz określenie zależności między skutecznością ochrony informacji a jej kosztami.

Koszty ochrony informacji powinny być liczone dla każdego systemu, który zawiera informacje niejawne. Wynika to z podstawowej przesłanki, że w systemach takich - w myśl istniejących przepisów - obowiązuje stosowanie ochrony. Stosowanie środków ochrony wymaga więc ponoszenia niemałych kosztów.

Rozwiązanie środka ochrony w sposób zapewniający alarmowanie prób naruszenia lub nie upoważnionego użycia zbiorów może mieć istotne znaczenie zwłaszcza w systemach wielodostępnych. Natomiast możliwość rejestrowania takich prób ma znaczenie podczas analizy przypadków infiltracji lub częstych, niepoprawnych działań użytkownika, w dalszej zaś perspektywie wyniki prowadzonej analizy mogą ułatwić poprawienie ochrony informacji.

Skrytość działania środka ochrony i możliwość jego adaptacji w przypadku zmian w systemie lub zastosowanie w innym systemie, czy też ośrodku obliczeniowym też mają określone znaczenie w całościowej ocenie ochrony informacji. Przy czym skrytość działania pośrednio wpływa na skuteczność ochrony, głównie w ten sposób, że utrudnia działania infiltracyjne. Natomiast możliwość adaptacji środka ochrony ma, między innymi, wpływ na koszty ochrony - w części dotyczącej kosztów projektowania.

Dla możliwie pełnej oceny środków ochrony według podanych kryteriów przedstawimy punktową próbę tej oceny.

Założenie 1. Ocenę środków ochrony informacji według podanych pięciu kryteriów można przeprowadzić na podstawie przyjętej skali punktowej.

Punktową skalę dla kryteriów oceny środków ochrony - z uwzględnieniem gradacji tych kryteriów według ich znaczenia przy ocenie ochrony - podano w tabeli 1.

Przyjmując metodę punktową starano się minimalizować subie-

ktywizm w ocenie środków ochrony informacji. Całkowite uniknięcie subiektywizmu jest bardzo trudne, a może nawet niemożliwe podczas opracowywania takiej skali, dlatego przyjętą metodę punktową, a dokładniej przyjęte wielkości dla poszczególnych kryteriów uznajemy za pewien sposób postępowania podczas oceny środków ochrony. Przyjęto 10-cio punktową skalę dla kryteriów oceny środków ochrony, przy czym 10 pkt. - to ocena najwyższa, a 1 pkt. - najniższa.

W ramach każdego kryterium zaproponowano ponadto trójstopniową ocenę, wynikającą z podziału warunków spełnianych przez środki ochrony. Przy czym dla oceny skuteczności przyjęto określone przedziały uwarunkowane stopniem /gryfem/ tajności informacji. Dla ostatnich trzech kryteriów podział ten wynika z zakresu innych właściwości ochrony. Natomiast dla oceny kosztów ochrony wprowadzono współczynnik  $W_k$  /udział kosztu środka ochrony w sumie kosztów ochrony/. Współczynnik ten można wyrazić następująco:

$$W_k = \frac{K_{e\acute{s}r}}{K_{ochp}} \cdot 100, \quad /2/$$

gdzie:

$K_{e\acute{s}r}$  - średni koszt zastosowania środka ochrony w ciągu roku,  
 $K_{ochp}$  - koszty ochrony procesu przetwarzania informacji w ciągu roku.

Sposób doboru wielkości punktowych oparty jest więc na przyjętej skali i podziale warunków oceny środków ochrony. Dla skuteczności i kosztów - najistotniejszych właściwości ochrony - przyjęto większą gradację i wyższą ocenę punktową. Natomiast dla pozostałych kryteriów, za pomocą których ocenia się dodatkowe właściwości ochrony - przyjęto niższą ocenę i jednopunktową jej gradację.

Tabela 1

## Punktowa skala kryteriów oceny środków ochrony

Lp.	Kryteria oceny środków ochrony	Warunki oceny środków ochrony		
1.	Skuteczność ochrony	$P/S/ \geq 0,7$ 10	$0,5 \leq P/S/ < 0,7$ 6	$0,3 \leq P/S/ < 0,5$ 4
2.	Koszty ochrony	$W_k \leq 10\%$ 7	$10\% < W_k \leq 15\%$ 5	$15\% < W_k < 20\%$ 3
3.	Możliwość alarmowania i/lub/rejestracji	Akustyczna, optyczna i komunikat 5	Komunikat 4	Brak sygnalizacji 2
4.	Skrytość działania środka ochrony	Niewidoczne działanie środka ochrony 4	Istnieją oznaki stosowania środka ochrony 3	Wyraźnie widoczne stosowanie środka ochrony 2
5.	Możliwość adaptacji środka ochrony	Uniwersalne zastosowanie środka ochrony 3	Możliwość adaptacji środka ochrony 2	Bardzo słaba możliwość adaptacji środka ochrony 1

Oznaczenia:

P/S/ - prawdopodobieństwo skuteczności ochrony,

 $W_k$  - współczynnik proporcjonalności kosztów ochrony.

Źródło: opracowanie własne.

Podana skala punktowa obarżzona jest wadą w postaci oceny subiektywnej, dlatego innego ułożenia takiej skali może dokonać grupa ekspertów przy zastosowaniu jednej z metod heurystycznych<sup>3/</sup>.

Obecnie brak sposobów oceny środków ochrony, dlatego podana punktowa ocena środków ochrony może ułstwić pełniejszą ocenę projektowanych lub już stosowanych środków, a tym samym ocenę ochrony informacji na poszczególnych etapach przetwarzania.

Stosując podaną ocenę punktową /wraz z łączną sumą punktów dla każdego środka ochrony/ jako pewną tablicę decyzyjną można następnie wykorzystać ją też do porównań i wyboru środków ochrony.

Istnieje więc możliwość kompleksowych porównań i oceny samych stosowanych środków ochrony, jak też ochrony różnych systemów informatycznych.

Zastosowanie podanej oceny punktowej przedstawione zostanie do oceny rodzajów rozpatrywanych środków ochrony informacji.

Na podstawie zatem wielkości przyjętych w tabeli 1 oraz pominiętych tu wyników obliczeń skuteczności i kosztów ochrony podano ocenę punktową rodzajów środków ochrony /zob. tabela 2/<sup>4/</sup>. Ocena ta dla pozostałych kryteriów wynika z budowy i sposobu

3/ Wydaje się, że do omawianego zagadnienia może być zastosowana metoda delficka, która - przy określonym postępowaniu - polega na ocenie ekspertów.

4/ Dla sprawdzenia poprawności podanej skali punktowej oceny rodzajów środków ochrony przeprowadzono obliczenia z zastosowaniem teorii zbiorów rozmytych. Zob. M. Szadkowska, Poznawcza ocena działania ośrodka obliczeniowego, Warszawa 1980, s. 81-89 - praca doktorska SGPiS.

Wychodząc z macierzy przyjętych wielkości /na przykład dla oceny skuteczności i po przeprowadzonych obliczeniach - /dalszy ciąg przypisu na str. następ./



Tabela 2

## Ocena rodzajów środków ochrony informacji

Lp.	Rodzaje środków ochrony				
	Kryteria oceny	Metody organizacyjno-administracyjne	Środki techniczne	Metody programowe	Zastosowanie
1.	Skuteczność ochrony	4	5	6	10
2.	Koszty ochrony	7	6	3	3
3.	Możliwość alarmowania	2	2	4	2
4.	Skrytość działania	2	2	4	4
5.	Możliwość adaptacji	1	3	2	2

działania poszczególnych rodzajów środków ochrony.

Przyjmując ocenę poszczególnych środków ochrony jako sumę punktów dla podanych kryteriów, otrzymamy taką łączną ocenę tych środków, która ułatwia ich wzajemne porównanie, a następnie wybór. Zauważymy, że taki wybór może być dokonany niekoniecznie ze względu na maksymalną ocenę punktową, lecz ze względu na dominujące - z punktu widzenia decydenta - kryterium.

Przedstawiona skala punktowa wykonana została ze względu na dominujące znaczenie skuteczności ochrony informacji. Oczywiście możliwe jest, jak to już zaznaczono - przy innych uwa-

-----  
 Dalejzy ciąg przypisu ze str. poprzedniej

otrzymano nową skalę oceny dla kryterium skuteczności, która wynosi: 4,1; 5,2; 5,6 i 10,9. Tak obliczona skala różni się nieznacznie od przyjętych wcześniej wartości.

runkowaniach ochrony informacji - inna gradacja kryteriów oceny. Możliwą zmianą jest na przykład przyjęcie kosztów ochrony ze pierwsze kryterium oceny środków, przy jednoczesnym zmniejszeniu rozpiętości punktowej między kosztami a skutecznością ochrony. Takie postępowanie, tzn. analiza ochrony informacji przede wszystkim ze względu na koszty, może mieć miejsce w ośrodkach usługowych.

Podany sposób postępowania - pewna metodyka oceny środków ochrony - może ułatwić ogólną ocenę ochrony informacji.

### 3. Ocena ochrony informacji

Ocenę ochrony informacji poprzedzę krótkim przeglądem takich ocen prezentowanych przez innych autorów.

Na bazie metody określania skuteczności ochrony podanej przez piszącego te słowa, M. Nycz przedstawia ogólny sposób określania kompleksowej skuteczności zastosowanych metod ochrony<sup>5/</sup>. Ponieważ sposób ten wydaje się nieco prostszy od podanego przeze mnie, dlatego z nieznacznym skrótem przytoczono go poniżej. Czytelnik bez trudu zauważy znaczne uproszczenie tego sposobu.

W celu określenia kompleksowej skuteczności użyto następujących oznaczeń:

$a_i$  - skuteczność ochrony informacji /zbiorów informacji/ przy zastosowaniu i-tej metody organizacyjno-prawnej, gdzie  $i=1,2,\dots,n$ ,

$b_j$  - skuteczność ochrony przy zastosowaniu j-tej metody te-

---

5/ Zob. M. Nycz, Skuteczność obecnie stosowanych metod ochrony zbiorów w systemach informatycznych. Prace naukowe Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu 1982, nr 198, s. 141-142.

chnicznej /j=1,2,...,m/.

$c_k$  - skuteczność ochrony przy zastosowaniu k-tej metody programowej /k=1,2,...,t/.

Wówczas skuteczność metod ochrony jest funkcją zmiennych x,

y, z:

$$f(x,y,z) = \frac{1}{n+m+t} \left[ \sum_{i=1}^n a_i x_i + \sum_{j=1}^m b_j y_j + \sum_{k=1}^t c_k z_k \right]^{1/2}$$

przy ograniczeniu:

$$x_i = \begin{cases} 0 & \text{- i-ta metoda organizacyjna nie została użyta} \\ 1 & \text{- i-ta metoda organizacyjna została użyta} \end{cases}$$

oraz analogicznie dla zmiennej y /metoda techniczna/ i dla zmiennej z /metoda programowa/.

Inaczej próbuje określić efektywność ochrony informacji A. Idźkiewicz, sprowadzając to określenie do krótkiego opisu przyjętych stopni prawdopodobieństwa zagrożenia<sup>6/</sup>. W oparciu o ankietę i analizy statystyczne uszeregowano - w porządku malejącym - prawdopodobieństwo najczęściej występujących zagrożeń:

- 1/ błędy i przeoczenia personelu,
- 2/ nieuczciwość personelu,
- 3/ szkody spowodowane pożarem,
- 4/ rozgoryczenie pracowników,
- 5/ szkody spowodowane zalaniem wodą,
- 6/ inne.

Uszeregowanie i analiza zagrożeń to dopiero początkowa część rozwiązania zagadnienia skuteczności ochrony informacji.

Jeszcze inną koncepcję oceny prezentuje L. Hoffman; jest

6/ Zob. A. Idźkiewicz, Ochrona informacji w procesie przetwarzania. PWE, Warszawa 1979, s. 19-21.

to koncepcja oparta na określeniu wag oceny bezpieczeństwa, których wartość ustalają analitycy systemów<sup>7/</sup>.

Poniżej przedstawimy próbę oceny ochrony opartą na ich-nych przesłankach.

Punktem wyjściowym w ocenie ochrony informacji lub innej - pierwszym ustaleniem z użytkownikiem może być określenie wymaganego stopnia ochrony informacji w projektowanym systemie, czy też w systemie eksploatowanym, dla którego rozbuduje się środki ochrony.

W obowiązującej ustawie o ochronie tajemnicy państwowej i służbowej informacje podzielono na<sup>8/</sup>

- 1/ tajne specjalnego znaczenia,
- 2/ tajno,
- 3/ poufne,
- 4/ do użytku wewnętrznego,
- 5/ do użytku służbowego.

Na podstawie tej uchwały wszystkie informacje, poza informacjami jawnymi, muszą być chronione, przy czym w postanowieniach uchwały nie stwierdzono wprost, jak określać, czy też mierzyć skuteczność ochrony.

Informatyk, obok rozwiązywania istotnej kwestii dążenia do zapewnienia wymaganej ochrony w systemie informatycznym, powinien razem z użytkownikiem tak projektować zbiory, by minimalizować liczbę zbiorów z informacjami wymagającymi ochrony, i jeśli jest to możliwe, grupować informacje niejawne w jeden lub kilka zbiorów. Takie podejście do ochrony informacji w fa-

7/ Zob. L.J. Hoffman, Poufność w systemach informatycznych. WNT, Warszawa 1982, s. 162-163.

8/ W grudniu 1982 r. Sejm uchwalił ustawę o ochronie tajemnicy państwowej i służbowej. Ustawa ta weszła w życie z dniem 1 lipca 1983 r.

zie projektowania systemu może umożliwić:

- wyodrębnienie z całości informacji te informacje, które wymagają dodatkowej ochrony;
- projektowanie dodatkowej ochrony tylko dla wyodrębnionych zbiorów, co może pozwolić na obniżenie liczby środków ochrony;
- wynikające stąd obniżenie kosztów ochrony.

Postępowanie takie może przyczynić się do uzyskania niższych kosztów ochrony przede wszystkim podczas eksploatacji środków ochrony.

Ostatecznie istotna jest odpowiedź na pytanie: w jakim stopniu wymagania ochrony informacji będą spełnione i jak je ocenić? Mówiąc inaczej - użytkownik zainteresowany jest tym, jak oceniony jest poziom ochrony informacji niejawnych.

Zaproponujemy sposób oceny ochrony informacji przetwarzanych w systemach informatycznych według przytoczonego podziału informacji.

Wykorzystując podaną punktową skalę oceny dla środków ochrony, które mogą być zastosowane na etapach procesu przetwarzania informacji, w tabeli 3 przedstawiono wymagania ochrony przetwarzanych informacji w zależności od ich gryfu tajności.

Oba wymagania podane w tabeli 3 wynikają bezpośrednio z rodzaju przetwarzanych informacji niejawnych w systemach informatycznych i z przyjętej wcześniej skali ocen. Rodzaj informacji niejawnych determinuje więc potrzebę ochrony na poszczególnych etapach przetwarzania oraz warunek, by zastosowana ochrona /czyli konkretne środki/ zapewniły odpowiedni poziom skuteczności. Oceniając zatem zastosowane środki ochrony można uzyskać punktową ocenę poszczególnych etapów przetwarza-

nie, a tym samym stwierdzić, czy wymagania ochrony są spełnione.

Tabela 3

Wymagana ochrona w zależności od rodzajów informacji

Lp.	Systemy informacyjne /SI/ przetwarzające rodzaje informacji	Wymagana ochrona informacji na etapach przetwarzania /ocena w punktach/ <sup>a</sup>	Warunek dotyczący prawdopodobieństwa skuteczności
1.	SI z informacjami tajnymi specjalnego przeznaczenia	powyżej 29	$P/S/ > 0,7$
2.	SI z informacjami tajnymi	28-20	$0,5 \leq P/S/ < 0,7$
3.	SI z informacjami poufnymi	19-12	$0,3 \leq P/S/ < 0,5$
4.	SI z informacjami do użytku wewnętrznego	11-4	$P/S/^{b/}$
5.	SI z informacjami do użytku służbowego	11-4	$P/S/^{b/}$
6.	SI z informacjami jawnymi	Nie jest wymagana ochrona przed infiltracją, wskazana jest ochrona przed przypadkowymi zniszczeniami i przekłamaniami	

a/ W przypadku stosowania kilku środków ochrony ocenę należy przeprowadzić dla każdego środka.

b/ Dla tego rodzaju informacji wystarczającą ochroną są stosowane sposoby administracyjne.

Źródło: opracowanie własne.

Podczas oceny ochrony - porównując koszty środków ochrony i ich skuteczność - podjęto próbę określenia zależności między tymi wielkościami. Chodziło o znalezienie zależności /funkcji/, gdzie skuteczności - S, a dokładniej prawdopodobieństwa skuteczności ochrony - P/S/ przyporządkowane są koszty ochrony - K.

Czytelnik może zauważyć, że po scharakteryzowaniu kosztów i skuteczności ochrony informacji, ciekawym i to nie tylko z punktu widzenia projektowania ochrony jest podjęcie próby wyznaczenia takiej zależności. A więc zależności za pomocą której dla żądanego poziomu skuteczności, na przykład na określonym etapie przetwarzania informacji można wyznaczyć /ze znaną dokładnością/ koszty eksploatacji środków ochrony.

W tym miejscu podamy tylko ostateczny wynik obliczeń wspomnianej zależności. W wyniku przebiegu programu<sup>9/</sup> otrzymano cztery analityczne funkcje aproksymujące - uzyskanych w toku badania - wielkości empiryczne. Otrzymany rezultat nie może być jednak uogólniony, ze względu na stosunkowo małą liczbę danych wziętych do obliczeń. Ostatecznie oszacowano cztery podstawowe postacie analityczne funkcji:

- funkcję liniową,
- funkcję hiperboliczną,
- funkcję wykładniczą,
- i funkcję potęgową.

Do dalszych rozważań wybrano wykładniczą funkcję trendu, dla której średnie błędy oszacowania były najmniejsze. Otrzymana funkcja zależności prawdopodobieństwa skuteczności i kosztów ochrony ma postać:

$$\hat{y} = 987,8 \cdot 113,3^x \quad - /3/$$

Kryteriami wyboru postaci analitycznej funkcji były średnie błędy szacunku parametrów funkcji, które wyniosły mniej niż 10 % wartości oszacowanych parametrów oraz współczynnik zbieżności  $\psi^2$  /w przeprowadzonym obliczeniu, dla funkcji

9/ Do obliczeń wykorzystano program o nazwie TREN opracowany w Ośrodku Obliczeniowym Wojskowej Akademii Politycznej.

wykładniczej, współczynnik ten małk niekłą wartośc równą 0,052/.

Dla ilustracji można obliczyć - na podstawie podanej postaci analitycznej funkcji /3/ lub mniej dokładnie określić z wykresu - na przykład układ środków ochrony zapewniający prawdopodobieństwo skuteczności 0,60, koszty eksploatacji tego układu w odniesieniu do jednego etapu przetwarzania w ciągu roku wyniosą około 18,6 tys. zł.

Sądziimy, że niezależnie od podanego wyżej zastrzeżenia, próba wyznaczenia funkcji analitycznej ujmującej dwa najistotniejsze kryteria /skuteczność i koszty ochrony/, a tym samym znejomość postaci tej funkcji, może być przydatne przy projektowaniu i ocenie środków ochrony informacji.

#### 4. Uwaga końcowa

W zamian zakończenia chciałbym sformułować ogólną uwagę: istnieje potrzeba dalszych badań dotyczących środków ochrony informacji w systemach informatycznych, w tym metod ich oceny.

Bez możliwie dokładnej oceny zastosowanych środków ochrony, mało lub zgoła nic nie możemy powiedzieć o poziomie ochrony informacji w systemach informatycznych, a tym samym o ochronie w całym ośrodku obliczeniowym.



dr inż.

Bolesław SZAFRAŃSKI

## SYSTEMY BAZ DANYCH, TENDENCJE ROZWOJU I OCENY

### 1. WSTĘP

Analiza rozwoju technologii przetwarzania danych przełomu lat siedemdziesiątych i osiemdziesiątych dowodzi, że można je określić latami technologii bazy danych [3]. W tym okresie systemy baz danych<sup>1/</sup> uzyskiwały powszechną, praktyczną akceptację stając się podstawowymi elementami większości systemów informatycznych. Aktualny stan rozwoju systemów informatycznych w wojsku charakteryzuje się dominacją systemów dziedzinowych. Systemy te będąc niewątpliwym krokiem naprzód w stosunku do systemów, w których automatyzowano pojedyncze czynności zarządzania, posiadają nadal wady takie jak nadmierna redundancja danych, niezgodność danych, duża zależność danych i oprogramowania, nadmierne obciążenie źródeł danych. Wszystkie te wady mają jedno wspólne podłoże. Wynikają bowiem z faktu zdecentralizowanego zarządzania danymi, którego podstawowym elementem jest brak jednorodnych norm wspólnych dla wszystkich danych całego systemu. Dlatego dalszy rozwój systemów informatycznych

---

1/ System bazy danych odpowiada wcześniej używanemu pojęciu bank danych

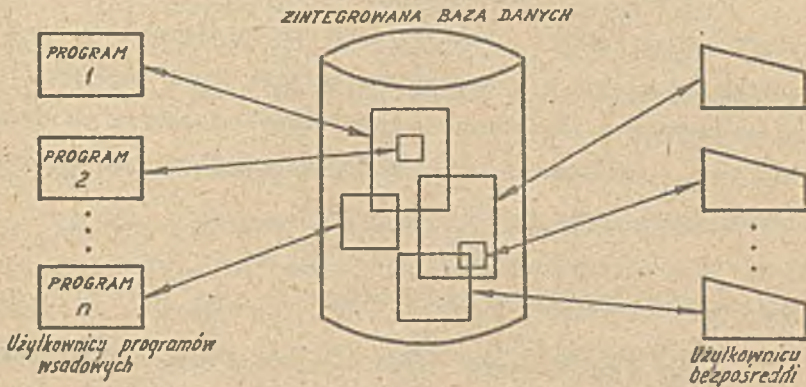
w wojsku musi charakteryzować się ewolucyjnym przejściem do systemów kompleksowych, w miejsce wielu systemów dziedzinowych. W systemach kompleksowych zbieranie, przetwarzanie i udostępnianie danych są centralnie zarządzaną, znormalizowaną funkcją komórek zarządzania danej instytucji. Tej klasy system wymaga utworzenia dynamicznie zmieniającego się zbioru danych, który opisuje procesy będące odbiciem współzależnych, przenikających się procesów dziedzinowych. Jednym z technologicznych rozwiązań spełniających wymagania systemu kompleksowego i jednocześnie eliminującym lub wydatnie zmniejszającym skutki wad systemów dziedzinowych jest rozwiązanie oparte na systemie informatycznym, którego podstawowym elementem jest system bazy danych. Warto w tym miejscu zwrócić uwagę na jeszcze jedną sprawę. Informatyka mimo długiego okresu rozwoju stale jest przedmiotem krytyki ze względu na małą efektywność i brak należytych wyników. Chociaż oczywiście zdarzają się w praktyce przypadki słabych lub zupełnie chybionych projektów, to rzeczywisty błąd polega najczęściej na tym, że udoskonalone i przy tym kosztowne środki informatyki /tzn. sprzęt i oprogramowanie/ stosuje się do rozwiązywania problemów w postaci obowiązującej 10, 15 lat temu. Systemy baz danych mogą wywrzeć głęboki, pozytywny wpływ na koncepcję systemów informatycznych. Jednakże stanie się tak tylko wtedy, gdy kierownicy odpowiedzialni za automatyzację procesów zarządzania rozważą w nowym świetle /tzn. uwzględniając własności technologii bazy danych/ zadania i cele swojej działalności, po to by rzeczywiście zwiększyć skuteczność zarządzania w swych instytucjach.

W niniejszym materiale przedstawiono opis istotnych własności technologii bazy danych oraz architektury systemu bazy danych [2,3]. Informacje w nim zawarte stanowią niezbędną pod-

stawę ocen wybranych systemów baz danych /głównie relacyjnych/, które zostaną zaprezentowane w referacie.

## 2. CZYM JEST BAZA DANYCH ?

Jeżeli nawet czytelnicy nie studiowali problemów baz danych, to na podstawie różnych źródeł ukształtowali sobie ogólny pogląd na to z czego składa się system bazy danych. Pogląd ten [2] odpowiada prawdopodobnie temu, co przedstawiono na rys. 1.



Rys. 1. Uproszczone spojrzenie na system bazy danych

Po pierwsze system bazy danych zawiera samą bazę danych, czyli zbiór danych zapamiętanych na dyskach, bębnach lub innych zewnętrznych nośnikach pamięciowych. Po drugie istnieje

zbiór zwykłych użytkowych programów wsadowych przetwarzających te dane. Dodatkowo, a czasami alternatywnie może wystąpić zbiór użytkowników bezpośrednich, którzy współdziałają z bazą danych z oddalonych końcówek. Po trzecie baza danych jest zintegrowana. Oznacza to, że zawiera dane nie jednego, lecz wielu użytkowników. Stąd z kolei wynika, że każdy użytkownik będzie zainteresowany tylko częścią bazy danych. Ponadto części te mogą na siebie zachodzić /w sensie zdefiniowanych dla danego zastosowania danych/, co oznacza, że fragmenty bazy danych mogą być dzielone pomiędzy wielu użytkowników. Taki ogólny obraz systemu bazy danych jest wystarczający do przedstawienia roboczej definicji bazy danych:

Baza danych to zintegrowany zbiór danych posiadający struktury danych zgodnie z modelem odzwierciedlającym powiązania danych istniejące w procesach zarządzania danej instytucji, przechowywany i zarządzany w sposób umożliwiający wykorzystywanie tych samych danych przez wielu użytkowników, bez konieczności wprowadzenia redundancji danych.

### 3. WŁASNOŚCI TECHNOLOGII BAZY DANYCH

Jedno z podstawowych pytań stawianych przy okazji rozważania możliwości wdrożenia technologii bazy danych brzmi: dlaczego dane warto przechowywać w zintegrowanej bazie danych ?

Oczywiście odpowiedzi na to pytanie może być wiele. Jednakże, zdaniem większości specjalistów, podstawową przyczyną jest zapewnienie instytucji możliwości centralnego sterowania danymi. Kontrastuje to z sytuacją istniejącą obecnie w większości instytucji, w których każde zastosowanie dziedzinowe posiada swoje prywatne zbiory danych przechowywane na prywatnych

taśmach i dyskach magnetycznych. Aby uzasadnić, jak ważne i decydujące znaczenie ma centralne sterowanie danymi rozważymy podstawowe własności, które ono zapewnia:

#### Zmniejszenie redundancji danych

W większości aktualnie eksploatowanych systemów informacyjnych dla każdego zastosowania tworzy się odrębne zbiory danych. Prowadzi to często do znacznej redundancji /nadmiarowości/ pamiętanych danych i marnotrawstwa obszaru pamięci. Rozważmy przykładowo dwa systemy: kadrowy i szkoleniowy. Powiedzmy, że każdy z nich ma własny zbiór zawierający między innymi nazwiska, stopień i wykształcenie żołnierzy. W przypadku centralnego sterowania danymi projektant po ustaleniu, że oba systemy wymagają w rzeczywistości tych samych danych, może te dwa zbiory zintegrować. Oznacza to, że dane można zapamiętać tylko raz i dzielić je między powyższe zastosowania.

#### Zmniejszenie niezgodności pamiętanych danych

Ta własność wynika bezpośrednio z poprzedniej. Jeśli to samo zdarzenie - np. fakt, że żołnierz Z3 odbywa służbę w jednostce JB, reprezentują w bazie danych dwa zapisy, to po pewnym czasie mogą się one różnić /tj. gdy tylko jeden zostanie zaktualizowany/. Baza danych zawiera wtedy niezgodne dane. Jeśli natomiast usunięto redundancję danych, tzn. gdy w/w fakt reprezentuje jeden zapis to taka niezgodność nie może się pojawić.

#### Wprowadzanie standardów

Sterując centralnie bazą danych można zapewnić, że wszelkie odwzorowania danych rzeczywiście zostaną objęte standarda-

mi instalacyjnymi i przemysłowymi. To uprości problemy gromadzenia, utrzymywania i wymiany danych między instalacjami.

#### Wprowadzenie ograniczenia dostępu do danych

To zagadnienie wiąże się bezpośrednio z problemem zachowania tajności danych. Dysponując systemem bazy danych można zapewnić, że dostęp do danych uzyskuje się tylko legalnymi kanałami. Wynika to z tego, że projektant może zdefiniować procedury badania upoważnień, które będą uaktywnione przy każdej próbie dostępu do danych objętych ochroną.

#### Zachowanie integralności danych

Problem integralności polega na zapewnieniu tego, aby baza danych zawierała jedynie poprawne dane. Niezgodność dwóch zapisów opisujących to samo zdarzenie jest przykładem braku integralności. Nawet po usunięciu redundancji baza danych może zawierać niepoprawne dane. Na przykład lista kodów odznaczeń danego żołnierza może zawierać kody nieistniejących odznaczeń, liczba godzin przepracowanych w tygodniu przez jedną osobę może wynosić 200 itd. Centralne sterowanie danymi w bazie danych pomaga uniknąć takich sytuacji dzięki temu, że projektant może definiować procedury badania poprawności, które sprawdzają określone ograniczenia integralnościowe przy każdej próbie wykonania operacji zmieniającej zawartość pamięci.

#### Równoważenie sprzecznych wymagań

Projektant znając ogólne wymagania automatyzowanego systemu i wymagania poszczególnych użytkowników może zaprojektować tak bazę danych, aby uzyskać najlepszą wydajność z punktu widzenia całego systemu. Na przykład może wybrać strukturę pa-

nięci zapewniającą najszybszy dostęp do danych najważniejszym programom użytkowym, kosztem niskiej wydajności pozostałych programów.

### Niezależność danych

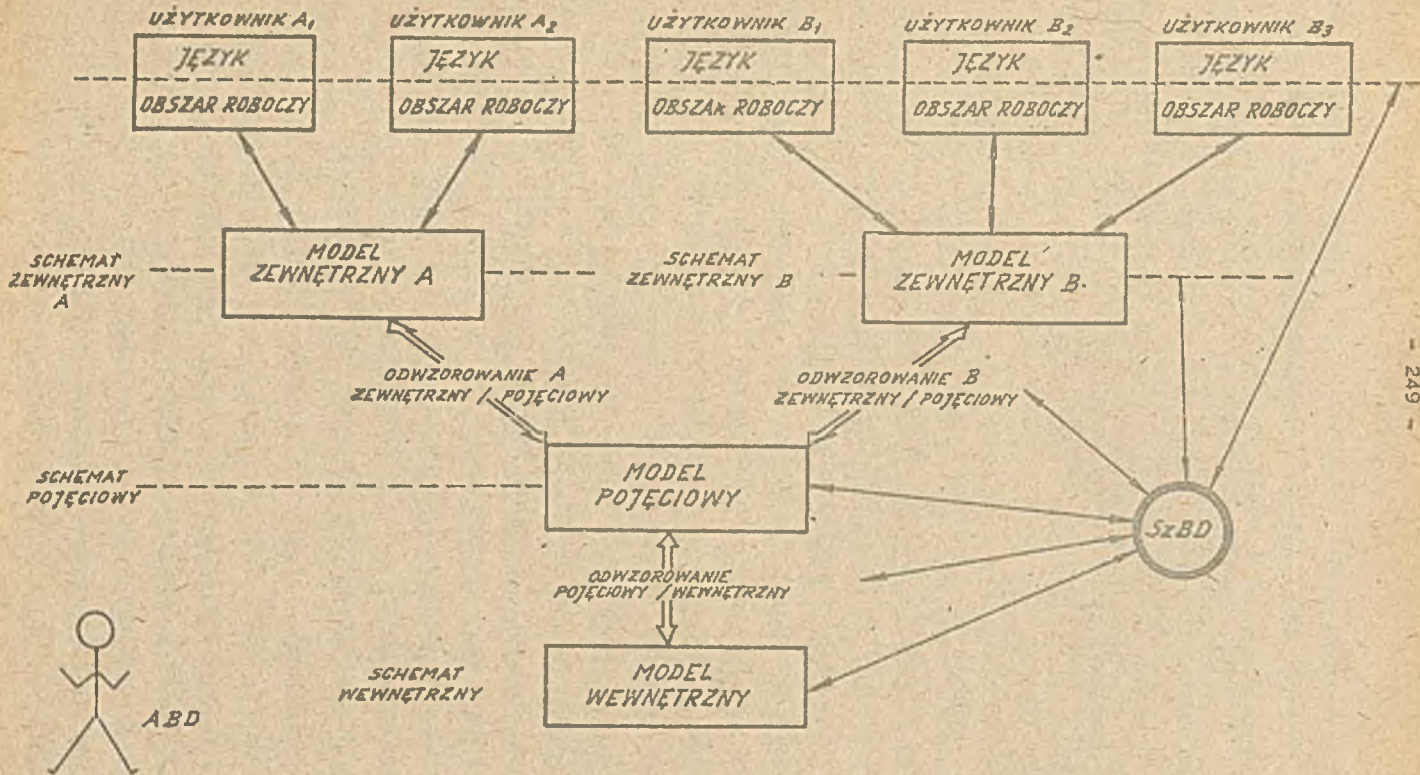
Niezależność programów użytkowych od sposobu rozmieszczenia i strategii dostępu do danych - w skrócie niezależność danych - można najłatwiej zrozumieć rozważając najpierw jej przeciwieństwo. Większość eksploatowanych aktualnie programów użytkowych w systemach informatycznych zależy od danych. Oznacza to, że wiedza o organizacji danych i technikach dostępu do danych jest wbudowana w strukturę logiczną tych programów. Aby wyjaśnić istotę tego problemu załóżmy, że jakiś zbiór danych będzie pamiętany w postaci indeksowo-sekwencyjnej. W tym przypadku tworząc programy użytkowe trzeba uwzględnić istnienie indeksu i wyznaczonego przez ten indeks uporządkowania. Postać procedur dostępu badania i obsługi różnych warunków wyjątkowych w znacznym stopniu zależeć będzie od właściwości przyjętej organizacji indeksowo-sekwencyjnej. Można więc powiedzieć, że takie zastosowanie jak wyżej przedstawione jest zależne od danych, gdyż zmiany struktur pamiętania danych lub strategii dostępu /tzn. sposobu w jaki dane są wyszukiwane/ muszą pociągać za sobą znaczne zmiany programów użytkowych. Na przykład bez znacznych modyfikacji programów użytkowych zamiana powyższego zbioru indeksowo-sekwencyjnego na zbiór o organizacji bezpośredniej jest niewykonalna.

W systemach bazy danych zależność programów użytkowych od danych jest nadzwyczaj niepożądana. Wynika to z dwóch głównych przyczyn:

1. Różne programy użytkowe wymagają różnego spojrzenia na dane. Załóżmy na przykład, że zanim wprowadzono zintegrowaną bazę danych istniały programy użytkowe A i B. Każdy z nich miał własny zbiór danych zawierający pozycję "wielkości zapasu". Załóżmy jednak, że w programie A zapisuje się tę wartość w postaci dziesiętnej, a w programie B w postaci dwójkowej. Zintegrowanie tych zbiorów będzie możliwe tylko wtedy, gdy oprogramowanie bazy danych wykona wszystkie niezbędne przekształcenia postaci pamiętania danych do postaci wymaganej przez każdy z programów użytkowych.
2. System musi dopuszczać swobodną zmianę struktur pamięci lub strategii dostępu jako reakcji na zmieniające się wymagania, bez konieczności modyfikowania istniejących programów użytkowych. Na przykład wprowadza się nowe standardy, zmieniają się priorytety programów użytkowych, dołącza się nowe typy urządzeń pamiętających itp. Obecnie takie zmiany spowodują odpowiednie zmiany programów użytkowych absorbując ich autorów. Jest to strata szczególnie wartościowych zasobów danej instytucji.

Uwzględniając powyższe uwagi należy stwierdzić, że zapewnienie niezależności danych jest podstawowym celem wprowadzenia technologii bazy danych. Można ją zdefiniować jako odporność programów użytkowych na zmiany struktury pamięci i strategii dostępu. W drugiej części tego referatu przedstawimy architekturę systemu bazy danych dającą podstawy do osiągnięcia tego celu.





Rys. 2. OGÓLNA ARCHITEKTURA SYSTEMU B.D.

#### 4. WYMAGANA ARCHITEKTURA SYSTEMU BAZY DANYCH

Poniżej przedstawiono opis architektury systemu bazy danych zgodny z obowiązującymi normami ustalonymi w opracowaniach grupy ANSI/SPARC [1]. Z uwagi na złożoność opracowanej standardowej architektury omówiono ją w postaci ogólnej, akcentującej podstawowe cechy wymagane we współczesnych systemach tej klasy.

Architekturę systemu bazy danych podzielono w propozycjach ANSI/SPARC na trzy następujące poziomy: wewnętrzny, pojęciowy i zewnętrzny. Ogólnie mówiąc poziom wewnętrzny jest poziomem najbliższym fizycznej pamięci, gdyż odnosi się do sposobu w jaki dane są rzeczywiście pamiętane. Poziom zewnętrzny jest poziomem najbliższym użytkownika i odnosi się do sposobu w jaki dane są widziane przez poszczególnych użytkowników. Poziom pojęciowy jest "poziomem pośrednim" pomiędzy poprzednimi dwoma i traktowany jest jako poziom definiowania wspólnego dla wszystkich użytkowników obrazu danych. Rozważmy teraz dokładniej elementy systemu bazy danych. Użytkownicy są programistami zastosowań albo użytkownikami zdalnych końcówek takimi jak urzędnicy działu zaopatrzenia, działu kadr czyli nieprogramistami. Każdy z nich dysponuje językiem programowania. Dla programisty zastosowań jest nim tradycyjny język programowania taki jak COBOL, PL/1. Dla użytkownika nieprogramisty jest to z reguły język specjalizowany, dopasowany do wymagań tego użytkownika. Dla naszych celów najważniejsze jest to, że niezależnie od rodzaju języka musi on w sobie zawierać subjęzyk danych wykorzystywany przy odzyskiwaniu i pamiętaniu danych w bazie danych. Każdy użytkownik dysponuje ponadto /co najmniej koncepcyjnie/ obszarem roboczym, który

jest obszarem przygotowania i transmisji danych pomiędzy programem użytkownika a bazą danych.

Każdy użytkownik w ogólnym przypadku zainteresowany jest tylko częścią bazy danych. Ponadto spojrzenie użytkownika na tę część bazy danych jest w pewnej mierze abstrakcyjne w porównaniu ze sposobem w jaki dane są fizycznie pamiętane. Używając terminologii ANSI/SPARC mówi się, że użytkownik widzi bazę danych przez jej model zewnętrzny. Model zewnętrzny natomiast składa się z wielu wystąpień różnych typów rekordu zewnętrznego i definiowany jest za pomocą schematu zewnętrznego, który przede wszystkim zawiera definicje każdego z wyżej wspomnianych typów rekordu zewnętrznego. Oznacza to w praktyce, że dla użytkownika model zewnętrzny jest bazą danych. Model pojęciowy jest reprezentacją całej zawartości bazy danych. Zawiera on wiele wystąpień różnych typów rekordu pojęciowego i definiowany jest za pomocą schematu pojęciowego. Jeżeli w systemie osiągnięto niezależność danych, to te definicje nie są związane z jakimkolwiek aspektami struktury pamięci lub strategii dostępu. Model pojęciowy jest więc reprezentacją zawartości całej bazy danych a schemat pojęciowy jest jego definicją. Trzecim poziomem jest poziom wewnętrzny. Model wewnętrzny jest niskopoziomą reprezentacją zawartości bazy danych i zawiera wiele wystąpień różnych typów rekordu wewnętrznego. Definiowany jest za pomocą schematu wewnętrznego i definiuje nie tylko w/w rekordy, ale również istniejące indeksy, uporządkowane fizyczne itp. Na rys. 2 wyróżniono dwa poziomy odwzorowania. Odwzorowanie pojęciowy/wewnętrzny określa odpowiedniość pomiędzy modelem pojęciowym i wewnętrznym. Specyfikuje ono sposób w jaki rekordy pojęciowe odwzorowywane są w ich wewnętrzne odpowiedniki. Odwzorowanie zewnę-

trzny/pojęciowy definiuje odpowiedniość pomiędzy poszczególnym modelem zewnętrznym i modelem pojęciowym. Może istnieć dowolna liczba modeli zewnętrznych wywodzących się z danego modelu pojęciowego. Każdy model zewnętrzny może być wykorzystywany przez wielu użytkowników. Modele zewnętrzne mogą zachodzić na siebie /w sensie definiowanych w schemacie zewnętrznym danych/. Wracając do rys. 2 można zauważyć, że nie omówiliśmy jeszcze dwóch elementów, tzn. administratora bazy danych /ABD/ i systemu zarządzania bazą danych /SZBD/. SZBD jest oprogramowaniem obsługującym wszystkie operacje dostępu do bazy danych. Koncepcja działania systemu bazy danych o architekturze podanej na rys. 1 jest następująca:

- /1/ użytkownik zgłasza żądanie dostępu do bazy danych używając do tego celu subjęzyka danych;
- /2/ SZBD przyjmuje i interpretuje żądanie;
- /3/ SZBD bada w kolejności: zawartość schematu zewnętrznego, odwzorowanie zewnętrzny/pojęciowy, schemat pojęciowy, odwzorowanie pojęciowy/wewnętrzny i schemat wewnętrzny;
- /4/ SZBD wykonuje /poprzez system operacyjny/ wymagane operacje na bazie danych.

Dla przykładu rozważmy przebieg procesu wyszukiwania wystąpienia rekordu zewnętrznego. W ogólnym przypadku żądane pola tego rekordu mogą pochodzić z kilku wystąpień rekordu pojęciowego. Każde z wystąpień rekordu pojęciowego może z kolei pochodzić z kilku wystąpień rekordu wewnętrznego. Obsługując to żądanie SZBD musi /co najmniej koncepcyjnie/ wyszukać wszystkie niezbędne wystąpienia rekordu wewnętrznego, zbudować wystąpienia rekordu pojęciowego i dopiero na tej podstawie żądane wystąpienie rekordu zewnętrznego /realizują oczywiście-

cie na każdym z poziomów odpowiednie konwersje i kontrole poprawności danych/.

Administrator bazy danych jest osobą /lub grupą osób/ odpowiedzialną za sterowanie systemem bazy danych, a w szczególności za następujące zagadnienia:

- decydowanie o zawartości bazy danych;
- definiowanie procedur badania poprawności danych i legalności żądań użytkowników;
- definiowanie strategii przywracania poprawnego stanu bazy danych;
- ustalanie strategii dostępu i struktury pamięci;
- badanie wydajności systemu i reagowanie na zmiany wymagań;
- definiowanie schematów zewnętrznych, pojęciowego i wewnętrznego.

## 5. Zakończenie

Powyżej przedstawiono zwięzłą charakterystykę technologii oraz architektury-systemu bazy danych. Oparto się w tym względzie przede wszystkim na pracach wymienionych w wykazie literatury. Jak wspomniano we wstępie, materiał ten będzie pomocny przy prezentacji cech oraz ocen systemów zarządzania bazą danych, eksploatowanych na współcześnie produkowanym sprzęcie komputerowym.

WYKAZ LITERATURY

1. ANSI/SPARC - The Interim Report of SPARC/DBMS  
Study Group, USA 1975
2. DATE C.J. - Wprowadzenie do baz danych, WNT,  
Warszawa 1981
3. NIEDZIELSKI M. - Tendencje rozwojowe w architekturze  
SZAFRANSKI B. bazy danych, Myśl Wojskowa, Warszawa 1981  
Nr 7

mgr inż. Bolesław UREAŃSKI

mgr inż. Roman TOMZIK

ORGANIZACJA EKSPLOATACJI SPRZĘTU KOMPUTEROWEGO  
A PROBLEMY NIEZAWODNOŚCI I EFEKTYWNOŚCI  
SYSTEMÓW INFORMATYCZNYCH

W referacie, podejmując temat niezawodności i efektywności systemów informatycznych w powiązaniu z organizacją eksploatacji sprzętu komputerowego oparto się na wiedzy praktycznej, związanej z eksploatacją systemu cyfrowego ODRA-1305, w Ośrodku Przetwarzania Informacji Filii Nr 3 WII. Podjęte tu próby oceny jak i formułowane wnioski nie muszą mieć pełnego odniesienia do wszystkich ośrodków obliczeniowych, ale skonstruowano je tak, aby były w miarę ogólne i pokazywały problem, a nie przypadki jednostkowe.

Podejmując próbę analizy obecnego stanu eksploatacji, zarówno systemów informatycznych jak i samego zestawu cyfrowego, należy zwrócić uwagę na dwa podstawowe elementy w tym zakresie. A mianowicie:

- przyjętą konfigurację zestawu cyfrowego,
- stosowaną technologię przetwarzania SI.

Przechodząc do pierwszego z w/w elementów, podstawą rozważań w referacie będzie system cyfrowy ODRA-1305 zainstalowany w OPI F3 WII w roku 1980 w następującej konfiguracji:

JC - 64 KS PAO

6 napędów dyskowych 8 MB

6 napędów taśm PT3M.

Urządzenia zewnętrzne, takie jak czytnik kart, perforator i czytnik taśmy papierowej oraz drukarka wierszowa DW 325. Do zestawu podłączona została pamięć bębnowa pozostała po zdemontowanym zestawie O-1304. Na tak ukompletowanym zestawie, po przekazaniu do innego ośrodka pamięci dyskowych, technologia

przetwarzania SI nie uległa zmianie w stosunku do dotychczas stosowanej /na zdemontowanym zestawie O-1304/.

Przetwarzanie odbywało się nadal pod kontrolą egzekutora.

Poszczególni użytkownicy otrzymywali przydziały limitów czasowych na komputer, opracowywali schemat przetwarzania i operator EMC realizował te zadania zgodnie z ich poleceniami. Była to praca w trybie pojedynczego dostępu do komputera w określonych limitach czasowych.

Jedynym nowym elementem umożliwiającym poprawienie wskaźnika efektywności wykorzystania EMC była możliwość pracy wieloprogramowej.

Nie był on jednak w pełni wykorzystany w związku z istniejącą koniecznością obsługi niektórych programów w trybie dostępu pojedynczego /dla SI o określonym poziomie niejawności/ oraz w wyniku eksploatacji programów blokujących aż do zakończenia przebiegu określone urządzenia zewnętrzne /czytnik kart, drukarka wierszowa/, a przeniesionych wprost z O-1304.

W kolejnych latach, zestaw O-1305 był uzupełniany zarówno do strony wielkości PAO najpierw do 128k, a w roku 1985 do 256k, jak i możliwości korzystania z pamięci dyskowych oraz urządzeń do pracy zdalnej /KSR, JSG, monitory ekranowe/.

Wpłynęło to zarówno na jakość pracy operatorów EMC jak i na technologię pracy użytkowników powodując przejście na system WSADOWY.

Grupowe korzystanie z zasobów komputera przy pracach programowych, korzystanie z bibliotek systemowych i programów standardowych umieszczonych na dyskach zwiększyło efektywność procesu poprawiania i kompilacji programów oraz ułatwiło proces wykorzystania i konserwacji bibliotek zwiększając jednocześnie stopień ich niezawodności /poprzez wyeliminowanie błędów związanych z wykorzystaniem taśm magnetycznych/.

Jednak zwiększająca się ilość zadań, wielkość przyjmowanych do eksploatacji SI /zarówno od strony złożoności procesu przetwarzania jak i od strony wielkości zbiorów/ powodowały konieczność wprowadzenia całkowicie nowej technologii pracy ośrodka, opartej o możliwości SO GEORGE-3.



Na dzień dzisiejszy po dokonanych uzupełnieniach sprzętowych dysponujemy zestawem o następujących parametrach:

- eksploatacyjnych:

PAO - 256k /półprzewodnikowa/, pamięć dyskowa BASF - /30MB/ 4 napędy, pamięć dyskowa EC 5052 /8MB/ 2 napędy, pamięć taśmowa PT3M - 8 jednostek, drukarki wierszowe DW 325 2 szt. + DW 304 1 szt., czytnik kart "Aritma", czytnik-dziurkarka taśmy papierowej CDT 325-2, punkty abonenckie DZM 190 KSR 7 szt., system monitorów ekranowych 5 szt.;

- resursowych:

pamięci dyskowe BASF znacznie przekroczyły resurs docelowy. Pozostałe urządzenia mają przepracowane od 30% do 60% resursu docelowego. Średni czas pracy bezawaryjnej całego zestawu wynosi ok. 40 godzin.

Dotychczasowe doświadczenia pokazały, że warunki techniczno-eksploatacyjne były jednym z głównych wyznaczników związanych z zapewnieniem efektywnej obsługi zadań użytkownika.

Drugim elementem, o którym wspomniano wcześniej, a który związany jest ściśle z oferowanymi użytkownikom systemem cyfrowym, są stosowane TECHNOLOGIE PRZETWARZANIA.

Wynikają one wprost z możliwości eksploatowanego zestawu oraz ze stopnia zapoznania się z dostępnym oprogramowaniem. Otrzymały zestaw, ze względu na małą PAO, brak urządzeń do pracy w systemie ON-LINE oraz niestabilną /zmienną co do ilości i pojemności pamięć zewnętrzną/ nie nadawał się z chwilą zainstalowania do wykorzystania systemu operacyjnego GEORGE-3. A była to podstawowa możliwość unowocześniania stosowanych metod programowania, innego spojrzenia na sposób obsługi użytkownika oraz zastosowania zautomatyzowanych metod obsługi wdrażanych SI, a także lepszego wykorzystania samego zestawu. Bez udostępnienia tych rozwiązań technologia nowo projektowanych SI nie uległa zmianie, bazując na doświadczeniach związanych z eksploatacją ODRY-1304.

W omawianym okresie eksploatacji SC O-1305 dla unowocześnienia procesu projektowania oraz dla zapewnienia możliwości elastycznego dostosowywania SI na etapie eksploatacji użytkowej do wymagań użytkownika, podjęto próbę adaptacji dla własnych

potrzeb istniejących rozwiązań z zakresu "parametryzacji" procesu programowania /system "SEZAM"/. Jeżeli dla wzrostu ogólnego poziomu wiedzy specjalistycznej kadr projektowo-programowych miało to sens, to okazało się, że wyniki praktyczne tych prób nie były takie jakich oczekiwano. Wynika to z następującej przyczyny. Każde z takich rozwiązań jest opracowywane dla potrzeb odpowiedniej klasy zadań z wykorzystaniem odpowiedniej konfiguracji zestawu EMC. W innych warunkach staje się nieefektywne, uciążliwe w realizacji i eksploatacji oraz o efektach użytkowych nieproporcjonalnych do poniesionych nakładów.

Również stosowany system eksploatacji nie rozwinął się przechodząc w system wsadowy bez możliwości ingerencji w proces przetwarzania, jego komputerowej kontroli czy dokumentowania przebiegów itd. Korzystanie z KNI typu karta, taśma perforowana powodowało konieczność powtórzeń przebiegów związaną z jakością /coraz bardziej pogarszającą się/ tych nośników oraz ich odpornością na przekłamanie i zniszczenia. Dla wyeliminowania tych uniedogodnień szeroko rozwinięto, poprzez modyfikację programów już istniejących SI oraz przy nowo projektowanych systemach, możliwości jakie dawał system MERA-9150 w zakresie przygotowania danych na taśmach magnetycznych.

Na dzień dzisiejszy żaden z eksploatowanych SI nie korzysta z danych na kartach perforowanych.

Jednocześnie, wykorzystując RD MERA-9150 podniesiono jakość kontroli danych źródłowych zwiększając tym samym efektywność i niezawodność tego etapu przetwarzania SI.

Po zestawieniu systemu cyfrowego w taką konfigurację, która umożliwiłaby zainstalowanie SO GEORGE-3 przeprowadzono analizę następujących zagadnień: MOŻLIWOŚCI-POTRZEBY-KORZYŚCI.

MOŻLIWOŚCI - te wartości określał ściśle opis systemu. Zestaw cyfrowy spełniał podstawowe warunki zainstalowania SO, ale wiadomym było, że efektywność SO związana z ubogą konfiguracją zestawu będzie odbiegała od zakładanej przy takich rozwiązaniach. Związane to było z dużą ilością użytkowników, realizujących pracę z wykorzystaniem urządzeń w systemie ON-LINE /pamięci dyskowe/. Powodem takiego postępowania były wielkości zbiorów

systemowych, odpowiednie klauzule tajności itp.

POTRZEBY - rosnąca, o większej złożoności i pracochłonności w procesie eksploatacji ilość SI, wymagała zastosowania elementów automatyzacji tego procesu zarówno od strony operatora SI jak i operatora EMC.

KORZYSCI - związane były z efektami, jakie dawał SO /racjonalne wykorzystanie urządzeń zewnętrznych, procesora, realizacja prac wielozadaniowo itd./ oraz z uelastycznieniem i ułatwieniem pracy operatora SI i EMC. Niewątpliwą korzyścią było również podniesienie na wyższy poziom jakości obsługi użytkowników /kontrola dostępu, ochrona zbiorów, praca ON-LINE, ogólna dostępność zasobów komputera/.

Podczas analizy tych trzech zagadnień pod kątem podjęcia decyzji o instalacji SO GEORGE-3 /POTRZEBY/ zdominowały pozostałe dwa zagadnienia. Zautomatyzowanie procesu eksploatacji SI, zwiększenie stopnia wykorzystania zestawu oraz udostępnienia aparatu do pracy zdalnej stawało się koniecznością. Potrzeby takie wynikały również z procesu ujednoczenia technologii przetwarzania w ośrodkach obliczeniowych OW i RSZ oraz szczebla centralnego. Należało mieć jednak świadomość i tego, że proponowany aparat stawia przed użytkownikami nowe wymagania związane zarówno z nową jakością, jaką jest system operacyjny GEORGE-3, jak i z odpowiedzialnością, jaką niesie ze sobą rola użytkownika /właściciela kartoteki/ z jednej strony, z drugiej zaś koniecznością zapewnienia odpowiedniej jakości obsługi użytkowników zarówno od strony merytorycznej jak i sprzętowej.

MOŻLIWOSCI - z analizy tej grupy czynników warunkujących zastosowanie omawianego rozwiązania wynikało, że posiadany zestaw EMC spełnia wymagania SO i umożliwia jego efektywną pracę. Brak jednak doświadczenia w tym zakresie spowodował zbyt optymistyczne oczekiwania i stał się źródłem wielu potknięć, niechęci i niezadowolenia do zaproponowanej technologii wykorzystania komputera. Wynikało to z różnego stopnia "poznania" możliwości systemu zarówno od strony organu eksploatującego, jak i ze strony użytkownika.

KORZYŚCI - tych wprost nie było widać. Albowiem:

- należało przygotować wytypowane SI do przetwarzania pod kontrolą SO GEORGE-3,
- należało przygotować użytkowników /operatorzy SI, programiści/ jak i eksploatatorów /operatorzy EMC/ do pracy pod kontrolą SO,
- należało zapewnić wysoki stan techniczny wszystkich elementów zestawu EMC wraz z magnetycznymi nośnikami informacji.

Wiązało się to ze zmianą techniki i technologii pracy całych zespołów, powodując niepewność co do efektywności zaproponowanego rozwiązania.

Jakie wnioski można wyciągnąć z analizy tych trzech zagadnień. Na decyzji zaważyły potrzeby poparte możliwościami. Założono, że korzyści w miarę wzrastania stopnia poznania i wdrożenia SO będą coraz bardziej widoczne i przyjmowane do świadomości przez jego użytkowników. Stan taki udało się osiągnąć. Analizując omówiony tu proces przechodzenia na nowocześniejszy sprzęt, a co za tym idzie na zmianę technologii przetwarzania biorąc pod uwagę zbliżający się moment wyposażania ośrodków w komputery jednolitego systemu należy wziąć pod uwagę następujący wniosek: podejmując decyzję o dostarczaniu sprzętu do ośrodków obliczeniowych należy przeanalizować stan dotychczasowy potrzeb użytkowników oraz ich oczekiwania /związane z wykorzystaniem informatyki w ich systemach kierowania i zarządzania/ i dostarczyć go w takim zestawie, aby umożliwił od początku zainstalowanie na nim dostępnego oprogramowania systemowego gwarantującego zaspokojenie w/w potrzeb. Poza tym takie działanie spowoduje jednocześnie /zarówno sprzętowo jak i technologicznie/ przejście na nowy system.

Dotyczy to nie tylko oferowanego systemu cyfrowego /duży komputer/, ale szeroko pojętej koncepcji wyposażenia użytkownika w systemy mini- i mikrokomputerowe. Powinny one umożliwiać użytkownikowi współpracę z dużą maszyną na zasadzie sieci /systemów teletransmisji, teleprzetwarzania, abonenckich itp./.

Przechodząc do zdefiniowania pojęć niezawodności i efektywności należy zaznaczyć, że skupiono się na praktycznym aspekcie funkcjonowania tych pojęć w procesie eksploatacji SI.

Efektywność SI jest to stosunek efektów uzyskanych w wyniku zastosowania systemu informatycznego do sumarycznych nakładów poniesionych na projektowanie i eksploatację SI.

Niezawodność SI - jest to odporność systemu na działanie otoczenia uniemożliwiająca zakłócenie procesu przetwarzania zarówno pod względem merytorycznym /niezawodność oprogramowania/ jak i organizacyjnym /niezawodność sprzętu, jakość obsługi/.

Wzajemny wpływ tych dwóch wielkości, odpowiednio wyważenie proporcji związanej z nakładami /siły i środki/ dla zapewnienia prawidłowych wartości obu tych czynników jest problemem bardzo trudnym i ściśle związanym z podejmowanym do realizacji tematem. Istnieją klasy systemów, dla których miarą ich efektywności jest niezawodność /np. sterowanie lotami, systemy ochrony, powiadomienia itp./. Ta klasa systemów nie będzie rozpatrywana. W referacie, rozpatrywane będą typowe systemy informatyczne projektowane i eksploatowane w Filii Nr 3 WII /systemy ewidencyjno-sprawozdawcze/ przy założeniu, że posiadamy określoną koncepcję wyposażania użytkowników w sprzęt komputerowy /oparty o analizę potrzeb i plan wyposażania/.

Zasadniczymi sferami, które mają podstawowy wpływ na niezawodność i efektywność SI są:

- sfera projektowania SI,
- sfera eksploatacji SI.

Dlaczego akurat taką przyjęto ich kolejność?

Otrzymany do eksploatacji SI po okresie eksploatacji wstępnej jest przez technologa SI na tyle rozpoznany, że od tej strony nie należy się spodziewać niespodzianek w procesie eksploatacji. Awaryjność sprzętu jest w funkcji czasu wartością stałą. Natomiast poważny wpływ na efektywność i niezawodność SI mają elementy wynikające wprost z procesu projektowania i programowania, takie jak:

- słaba kontrola danych źródłowych oraz związane z nią przetwarzanie danych błędnych i dostarczenie ich do użytkownika w formie wydruków użytkowych,
- przerwanie procesu przetwarzania z nieokreślonych przyczyn,
- brak możliwości składowania i restartów SI,

- brak dokumentowania procesu przetwarzania,
- mała elastyczność systemu /w zakresie możliwości wprowadzania zmian do eksploatowanego SI/.

Są to elementy, które powinien uwzględnić projektant SI na etapie opracowywania technologii przetwarzania systemu, a które powinny być uświadomione również użytkownikowi na etapie formułowania zadania projektowego. Są to główne źródła powtórzeń, przerwania czy zaniechań przetwarzania, powodujące w efekcie wzrost ogólnych kosztów eksploatacji SI. Ma to również wpływ na świadomość użytkownika, który w wyniku błędnych, czy spóźnionych informacji wynikowych traci chęć do danej informatyzacji swojego obszaru działania.

Drugie zażądanie to poprawność procesu eksploatacji SI. W sferze tej istotnym czynnikiem mającym wpływ na efektywność i niezawodność SI jest niezawodność sprzętu. Z tym, że nie chodzi tu o typowe awarie elementów zestawu komputera. Najgorszym rodzajem błędów są niepoprawne wyniki przetwarzania, mimo poprawnych danych i prawidłowo zakończonego procesu przetwarzania. W eksploatowanym zestawie EAC sprawą najważniejszą jest bez wątpienia jakość i stan techniczny pamięci zewnętrznych oraz nośników systemu operacyjnego GEORGE-3. Awarie tych urządzeń w znacznym stopniu utrudniają przetwarzanie. Ich stan oraz jakość magnetycznych nośników informacji powinien być stale kontrolowany i testowany. W tym zakresie zarysowuje się rola pionu eksploatacji /operatorzy EAC/ jako tego, który na bieżąco testuje niezawodność zarówno zestawu EAC jak i eksploatowanych nośników. Jego ścisła współpraca z wydziałem technicznym, typowanie i określanie stopnia awaryjności urządzeń niesprawnych, selekcja nośników, będzie powodowała sprawniejsze i skuteczniejsze usuwanie awarii oraz prowadzenie działań profilaktycznych w stosunku do eksploatowanej techniki wraz z nośnikami.

Przechodząc do omówienia czynników, które należałoby uwzględnić w celu zwiększenia niezawodności i efektywności SI, wytypowano następujące sfery powstawania i eksploatacji SI, w ramach których należy podjąć odpowiednie działania:

- użytkownicy /ich potrzeby, oczekiwania, możliwości/,
- projektanci /ich warsztat pracy, stosowane technologie projektowania i programowania/,
- technolodzy SI,
- pion eksploatacyjny.

W pierwszej grupie najważniejszym zagadnieniem wydaje się fakt uświadomienia użytkownikowi efektów, jakie otrzyma w wyniku podjęcia decyzji o informatyzacji danego obszaru działania w stosunku do posiadanych możliwości zabezpieczenia jego potrzeb.

Czy oczekiwania te będą zgodne z efektami? W tym zakresie należy użytkownika przekonać o konieczności opracowania koncepcji wykorzystania środków informatyki w obszarze jego działalności, tak aby kolejne fazy informatyzacji były kontynuacją tej koncepcji, a nie "radośną twórczością". Efektywność takich systemów stworzonych wg przemyślanej koncepcji, celowo, a nie ze względu na modę, będzie o wiele większa i praktycznie dla użytkownika odczuwalna.

Za celowe należy uznać takie wyposażenie techniczne użytkownika, aby mógł on pracować w systemie również w trybie bezpośrednim. Działania powyższe należy prowadzić intensywnie już teraz, przed podjęciem decyzji o przejściu na jednolity system. Koncepcja taka musi powstać w uzgodnieniu z użytkownikami, ale my, informatycy, musimy taką koncepcję podsunąć użytkownikom, analizując dotychczasowe doświadczenia zarówno organizacyjne jak i w zakresie wyposażenia sprzętowego. Opracowanie takiej koncepcji uwiarygodni naszą działalność w oczach użytkownika będąc jednocześnie przyczynkiem do poprawienia efektywności SI oraz wykorzystania sprzętu cyfrowego.

W drugiej sferze obejmującej czynniki związane z poprawieniem efektywności i niezawodności SI występuje element wyłowney, a więc obszar projektowania SI. W procesie tym najważniejszym zadaniem jest wdrożenie określonej technologii projektowania i programowania, opartej na możliwościach, jakie niesie w sobie oferowany system cyfrowy wraz z dostępnym oprogramowaniem. Chcąc budować systemy efektywne i niezawodne należy:

- 1/ stworzyć aparat weryfikacji przyjętych rozwiązań projektowych i organizacyjnych w oparciu o obowiązującą technologię projektowania,

- 2/ na etapie budowania /oprogramowywania/ systemu opracować mechanizmy testowania poszczególnych jego elementów pod względem niezawodności i jakości otrzymanego wyniku działania tego elementu,
- 3/ zaproponować metodę tworzenia zbiorów źródłowych do testowania kolejnych elementów systemu oraz oceny stopnia ich przetestowania,
- 4/ wykorzystać możliwości komputerowego wspomagania procesu projektowania oferowanych dla danego systemu cyfrowego,
- 5/ opracować koncepcję i technologię zautomatyzowania procesu tworzenia dokumentacji systemowej.

W trzeciej sferze najważniejszym czynnikiem mającym wpływ na efektywność i niezawodność jest zaprężenie komputera nie tylko do przetwarzania SI, ale i do kontroli tego procesu. Oznacza to pełne /zarówno od strony poznawczej jak i użytkowej/ wykorzystanie możliwości systemów operacyjnych lub innych systemów wspierających proces przetwarzania poprzez podział mocy obliczeniowych, kontrolę urządzeń zewnętrznych jak i procesu realizacji SI.

W sferze dotyczącej pionu eksploatacyjnego tkwią podstawowe elementy wpływające na jakość /efektywność i niezawodność/ obsługi użytkownika i jego SI. W tej dziedzinie należy szczególnie dokładnie rozpatrzyć koncepcję wyposażenia i ukończenia sprzętu cyfrowego zarówno w samym ośrodku obliczeniowym jak i w otoczeniu /użytkownicy zewnętrzni/. Powinno się tu brać pod uwagę dotychczas występujące obciążenia komputera oraz przeanalizować te miejsca, które miały szczególny wpływ na jakość obsługi zadań użytkowych. I tu wkraczamy w sferę wymagań na konfigurację sprzętu komputerowego. W tym zakresie należy kierować się nie tyle mocą obliczeniową systemu cyfrowego, ale przede wszystkim koncepcją wyposażenia go w odpowiednio ukończone zestawy urządzeń zewnętrznych zapewniające jego efektywną i niezawodną pracę. Z dotychczasowych doświadczeń wynika, że jest to najbardziej nawaligiczny punkt związany z eksploatacją techniki cyfrowej. I to nie tylko w samym ośrodku, ale również u użytkowników. Systemy mini- i mikrokomputerowe nie zastąpią przetwarzania na dużej maszynie. Mogą jednak z nią współpracować wykonując



zadania w dwóch kierunkach:

- jako mikrokomputer,
- jako urządzenie końcowe do pracy w systemie zdalnym.

Nie poruszono w referacie bardzo ważnego dla wojskowych ośrodków obliczeniowych, a ściśle związanego z niezawodnością i efektywnością systemów informatycznych problemu ochrony danych /zarówno organizacyjnej jak i programowej/. Jest to problem złożony, nad którym dotąd w naszym ośrodku nie prowadzono prac studialnych.

Jak zostało to już w referacie powiedziane, jesteśmy na takim etapie eksploatacji sprzętu komputerowego, który poprzedza realizację koncepcji wyposażania ośrodków obliczeniowych w nowy rodzaj /typ/ komputera.

Analizując i przygotowując się do tej decyzji nasuwa się wiele pytań i niejasności, a jednocześnie uznysławia fakt ogromu prac z tym związanych. Warto by było w tym okresie wziąć pod uwagę i przeanalizować doświadczenia eksploatacyjne i użytkowe związane z wykorzystaniem SC ODRA-1305 zarówno od strony technologicznej /ośrodki przetwarzania informacji, użytkownicy/ jak i procesu projektowo-programowego związanego z koncepcją informatyzacji zadań użytkowych.

Powstająca koncepcja wyposażania w nowy sprzęt pionów eksploatacyjnych powinna być tak opracowana, aby omówione w referacie niedogodności, potknięcia i nieprawidłowości nie stały się elementem pracy zespołów organizujących i realizujących tę koncepcję. Posiadając bogate doświadczenia, popierając je odpowiednim przygotowaniem zarówno teoretycznym jak i organizacyjnym, możemy cel ten osiągnąć. Należy jednak poprzedzić ten okres działaniami, które zcharakteryzują i uwierniają zakres prac. W ramach tych działań powinna powstać:

- jasna koncepcja wyposażenia organów wykonawczych informatyki /ośrodki przetwarzania informacji/ w sprzęt komputerowy przedstawiona z takim wyprzedzeniem czasowym, aby można było przygotować do jej realizacji zarówno pion techniczny /instalacja, obsługa i konserwacja urządzeń, rozpoznanie oprogramowania podstawowego, przygotowanie pomieszczeń/

jak i eksploatacyjny /obsługa komputera i wykorzystanie oprogramowania standardowego/,

- koncepcja informatyzacji zadań użytkowników z uwzględnieniem dotychczasowych doświadczeń związanych z projektowaniem, wykorzystaniem i eksploatacją SI zarówno w sferze użytkownika jak i projektanta-programisty.

prof.dr hab. Władysław M. TURSKI

### Tendencje rozwoju metod i środków informatyki użytkowej

Wielu z nas zastanawia się, jak też będzie wyglądać informatyka w końcu bieżącego stulecia.

Niektórzy, ulegając pokusie lub namowom, formułują prognozy. Mocno ryzykowna to zabawa, zwłaszcza wtedy, gdy przedmiotem prognozy są dane, mające obrazować liczebność zainstalowanych komputerów, ich parametry techniczne, czy też owo sławetne 'zapotrzebowanie na kadry'. Aby przekonać się o tym, jak bardzo ryzykowna, wystarczy cofnąć się myślami o 15 lat. Kto mógł wówczas przewidzieć wystąpienie zjawiska masowej popkultury komputerowej, pojawienie się dziesiątków milionów komputerów osobistych, jednokostkowych równoważników procesorów, maszyn IBM 370, megabajtowych pamięci SRAM na półcalowej kostce, pięćdziesięciomegabajtowych dysków mieszczących się - razem z napędem - w pudełku o gabarytach mniejszych od warszawskiej książki telefonicznej? Kto mógł przewidzieć, że w Polsce 1986 roku więcej komputerów będzie w rękach prywatnych niż w instytucjach i przedsiębiorstwach, że przy malejącym zatrudnieniu w dziale 'informatyka', będzie rosła - sięgając setek tysięcy! - liczba osób (głównie w wieku przedprodukcyjnym) łącznie korzystających z każdej nadarzającej się szansy

zdobycia umiejętności obsługi komputera? Kto zdobędzie się na odwagę wypowiedzenia przypuszczenia, że następne piętnaście lat nie przyniesie równie zaskakujących zmian, że nie pojawia się równie rewolucyjnie nowe rozwiązania techniczne, że nie nastąpią równie głębokie zmiany technologiczne, że w podobnej skali nie zmienia się parametry społeczno-ekonomiczne?

W obliczu zmian morfogenetycznych jakie występują w całej sprzętowej sferze informatyki, jakiegokolwiek prognozowanie na okresy dłuższe niż czas życia kolejnej generacji układów jest bezsensowne - jeśli za przedmiot zainteresowania bierze komputery. Dokładnie tak samo, jak w 1970 roku nie można było przewidzieć dzisiejszej sytuacji sprzętowej, tak samo dziś nie można przewidzieć, jak będzie wyglądać obraz sprzętu komputerowego w roku 2000. *Jedynę, co można powiedzieć, to to, że będzie on zupełnie inny - prawie na pewno i prawie pod każdym względem - niż ten, który widzimy dziś.*

Gdybym uważał, że informatyka zajmuje się wykorzystywaniem komputerów, powinienem by zakończyć mój referat w tym miejscu. Ale, przyjmując za twórcami pojęcia, że informatyka zajmuje się przetwarzaniem informacji przy użyciu środków technicznych, mogę pokusić się o sformułowanie poglądu co do tego, w jakim kierunku pójdzie jej rozwój.

Wyjaśnijmy sobie najpierw, na czym polega różnica między tymi dwoma poglądami na istotę informatyki.

Pogląd pierwszy przyjmuje za pierwotny *proces tworzenia* nowych urządzeń technicznych. Kwestia zastosowań tych urządzeń

jest uważana za wtórna. Dla prawdziwego wynalazcy jest to zapewne jedyny możliwy do przyjęcia punkt widzenia: im oryginalniejsze tworzy urządzenie, tym mniej wiadomo o jego rzeczywistych walorach użytkowych. Koncentrując się na osiągnięciu głównych zamierzeń, wynalazca musi pomijać ogromnie wiele cech z przyjętego punktu widzenia drugorzędnych i często niemożliwych do ustalenia zanim urządzenie nie zostanie zbudowane i skonfrontowane z realiami otoczenia, w którym ma funkcjonować i z którym ma współdziałać. Nadmierne przejmowanie się takimi cechami w trakcie tworzenia nowego urządzenia stwarzałoby zbyt wiele hamulców, opóźniało, lub zgoła uniemożliwiałoby dokonanie aktu twórczego.

Jeśli jednak poglądy takie wyznaje producent urządzenia, sytuacja komplikuje się niepomrotnie. Albo bowiem producent, inwestując w podjęcie produkcji urządzenia o niesprawdzonych walorach użytkowych, ponosi ogromne ryzyko ekonomiczne, albo też - jeśli chce się uchronić przed takim ryzykiem - musi wybrać jedną z dwu dróg 'bezpiecznych'.

Pierwsza z nich polega na uruchamianiu produkcji małymi krokami: najpierw modele, potem krótkie serie próbne i wreszcie rozwinięcie produkcji w pełnej skali. Ta droga najeżona jest jednak wieloma trudnościami technicznymi, wpływającymi z konieczności adaptacji linii produkcyjnych do zmiennej skali wytwarzania, a ponadto prawie nigdy nie pozwala w pełni zrealizować potencjalnego zysku, jaki może przynieść szybkie uruchomienie produkcji udanego wyrobu.

Druga droga 'bezpieczna' polega na zapewnieniu sobie pozycji monopolisty: nie dopuszczając do tego by potencjalni użytkownicy produkowanych urządzeń mieli możliwość wyboru między konkurencyjnymi rozwiązaniami, zmusza ich do dokonania wyboru między używaniem jedynego dostępnego urządzenia danej klasy a rezygnacją z ich stosowania. Eliminując ryzyko producenta i zapewniając mu optymalne warunki ekonomiczne, droga monopolistyczna przekształca wszystkie niedoskonałości procesu produkcji urządzeń w dodatkowe niewygody (a czasem straty) użytkownika. Ponadto, jeszcze bardziej niż druga stopniowego uruchamiania produkcji, droga monopolistyczna hamuje postęp, gdyż producent-monopolista nie doznaje ekonomicznego przymusu innowacji.

Pogląd drugi przyjmuje za pierwotne *użytkowanie urządzeń*, zakładając, że potencjalne zyski z używania urządzeń stwarzają dostateczne społeczno-ekonomiczne bodźce uruchomienia produkcji urządzeń najlepiej odpowiadających potrzebom użytkowników. Jest to punkt widzenia użytkownika.

Przyjmując ten punkt widzenia zakłada się, że ekonomiczny potencjał użytkowników przeważa potencjał producentów, a dokładniej, że użytkownicy są w stanie uruchomić dostatecznie silny nacisk ekonomiczny na producentów. Oczywiście, zakłada się też znaczny stopień swobody działania użytkowników, a przede wszystkim - możliwość wydatkowania środków zgodnie ze swą wolą.

Pogląd o primacie użytkownika przed konstruowaniem nie jest oczywiście sprzeczny z interesem producenta nadążającego za

wymaganiami użytkowników i w najmniejszym stopniu nie umniejsza swobody konstruktorów. Zmusza jedynie producentów do głębszego rozpoznania potrzeb potencjalnych użytkowników i do starannej selekcji dostępnych konstrukcji. Innymi słowy, dążąc do osiągnięcia sukcesu ekonomicznego producent powinien kierować się potrzebami użytkowników bardziej niż pomysłowością konstrukcji czy wygodą (konserwatyzyzm) zespołu produkcyjnego.

Powyższe rozważania są dość ogólne, nie do samej tylko informatyki mają zastosowanie. Jednakże z nich właśnie i z analizy sytuacji ekonomicznej, panującej w krajach intensywnego rozwoju zastosowań informatyki, wynika moje przekonanie o mającym miejsce ekonomicznym primacie użytkownika przed konstruowaniem urządzeń informatyki.

Istotnie, wystarczy zwrócić uwagę na dwa przykłady, z dwu przeciwległych krańców skali.

Jak powszechnie wiadomo, koncern IBM nie należy do firm oferujących ostatnie nowinki techniczne. Pod względem konstrukcji, komputery tego producenta są z regułu o kilka lat opóźnione w stosunku do wielu znacznie mniejszych firm. A jednak to właśnie IBM od lat niezmiennie zwiększa swe zyski, utrzymuje dominującą - choć na szczęście nie monopolistyczną - pozycję wśród producentów. Rozbudowane laboratoria koncernu i szczerze finansowane współpracujące z nim ośrodki uczelniane generują wiele wynalazków i nowych technologii. Na pierwszy rzut oka: same sprzeczności. Koncern dysponuje nowinkami, niezbyt zwawo wdraża je do produkcji, a przy tym znakomicie

prosperuje na rynku, na którym - jak twierdzą - panują interesy użytkowników. W rzeczywistości jednak nie ma żadnej sprzeczności.

Użytkownik, ten który ma dostateczny potencjał ekonomiczny by narzucać swą wolę producentom komputerów, wcale nie jest zainteresowany nowinkami technicznymi jako takimi. Ten użytkownik jest zainteresowany wyłącznie rzeczywistym usprawnieniem działalności, która wykonuje. Tego użytkownika wcale nie obchodzi, jak jest zbudowany komputer, ile ma pamięci, i jakie w nim są kostki. Tego użytkownika obchodzi ile zaoszczędzi lub o ile zwiększy swój zysk instalując system przetwarzania informacji. Dodatkowo, interesuje go jaka ma gwarancję, że system będzie funkcjonować tyle godzin na dobę i tyle dób w roku, ile ma funkcjonować. I jeszcze to, czy dostawca umie szkolić osoby, które mają z systemem bezpośrednio współpracować, czy dostarcza właściwą dokumentację itd. No i czy jeśli za kilka miesięcy coś się zepsuje, a za kilka lat będzie się chciało coś zmienić, to czy dostawca będzie natychmiast gotów i zdolny pomóc.

Otóż IBM właśnie to wszystko sprzedaje. A żeby móc sprzedawać nie tylko system doskonale dopasowany do potrzeb użytkownika, ale także gwarancję bezpieczeństwa i komfortu, nie może sobie pozwolić ani na zbyt raptowane wdrażanie nowości niezintegrowanych z całą dotychczasową historią, ani na żadne próby zbyt radykalnego naginania sposobu użytkowania systemów do wymagań sprzętu. Aby zrozumieć istotę sukcesu koncernu IBM, trzeba



pojęć, że sprzedaje on godne zaufania usługi informatyczne, a komputery - tylko jako element tych usług.

Przykład drugi dotyczy tanich komputerów masowych. Znana firma, założona przez wybitnego wynalazcę, Clive'a Sinclaira, po okresie błyskotliwego rozwoju, finansowanego rozbudowanym przez tę firmę popytem na komputerowe zabawki, upadła i została wykupiona przez firmę Amstrad, kierowana przez handlowca, Alana Sugara. Amstrad odniósł sukces na rynku komputerowym nie dzięki wynalazkom, a dzięki doskonałemu rozpoznaniu potrzeb i możliwości potencjalnych klientów, oferując niezawodne, bardzo przydatne w prawie każdym domu komputerki do wygodnego pisania tekstów. W komputerkach Amstrada nie ma żadnych fajerwerków. Przeciwnie, są składane z najtańszych w danej chwili elementów. Ale zawsze są sprzedawane w komplecie wystarczającym do sprawnego i absolutnie niezawodnego wykonywania tych czynności, do których zostały pomyslane. No i kosztują znacznie taniej niż bardziej uniwersalne komputery, też używane przeważnie tylko do pisania tekstów.

Na masowym rynku pełno świetnych pomysłów, wiele tanich komputerów, które mogą robić i to, i tamto, i jeszcze owo. Tylko nie bardzo widać klientów indywidualnie zainteresowanych taką różnorodnością czynności. W życiu codziennym, różnorodnością wykonywanych czynności charakteryzują się nie poszczególne osoby, lecz zespoły. A komputer osobisty jest do użytku jednej osoby. Między uniwersalnością komputera jako typu, a specjalizacją urządzenia informatycznego pomocnego w pracy danej osoby jest gdzieś punkt równowagi. Znalazienie tego punktu wymaga wiedzy

wcale nie informatycznej, lecz handlowej; rozpoznania potrzeb rynku. I dlatego wynalazca Sinclair zrobił klapę, a handlowiec Sugar - fortunę. A poważnie, należy to rozumieć tak, że postawiona w sytuacji zupełnie swobodnego wyboru ekonomicznego społeczność użytkowników wybrała komputer pełniący wyraźnie określoną funkcję użytkową. I w tym przykładzie, empirycznie potwierdza się pogląd, że urządzenie jest wtórne względem funkcji.

Przedstawiwszy argumenty ogólne i zilustrowawszy je dwoma - mam nadzieję: ciekawymi - przykładami, czuję się w zupełności usprawiedliwiony przyjmując w dalszym ciągu pogląd, że wyznacznikami tendencji rozwojowych informatyki stosowanej będą nie tyle urządzenia, ile umiejętności ich użytkowania i możliwości zastosowań.

Nie oznacza to, że lekceważę uwarunkowania sprzętowe. Oczywiście, *brak urządzeń informatycznych wyklucza jakiegokolwiek zastosowania informatyki*. Podobnie, w przypadku uniezależnienia producentów urządzeń informatycznych od woli potencjalnych użytkowników wystąpi patologia rozwoju zastosowań, o trudnych do przewidzenia skutkach i objawach (jak dotąd, rozwój informatyki przebiega właściwie wyłącznie w warunkach ekonomicznego uzależnienia producentów od użytkowników; inne drogi rozwoju, jeśli nawet możliwe, musimy na razie traktować czysto spekulatywnie). W obydwu jednak przypadkach, zarówno niedostępności urządzeń, jak i dyktatu producentów urządzeń, mamy do czynienia z sytuacją tak anormalną, że wiedza i doświadczenia informatyka stają się bezużyteczne, a nawet bezprzedmiotowe. Obydwa

przypadki dotyczyć mogą bowiem tylko takich stosunków gospodarczo-społecznych, w których informacja nie ma realnej wartości ekonomicznej, albo takich, w których wartości ekonomiczne nie decydują o postępowaniu podmiotów działalności gospodarczej. Innymi słowy, zarówno brak sprzętu, jak i jego chroniczne niedostosowanie do wymagań aplikacyjnych, świadczą o tak głębokim rozstroju gospodarczym, że dole czy niedole zastosowań informatyki nie mają większego znaczenia.

Wydaje się, że dalszy postęp zastosowań informatyki będzie wyznaczać sukcesy (lub niepowodzenia) w rozwiązywaniu trzech wielkich problemów:

- (1) Opanowanie metod dobrego oprogramowania.
- (2) Opanowanie metod specyfikowania zadań i systemów.
- (3) Opanowanie zagadnień krotności.

Każdy z tych problemów (tu sformułowanych hasłowo) mógłby stać się przedmiotem sporej monografii. Nie są też one wcale tak ostro rozgraniczone, jak by się mogło wydawać z powyższego wyliczenia. Reszta niniejszego referatu poświęcimy omówieniu poszczególnych problemów 'wielkiej trójki'.

Najlepiej udokumentowany jest problem dobrego oprogramowania. Ponieważ poświęcono mu wiele artykułów a nawet książek, nie musimy tu przedstawiać jego różnorodnych aspektów. Przełomem w sposobie traktowania pojęcia 'dobry program' było upowszechnienie przekonania, że *dobry program to przede wszystkim program poprawny*, czyli spełniający specyfikacje, przy czym przez 'spełnienie specyfikacji' rozumie się spełnienie dobrze określonej relacji matematycznej. Przyjęcie tego kluczowego dla

naszych dalszych rozważań postulat metodologicznego pozwoliło rozwinać metody dowodzenia poprawności programów, a także - co znacznie ważniejsze z praktycznego punktu widzenia - metody programowania gwarantujące poprawność programów na mocy konstrukcji.

Okazało się przy tym, że zalecane od wielu lat przez czołowych metodologów techniki poprawnego programowania, takie jak używanie instrukcji strukturalnych, unikanie skoków, konsekwentna modularyzacja itd., znajdują pełne uzasadnienie w świetle analitycznej teorii poprawności programów. W ten sposób, badania teoretyczne nie tylko stworzyły jednolita, ścisła bazę koncepcyjną wielu pojęć używanych uprzednio w sposób intuicyjny, ale także wyjaśniły, dlaczego pewne techniki postępowania programistycznego prowadzi do lepszych niż inne programów. Kosztem pewnej matematyzacji pracy programistów osiągnięto więc znaczny postęp zarówno pojęciowy, jak i metodologiczny.

Osiągnięcia w metodologii programowania nie pozostały bez konsekwencji dla konstrukcji narzędzi pracy programistów. Pojawiły się nowe języki programowania mocno osadzone w nowych realiach współczesnej wiedzy o procesie programowania, zaczęto atestować translatory (dając ich użytkownikom nie *duże prawdopodobieństwo*, lecz *pełność* poprawnej pracy), zestaw narzędzi ekranowych wzbogacono o edytory strukturalne i systemy wspomagające, a nawet automatyzujące dowodzenie poprawności programów.

Jeśli cofniemy się myślą wstecz, do lat dominacji programowania w kodzie maszynowym, bez trudu zobaczymy, jak wielkiego

dokonano postępu. Jednocześnie, nie unikniemy spostrzeżenia, że wszystkie osiągnięcia w tej materii, od budowy translatorów do ścisłej analizy semantyki programów, zawdzięczamy matematyzacji, albo jeśli kto woli - formalizacji obowiązującego pojęcia.

Jednakże, daleko nie wszystko zostało już zrobione. O ile umiemy sobie radzić z niewielkimi programami (powiedzmy z 'wnętrzami' modułów), o tyle układanie wielkich programów nadal nastrecza wiele trudności. Podobnie, względnie dobrze opanowane zostało programowanie sekwencyjne, podczas gdy programowanie systemów współbieżnych ciągle nastrecza trudności dość podstawowego charakteru. Nie trudno dostrzec, że aczkolwiek wymieniamy te trudności pod nagłówkiem problemu (1), wiążą się one bardzo ściśle z pozostałymi dwoma problemami.

Istotnie, fundamentalne trudności pisania wielkich programów wynikają z dwu źródeł: ich specyfikacje są na ogół znacznie mniej dokładne niż specyfikacje małych programów, a ponadto wielkie programy prawie zawsze wiążą się z krotnościami dwójakiego rodzaju: w systemach, dla których się je tworzy z reguły mamy do czynienia z tą czy inną postacią nieusuwalnej współbieżności zjawisk, a ponadto programy tej klasy są zazwyczaj pisane przez wiele osób naraz.

Zagadnieniem specyfikacji zajmiemy się nieco dalej. Teraz zasygnalizujemy tylko, że w bardzo wielu praktycznie ważnych dziedzinach specyfikacje są nie tylko nieprecyzyjne, ale także płynne w tym sensie, że ulegają zmianie w trakcie pracy nad programem, albo tuż po jej ukończeniu, często wprost na skutek

rozpoczęcia eksploatacji systemu zgodnego z poprzednią wersją specyfikacji.

Współdziałanie wielu osób przy realizacji jednego wielkiego programu kryje w sobie niezmiernie węższe możliwości nieporozumień, niezgodności i opuszczeń. Trudności tych nie daje się uniknąć bez narzucenia rygorystycznej dyscypliny, tak drobiazgowej, że jej przestrzeganie przez uczestników kolektywnego przedsięwzięcia jest praktycznie niemożliwe, a w każdym razie niezwykle uciążliwe.

Połączenie tych dwu aspektów pracy nad stworzeniem wielkiego programu: płynności specyfikacji i wzajemnych uwarunkowań pracy zespołowej prowadzi do apokaliptycznego skomplikowania pracy. W trakcie trwającej nieraz kilka lat pracy powstają dziesiątki wariantów rozwiązań poszczególnych modułów, oddzielne moduły pisane są w różnych językach, często przy różnych założeniach co do zasad współpracy z innymi modułami, a nawet z systemem zarządzania. Bardzo często zdarza się, że w trakcie opracowywania takiego programu pojawiają się nowe elementy sprzętowe systemu, które z tych czy innych względów należy uwzględnić. Wszystko to stwarza niezwykle skomplikowaną sieć powiązań logicznych i uwarunkowań typu "jeśli moduł X będzie w wariantcie N, to moduły Y i Z muszą być w wariantcie B, zaś moduł M należy zastąpić połączeniem modułów K i L w wariantach C i D'.

Nie trudno zgadnąć, że jedyną drogą umożliwiającą skuteczne prowadzenie prac programistycznych w takich warunkach jest stworzenie wydajnie zautomatyzowanego środowiska, które

przejmuje na siebie ciężar zapewnienia zgodności różnych wersji i wariantów, pilnowania, żeby rozdane zadania cząstkowo były realizowane i weryfikowane zgodnie z ustalonymi dla nich kryteriami poprawności itp. Tego rodzaju środowiska - zasady ich tworzenia i eksperymentalne realizacje - znajdują się obecnie w centrum uwagi przodujących firm-software'owych.

Nie są to produkty małe ani tanie. Eksperymentalne środowisko programistyczne ISTAR opracowane przez brytyjską firmę Imperial Software Technology liczy ok. 10 mln instrukcji i wymaga co najmniej 100 MB pamięci dyskowej. Zależnie od zakresu zakontraktowanych przez nabywcę usług kosztuje od 300 tys. do 3 mln. funtów. Klienci czekają w kolejce, trwają prace nad nowymi wersjami ISTARu, m.in. nad przygotowaniem specjalnych stanowisk pracy dla programistów: kompletów, składających się ze specjalnego komputera z ogromnym, kolorowym ekranem graficznym, szybkim procesorem i bardzo pojemnym dyskiem typu winchester. Mimo szacowanego na 50 - 100 tys. funtów kosztu sprzętowego wyposażenia takiego stanowiska pracy, gros kosztów środowiska stanowić będzie jego oprogramowanie: rozproszona wersja ISTARa.

Mimo tak wielkich kosztów, *środowiska programistyczne stanowią jeden z najważniejszych kierunków rozwoju informatyki stosowanej*. Prace programistyczne nie mogą na dłuższą metę rozwijać się w technologiach ekstensywnych, pracochłonnych. Tak jak wszystkie działy przemysłu muszą przejść na technologie intensywne, kapitałochłonne. Inaczej czeka je blokada rozwoju, wynikająca z coraz ostrzejszego deficytu kwalifikowanych pro-

gramistów i ugrzeźnienia w chaosie nieskoordynowanych zadań cząstkowych.

Co do konieczności stosowania środowisk programistycznych nikt z autorytetów inżynierii oprogramowania nie ma większych wątpliwości, tak samo jak np. nikt nie wątpi, że wydajna praca programisty nie jest możliwa bez dostępu do dobrego translatora. Ale też nikt ze specjalistów nie głosi, że środowiska programistyczne rozwiąza wszystkie problemy. W szczególności, udana konstrukcja samych środowisk zakłada prawidłowe rozwiązanie problemów specyfikacji i krotkości, a także odkrycie istotnych praw rządzących procesem programowania.

Co do problemu specyfikacji, to nie da się go omówić nie poświęciwszy nieco uwagi filozofii tego zagadnienia.

Już w początkowych latach stosowania komputerów zauważono istotną różnicę w jakości oprogramowania służącego do rozwiązywania zadań z nauk ścisłych i techniki z jednej strony i zadań dotyczących innych typów działalności. O ile np. dla fizyki czy budowy mostów dość szybko powstały w miarę powszechnie stosowane biblioteki procedur obliczeniowych i prawie wszyscy użytkownicy maszyn liczących posługiwali się tymi samymi algorytmami funkcji elementarnych, o tyle prawie każde przedsiębiorstwo stosowało odmienne programy sporządzania listy płac i tworzyło własne systemy gospodarki materiałowej.

W miarę upływu czasu i rozwoju zastosowań, narastało ogólne niezadowolenie z jakości oprogramowania; coraz bardziej narzekano na nieterminowość zespołów programujących, coraz częściej



klienci byli niezadowoleni z tego, co im programiści dostarczali. Bliższa analiza tego zjawiska, ochrzczonego mianem *kryzysu oprogramowania*, wykazuje jednak, że wśród niezadowolonych stosunkowo niewiele było klientów reprezentujących nauki ścisłe.

Z drugiej strony, publikowane w literaturze przykłady konstrukcji pięknych programów dotyczyły prawie wyłącznie zadań bardzo precyzyjnie wyrażonych w ściśle matematycznych kategoriach. Krytycy naukowych, precyzyjnych metod programowania, korzystając z faktu, że zwolennicy takich metod używają nazwy *metody formalne*, uznali za stosowne stwierdzić, że metody formalne nadają się tylko do zadań małych. Rozpowszechniło się więc przekonanie, że małe zadania można rozwiązywać metodami formalnymi, a dla wielkich potrzebne są inne, nieformalne metody.

Natura problemu polega jednak na czymś zupełnie innym.

Program komputerowy jest z istoty rzeczą *tworem formalnym*, tj. obiektem nie posiadającym żadnych innych własności, poza tymi, które przy pomocy jednoznacznych reguł można wyprowadzić z wyraźnie sformułowanych zasad. Nawet sam wynik wykonania programu dla konkretnych danych jest taką właśnie własnością. Jeśli sformułowanie problemu też jest tworem formalnym (w wyżej podanym sensie), wówczas przekształcenie sformułowania problemu w program jest przekształceniem jednego formalnego obiektu w inny. I choć nie zawsze jest to łatwe, a czasem nawet zgoła niemożliwe, to zawsze jednak takie *wyprowadzenie programu ze sprecyfikacji* można przedstawić jako ciąg dobrze

określonych przekształceń. (Zadania nierozwiązalne wymagają nieskończonego ciągu przekształceń.)

W ramach tego schematu można przedstawić wszystkie znane metody wyprowadzania programów (programowanie strukturalne, metode kolejnych uściśleń, programowanie zstępujące, metode Jacksona itp.) Jednocześnie, na wyprowadzenie programu można nałożyć różne ograniczenia, np. żądając, aby każda własność, przysługująca specyfikacji, przysługiwała też programowi (oczywiście po zastosowaniu tych samych przekształceń, które przetwarzają sama specyfikację w program), uzyskujemy schemat wyprowadzeń programów poprawnych itd.

Okazuje się więc, że powodzenie uznanych metod programowania opiera się na traktowaniu specyfikacji (sformułowania problemu) jako obiektu formalnego. Dla zadań matematycznych jest to oczywiste. Dla zadań dotyczących wielu innych interesujących dziedzin zastosowań - o wiele trudniejsze do przyjęcia.

Nauki ścisłe, takie jak je dziś znamy, są wynikiem wielowiekowego procesu tworzenia teorii przystosowanych do formalnego postępowania. Dlatego właśnie formalnie poprawne formułowanie zadań nie sprawia większych trudności w fizyce czy chemii. W konsekwencji, dla tych nauk potrafimy budować dobre oprogramowanie.

Inaczej, niestety, wygląda sprawa wtedy, gdy przystępujemy do specyfikowania zadań w dziedzinach, które nie wykształciły jeszcze teorii pozwalających na formalne postępowanie. Proces budowy specyfikacji staje się de facto procesem budowy

częściowej przynajmniej teorii takiej dziedziny. I o ile droga od formalnej specyfikacji do programu - przynajmniej w zasadzie - podlega obliczalnym regułom postępowania, o tyle proces tworzenia teorii, czyli proces pisania specyfikacji zadań, takich reguł nie zna i znać nie może.

Istotnie, dwa formalne obiekty można powiązać relacją (np. dowodem poprawności), która - przynajmniej w praktycznie interesujących przypadkach - jest obliczalna. Stąd, m.in., wynika całkowity bezsens stosowania empirycznych środków sprawdzania poprawności programów (równie 'uzasadnionych', co np. doświadczalne sprawdzanie twierdzenia Pitagorasa!). Natomiast poprawności teorii względem dziedziny świata rzeczywistego, która ma opisywać, nie da się, niestety, udowodnić w matematycznym sensie tego słowa. Weryfikacja teorii, pomijając pewne sytuacje specjalne, kiedy to badamy jej zgodność z innymi teoriami, chwilowo uznawanymi za 'prawdziwe', musi obejmować postępowanie eksperymentalne. Doświadczenie, którego wynik jest niezgodny z teorią, obala ją, albo przynajmniej poważnie nadwiera jej wiarogodność. Najdłuższy nawet program badań doświadczalnych, których wyniki są zgodne z teorią, nie dowodzi jeszcze jej poprawności. Dziedziny świata rzeczywistego, w przeciwieństwie do dziedzin matematycznych, nie są bowiem obiektami formalnymi i wcale nie wszystkie ich właściwości wpływają na mocy przyjętych reguł z przyjętych zasad.

Tak więc, problem konstruowania dobrych specyfikacji jawi się nam w dwójce postaci: muszą one być na tyle formalne, by pozwalały na wyprowadzanie programów (tj. by można zastosować

metodologicznie uzasadnione techniki programowania) i na tyle zgodne z dziedziną zastosowania, by można na nich polegać.

Uświadomiwszy sobie tę podwójną trudność problemu specyfikacji, możemy zapytać, jaki ma to związek z rozwojem zastosowań informatyki? Odpowiedź składa się z kilku części.

Po pierwsze, ogromna większość zastosowań informatyki dotyczy dziedzin, które nie mają dobrych teorii formalnych. Jeśli chcemy dla takich zastosowań tworzyć dobre oprogramowanie, musimy dla nich budować specyfikacje, tworząc de facto formalne teorie tych dziedzin. Innej drogi po prostu nie ma. W tych więc dziedzinach, problem specyfikacji stoi przed nami w całej rozciągłości, ułomności istniejącego oprogramowania i trudności jego budowy prawie zawsze zaczynają się w momencie zlekceważenia jednego (lub obu!) aspektów problemu specyfikacji.

Po drugie, należy się liczyć z intensywnym rozwojem środków językowych ułatwiających wyrażanie formalnych specyfikacji. Pojawiają się liczne języki pisania specyfikacji, takie jak np. Clear, Iota, Z, Larch. Pojawiają się też bardziej rozbudowane systemy, jak np. VDM, pozwalające nie tylko specyfikować, lecz także przekształcać specyfikacje formalne. Obejmując zakres swych zastosowań znaczną część drogi od abstrakcyjnej specyfikacji do programu, systemy takie w istotny sposób upraszczają stosowanie metodologicznie poprawnych technik postępowania programistycznego. W wielu ośrodkach tworzy się obecnie systemy oprogramowania warsztatowego, ułatwiające pisanie i operowanie na formalnych specyfikacjach. Wielkie programy badawcze w zakresie informatyki (takie jak program

Esprit krajów EWG, czy program Alveya w Wielkiej Brytanii) wyraźnie faworyzują ten typ badań i konstrukcji. Ich uzupełnieniem są programy badawcze tworzenia systemów przekształcania programów z zachowaniem ich treści, np. system CIP Uniwersytetu Technicznego w Monachium.

Należy zauważyć, że korzystanie ze środków ułatwiających i wspomagających pisanie formalnych specyfikacji stawia przed programistami nowe wymagania: muszą oni w pewnym przynajmniej stopniu opanować matematyczne podstawy nowoczesnej teorii programowania. Wynikają z tego określone zadania dla szkolnictwa, a także konieczność intensywnego dokształcania programistów już pracujących. Zaniedbanie tego uniemożliwi korzystanie ze środków, których stosowanie wydatnie ułatwia pisanie specyfikacji - coraz bardziej centralny aspekt wdrażania informatyki.

Po trzecie, przed praktyką informatyki staje problem treściowej weryfikacji specyfikacji, tj. wiarygodnych środków sprawdzania ich zgodności z wyobrażeniami o dziedzinie. Jeszcze inaczej powiedziawszy, musimy nauczyć się metod *doświadczalnego sprawdzania specyfikacji*.

Dwa nader interesujące kierunki badań przynoszą już wyniki w tym zakresie. Znaczne zainteresowanie tzw. *programowaniem w logice* (Prolog i podobne języki) wynika właśnie stąd, że traktuje ono program jako opis problemu, albo, dualnie, że opis problemu, wyrażony w pewnym formalizmie, pozwala ono traktować jako program i - choć niezbyt sprawnie - wykonać. Można w ten sposób weryfikować skutki opisu, a więc doświadczalnie sprawdzać jego wierność względem wyobrażeń o opisanej

dziedzinie. Podobny charakter mają badania nad możliwościami tzw. *szybkiego makietowania* (rapid prototyping), tj. szkicowego przekształcania specyfikacji w 'chodzący' program. Budując taką makietę stosuje się postępowanie zachowujące zgodność programu z głównymi cechami specyfikacji, pomijając troskę o sprawność, niezawodność itp. cechy programu. Badając działanie programu-makiety weryfikuje się poprawność specyfikacji względem dziedziny zastosowań. Obydwa te kierunki badań są już przekształcane w użyteczne systemy wspomagania programowania, ich zastosowanie ogromnie skraca czas weryfikacji specyfikacji a przez to pozwala na znacznie wszechstronniejsze badanie ich jakości. Ponieważ badanie jakości specyfikacji poprzedza kosztowny proces wyprowadzenia ostatecznej postaci programów, znacznie zmniejsza się ryzyko poniesienia strat wynikających z uruchomienia systemów niezgodnych z oczekiwaniami, choć całkowicie zgodnych z (niezweryfikowaną) specyfikacją.

Po czwarte wreszcie, daje się zaobserwować bardzo intensywne poszukiwanie takich fragmentów dziedzin zastosowań, dla których można zbudować dostatecznie dobre parametryczne teorie-specyfikacje. Chodzi tu np. o wyodrębnienie z rozległej dziedziny księgowości tych działań, które w mało różniacej się postaci występują we wszystkich lub prawie wszystkich systemach finansowych. Dla tak wyizolowanych poddziedzin buduje się programy, które po prostym wprowadzeniu kilku czy kilkunastu parametrów będą przydatne dla prawie każdego użytkownika zainteresowanego daną dziedziną. W ten właśnie sposób powstają pakiety software'owe przeznaczone na rynek masowy. Powodzenie takich pakietów jest ogromne. Niektóre zostały sprzedane w

setkach tysięcy egzemplarzy, co pozwoliło wydatnie obniżyć cenę, a przez to wyraźnie rozszerzyć krąg użytkowników. Należy przypuszczać, że poszukiwanie takich uniwersalnych poddziedzin, ich specyfikowanie i budowa odpowiedniego oprogramowania będą i nadal odgrywać wielką rolę, zwłaszcza dla użytkowników mikrokomputerów.

Należy podkreślić, że sukces takiego podejścia do budowy oprogramowania (w tym przypadku całkowicie równoważny z sukcesem zastosowania) zależy od nienagannego wprost wyspecyfikowania problemu. Masowo sprzedawane oprogramowanie nie może być poprawiane ani uzupełniane *ex post*, chociażby ze względu na anonimowość nabywcy. Specyfikacja, której nietrafność wykaże dopiero plajta na rynku, to klęska, na którą trudno sobie pozwolić wtedy, gdy sprzedawany pakiet został nisko wyceniony w nadziei sprzedania pół miliona kopii!

Przechodząc do problemu krotności, chciałbym zwrócić uwagę na pewną metodologiczną trudność w jego ujmowaniu. Pół żartobliwie, należało by wręcz zapytać, czy *krotność* to problem, czy rozwiązanie problemu? Chodzi o to, czy wszelkiego rodzaju krotności, z jakimi mamy do czynienia we współczesnych systemach liczących (wielość procesorów, wielość współbieżnie wykonywanych programów, wielość komputerów połączonych siecią itd.), stanowią środki rozwiązywania zadań lub choćby środki usprawniające tę czynność, czy też owe krotności stwarzają trudności, które należy dopiero przezwyciężyć przy rozwiązywaniu zadań, albo same w sobie stanowią problem do rozwiązania.

Sprawa nie jest tak prosta, jak mogło by się wydawać na pierwszy rzut oka. Zilustrujmy to przykładem.

Wiadomo, że nie istnieje algorytm podziału dowolnego programu na części, które można wykonywać niezależnie. Nie można więc żywić nadziei, że kiedykolwiek będziemy w stanie całkowicie wyeliminować konieczność świadomego aranżowania rozwiązania w postaci współbieżnych procesów obliczeniowych.

Oczywiście, zastrzeżenie to nie dotyczy specjalnych klas problemów, np. niektóre problemy numeryczne (takie, jak większość zadań macierzowych) charakteryzują się budową wewnętrzną pozwalającą na algorytmiczną aranżację w postaci równoległych procesów obliczeniowych i to praktycznie dowolnej krotności. Można więc budować niesłychanie sprawne *układy systoliczne* do rozwiązywania takich zadań, a także stosować nieco bardziej uniwersalne, choć - per saldo - mniej efektywne *procesory macierzowe* czy *wektorowe* i zawierające je superkomputery typu Cray.

Podobnie, formułując problemy w postaci uproszczonych formuł rachunku logicznego (tzw. klauzul Horna) - co stanowi istotę najbardziej rozpowszechnionej wersji programowania w logice (Prolog), uzyskujemy możliwość swobodnego korzystania z dostępnej równoległości torów obliczeniowych sprzętu. To właśnie spostrzeżenie leży u podstaw architektury tzw. *komputerów piątej generacji*, pomysłanych jako rozwiązanie trapiącego japoński przemysł elektroniczny problemu nadprodukcji układów liczących. W tym samym kierunku idą pomysły proponentów tzw. *programowania funkcjonalnego*.



Pozostając jednak przy tradycyjnym poglądzie na uniwersalność sprzętu liczącego, tj. obstając przy tym, że przechodząc do kolejnego zadania, nie mamy zamiaru zmieniać komputera, nie możemy lekceważyć faktu, iż uwzględnienie potencjalnych możliwości krotnego sprzętu *wymaga dodatkowego wysiłku przy programowaniu*. Tak więc, przynajmniej wtedy, gdy chcemy zachować uniwersalność komputera, korzystanie z jego krotności jest okupione dodatkową pracą człowieka. Tego rodzaju zależność zawsze dotąd w informatyce świadczyła o jakimś zasadniczym błędzie w sztuce, jak bowiem pamiętamy, komputery są po to by ułatwiać pracę, nie zaś po to, by wkładać dodatkową pracę w celu ich 'wykorzystania'.

Znaczenie dylematu krotności zaczyna docierać do producentów sprzętu komputerowego. Firma Inmos, twórca i producent wielce sprawnego układu do budowy silnie równoległych komputerów, transputera, lansuje język Occam, pomyślany jako język programowania współbieżnego. Podstawowe koncepcje Occama wywodzą się z Hoare'owskiej koncepcji komunikujących się procesów sekwencyjnych. Współbieżność programów pisanych w Occamie jest więc całkowicie zależna od ręcznej aranżacji. Jedyne narzędzia specjalne, jakich programiście dostarcza ten język, to mechanizmy synchronizacji, polegające na nadzorowanej i bezpiecznej transmisji komunikatów między strumieniami obliczeń. Jest to koncepcja bezpieczna, ale i w niej krotność jawi się jako problem, lub co najwyżej - surowy 'materiał', z którego programista ma dopiero zbudować użyteczne rozwiązanie. Tym nie mniej, jest to przykład ogromnego kroku naprzód, jaki dokonał się w poglądach producentów sprzętu: rozumieją już oni, że

powodzenie sprzętu zależy od jego akceptacji przez programistów, że nie mogą już nikogo zmusić do używania tego czy innego sprzętu. Mariaż transputera z Occamem świadczy o uznaniu konieczności prezentowania sprzętu *łącznie z atrakcyjnymi środkami jego użytkowania.*

Problem, czy można liczyć na silniejsze niż wymiana komunikatów środki synchronizacji w językach programowania, jest nadal otwarty. Niektóre języki, tworzone specjalnie dla użytkowników wyraźnie zainteresowanych rozbudowanymi systemami współbieżnymi, takie jak Chill i Ada, mają tych mechanizmów bardzo wiele, jednakże przyjęcie ich przez użytkowników jest dość oziebłe. Być może język Modula-2, leżący gdzieś w połowie drogi między spartańską zwięzłością Occama a barokowym rozgadaniem Ady, zyska taką sympatię programistów modularnych systemów krotnych, jaką wśród programistów procesów sekwencyjnych cieszy się Pascal.

Jedną z niewielu rzeczy, które można dość bezpiecznie przewidzieć, jest dalszy i coraz intensywniejszy rozwój sieci komputerowych. Co więcej, wygląda na to, że sieci te będą nie tylko zupełnie heterogeniczne (zarówno pod względem typów partycypujących komputerów, jak i ich klas), lecz także iż będą obejmować, obok komputerów, wiele typów innych urządzeń przechowywania i transmisji informacji. W zasadzie już dziś można powiedzieć, że nie ma wyraźnego rozgraniczenia między usługami, jakie świadczy sieć łączności i sieć komputerowa. W niedalekiej zapewne przyszłości dołączą do nich sieci rozpowszechniania informacji tekstowej, graficznej, dźwiękowej i,

rapone, wizualnej (televizji). W każdym razie, poważne koncesyjne telekomunikacyjne i komputerowe z wielkim rozmachem podążają prace nad oprogramowaniem tego rodzaju sieci informacyjnych. Wtórąją im banki i inne instytucje finansowe: obieg pieniądza, udzielanie kredytu i płatność należności coraz bardziej stają się kwestia wprowadzenia odpowiedniej informacji do sieci. Jak mało która dziedzina życia cywilnego, łączność, usługi informacyjne i finanse zmieniają swoje oblicze pod wpływem zastosowań informatyki.

Ogrom środków finansowych, którymi dysponują te dziedziny gospodarki, zatrudniające w krajach do końca uprzemysłowionych gros pracowników, pozwala im na szczodre finansowanie badań i odważne wprowadzanie eksperymentalnych systemów. W wielu przypadkach eksperymenty okazują się niezwykle udane. Dla przykładu można wymienić komputeryzację pracy redakcji i szeferni gazet, pozwalająca praktycznie wyeliminować potrzebę zatrudniania niemerytorycznych pracowników wydawnictwa, tj. zmniejszyć globalne zatrudnienie o ponad połowę, systemy elektronicznego przekazywania pieniędzy (EFT), pozwalające obciążać konto nabywcy i zwiększać stan konta sprzedawcy w momencie dokonywania transakcji (np. regulowania rachunku w kasie sklepowej) i tym samym wyzwalające znaczne sumy dotychczas nie pracujące dla gospodarki w czasie tranzytu itp.

Fuzja informatyki z łącznością stanowi niezwykle silny czynnik kształtowania nowej cywilizacji. Generalnie powoduje ona wydatne polepszenie usług przy jednoczesnym wyraźnym zmniejszeniu zużycia zasobów wyczerpywalnych - materiałów i energii.

Wynika stąd absolutna nieodwracalność tego kierunku ewolucji cywilizacyjnej. Sieci informatyczne odegrały taką samą rolę jak niegdyś koleje żelazne i druk razem wzięte. Dla informatyki oznacza to stałe i niezwykle bogate źródło finansowania jej rozwoju, ale i przyczynę stałych trudności.

Na zakończenie omawiania problemów krotności, chciałbym wspomnieć o jednym jeszcze aspekcie, niezwykle ważnym, a często lekceważonym w początkowych, entuzjastycznych etapach tworzenia sieci. Chodzi o fundamentalną różnicę między indywidualnym używaniem osobistego komputera, a indywidualnym charakterem realizowanych przy jego pomocy funkcji.

Istnieją, oczywiście, pewne, niezbyt co prawda liczne, przypadki, w których obydwa zakresy indywidualizacji pokrywają się. Nawet jeśli taki zupełnie indywidualny komputer jest przyłączony do sieci, nie koniecznie musi to pociągać upublicznienie realizowanych przy jego pomocy funkcji. W szczególności, bez trudu można sobie wyobrazić całkowicie indywidualne użytkowanie osobistego komputera, przy którym sięga się do publicznych zasobów informacji, w niczym nie zmieniając ogólnych warunków pracy pozostałych abonentów sieci, ani treści dostępnej im informacji. W ogromnej jednak większości przypadków, mimo indywidualizacji form korzystania z przyłączonego do sieci komputera osobistego, realizowane przy jego użyciu funkcje wywierają wpływ na szersze otoczenie. Czasem jest to zamierzonym skutkiem działania, często jednak - skutkiem zupełnie nieprzewidzianym, a nawet przeciwnym intencjom użytkownika.

Problem ten jest szczególnie poważny wtedy, gdy sieć komputerowa łączy, albo obejmuje, pewną liczbę komputerów osobistych, używanych przez osoby zatrudnione w jednej instytucji, siła rzeczy korzystające - świadomie lub nie - ze wspólnych zasobów informacji. Indywidualizacja form korzystania z komputera osobistego wykształca u użytkowników poczucie fałszywego bezpieczeństwa informacyjnego, wyrażające się przesvědzeniem, że ma się pełną kontrolę nad wszystkimi zasobami komputera, zarówno sprzętowymi, jak i informacyjnymi. Tymczasem - nawet jeśli pracuje się tylko na 'własnych' kopiach zbiorów informacyjnych - można przyczynić wielu kłopotów całemu zespołowi wtedy, gdy nie dbając o aktualność pobranych kopii generuje się informacje wyjściowe (wyniki) rzekomo poprawne, a w rzeczywistości niekoniecznie zgodne z tymi, jakie uzyskałby inny użytkownik, stosujący te same algorytmy do swoich kopii zbiorów informacyjnych. Jeszcze groźniejsze mogą być skutki aktywnego korzystania z ogólnie dostępnych zbiorów informacji.

To, że współbieżna krotność korzystania z zasobów informacyjnych kryje w sobie poważne niebezpieczeństwo, było od dawna plagą wielodostępnych baz danych. Rozszerzenie zasady współbieżności na sieciowe konfiguracje komputerów osobistych, ogromnie zwiększając stopień indywidualizacji sposobu korzystania ze wspólnych zasobów, bardzo poważnie komplikuje ten problem, nie tylko w płaszczyźnie technicznej, lecz także - w psychologicznej. Ten ostatni aspekt nabiera szczególnej ostrości wtedy, gdy sieć powstaje przez połączenie uprzednio rozłącznych komputerów osobistych, których użytkownicy nie są przyzwyczajeni do respektowania nadrzędnej dyscypliny.

Jak się wydaje, rozwiązaniem tego problemu będzie odejście od koncepcji czysto łącznościowej funkcji sieci, w każdym razie w kontekście informatyki profesjonalnej, na rzecz rozproszonych systemów przetwarzania informacji, albo sieci z wyraźnie zaznaczoną funkcją koordynacyjno-kontrolną.

dr inż. Piotr ZASKÓRSKI

## PRZEGLĄD METOD PROJEKTOWANIA SYSTEMÓW INFORMATYCZNYCH ZARZĄDZANIA

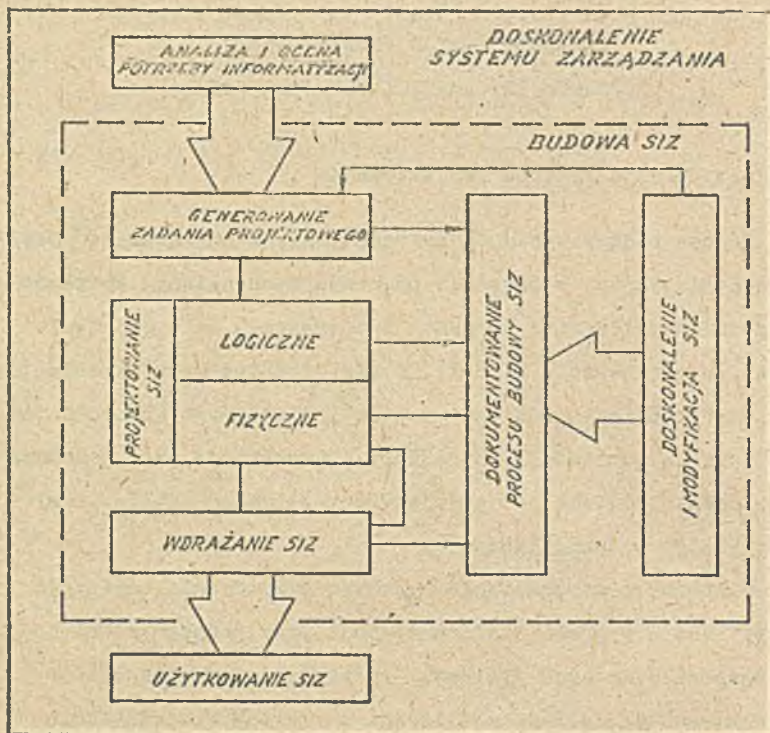
### 1. Identyfikacja procesu projektowania

Proces budowy systemów informatycznych zarządzania /SIZ/ umiejscowiony jest w obszarze procesów doskonalenia systemów zarządzania metodami i środkami informatyki. Umiejscowienie procesu projektowania SIZ /3, 5/ jest istotne przy określaniu jego struktury czynnościowej a więc i dla samego doboru metod oraz technik realizacji. Struktura czynnościowa jest podstawą organizacji podmiotu projektującego w zakresie analizy i syntezy przedmiotu projektowania.

W obszarze doskonalenia systemów zarządzania następuje identyfikacja potrzeby informatyzacji jako jednego ze sposobów doskonalenia tych systemów. Potrzeba informatyzacji po wszechstronnej analizie możliwości i zakresu wykorzystania metod oraz środków informatyki przyjmuje status zadania projektowego /zakożeń projektowych/. Fazową strukturę procesu budowy SIZ wraz z jego umiejscowieniem prezentuje rys. 1.

Zadanie projektowe jest podstawą do rozpoczęcia procesu projektowania. Przyjmuje się, że proces projektowania kończy się z chwilą powstania modelu technologii systemu wraz z wytworzonym i przetestowanym produktem programistycznym. Ogólnie w procesie projektowania identyfikuje się fazę projektowania:

- logicznego /konceptyjnego/,
- fizycznego /technologicznego/.



Rys. 1. Fazowa struktura procesu budowy SIZ

Proces wdrażania SIZ jest fazą weryfikacji i sprawdzenia poprawności rozwiązań techniczno-technologicznych, a przede wszystkim ich zgodności z założeniami ujętymi w zadaniu projektowym.

Proces dokumentowania procesu budowy SIZ jest fazą współ-



bieżną ze wszystkimi zasadniczymi fazami procesu budowy SIZ. Dokumentowanie następuje sukcesywnie w miarę ustalonych potrzeb dla każdej fazy rozłącznie lub wg oddzielnych wymagań zależnych od trybu projektowania lub typu projektowanego SIZ.

Proces doskonalenia lub modyfikacji SIZ kojarzyć należy z potrzebą inicjowania procesu projektowania od podstaw, co powinno mieć swoje odzwierciedlenie w postaci aneksu do zadania projektowego lub całościowo zmienionej jego zawartości.

Wynikiem projektowania logicznego jest zvariantowana koncepcja SIZ natomiast wynikiem projektowania fizycznego winien być szczegółowy model technologii na poziomie założeń programowych, jego model użytkowy /oprogramowanie/ wraz z projektem i fizyczną postacią danych testowych. W fazie wdrażania SIZ mogą powstawać sytuacje wymuszające powrót do fazy projektowania fizycznego.

Proces projektowania SIZ jest silnie warunkowany właściwościami przedmiotu projektowania /5/. Typ projektowanego systemu głównie w aspekcie trybu przetwarzania, zakresu zadaniowego a także samego modelu użytkowania silnie wpływają na strukturę operacyjną procesu projektowania. Przedmiotem dalszych rozważań będzie zunifikowany proces projektowania SIZ obejmujący pełne i spójne fazy działalności zespołów projektowych w aspekcie wykorzystywanych metod i technik.

Metody i techniki projektowania SIZ uzależnione są w dużym stopniu od właściwości dostępnych w danym etapie rozwoju narzędzi technicznych i technologicznych. Rozwój technik i metod projektowania SIZ ewoluuje bowiem od projektowania stacjonarnych, wsadowych systemów aż po projektowanie dziedzinowych, obiektowych i interakcyjnych systemów. Oznacza to ewolucję od przetwarzania pasywnego do przetwarzania aktywnego.

## 2. Etapy rozwoju warsztatu projektanta

Historycznie warsztat projektanta nadążał za warunkami techniczno-technologicznymi. Daje się w tym rozwoju wyróżnić kilka etapów:

- a/ analogii z innymi obszarami projektowymi,
- b/ formalizacji dokumentacyjnej,
- c/ poszukiwania specyficznych metod projektowych,
- d/ komputerowego wspomagania projektowania,
- e/ tworzenia "nitek" projektowo-technologicznych,
- f/ automatyzacji wybranych obszarów projektowania.

Pierwsze próby projektowania SIZ na bazie KMC rodziny ZAM-41, MINSK-22 a potem ODRA-1300 bazowały przede wszystkim na metodach analogii z innymi obszarami działań projektowych. Przejmowano wówczas sposób i zakres działania z obszaru projektowania technicznego. Przykładem jest tutaj częste odwoływanie się do cyklu projektowego i inwestycyjnego w budownictwie. W tym też okresie powstał istotny problem sposobu i formy dokumentowania. Sposób dokumentowania wytworów projektowania technicznego nie był adekwatny do potrzeb dokumentowania projektowania SIZ. Stąd też kolejnym stadium rozwojowym stało się sformalizowanie zawartości podstawowych dokumentów projektowych. Pierwsze dwa etapy mają całkowite odzwierciedlenie w ogólnosiwiatowym trendzie rozwojowym metod projektowania SIZ.

Trzeci etap rozwoju warsztatu projektanta wiązał się z poszukiwaniem specyficznych metod projektowych SIZ /3/. Stwierdzono wówczas, że projektowanie logiczne SIZ jest strukturalnie bliskie projektowaniu organizacji natomiast projektowanie fizyczne można wspomagać metodami projektowania tech-

nicznego. Powstały wówczas dwie generalne koncepcje metodyczne:

- metodyka projektowania diagnostycznego,
- metodyka projektowania prognostycznego.

Metodyka projektowania diagnostycznego zwana metodyką wzorca uczącego eksponowała etap analizy istniejącego systemu i przeznaczona była głównie dla początkujących w informatyce zespołów projektowych.

Metodyka prognostyczna zwana inaczej metodyką wzorca idealnego wymagała od zespołów projektowych odpowiedniego stopnia sprawności myślenia syntetyzującego bazującego na zdobytym doświadczeniu. Obie metodyki stanowiły pewną ideę sposobu postępowania. W szczegółowych problemach sięgały jednak po ten sam zbiór metod specyficznych przydatnych do rozwiązania konkretnych zadań projektowych.

Czwarty etap rozwoju warsztatu projektanta kojarzy się z powstawaniem tzw. języków opisu problemu bazujących na idei projektowania strukturalnego oraz ich analizatorów /1/. Przedmiot projektowania przestaje być traktowany jako "czarna skrzynka" /2/. Określa się strukturę czynnościową i operacyjną procesu projektowania dostosowując określoną organizację podmiotu projektującego i dobierając metody realizacji określonych faz, etapów i czynności projektowych. Początkowe systemy komputerowego wspomagania projektowania /KWP/ SIZ odnoszą się głównie do sposobu specyfikacji opisu systemu i jego dokumentowania. W miarę rozwoju KWP następuje rozszerzenie ich obszaru funkcjonalnego głównie w kierunku analizy logicznej projektowanego systemu oraz w kierunku generowania opisów fizycznych systemu stanowiących przesłankę do automatyzacji wybranych obszarów procesu projektowania.

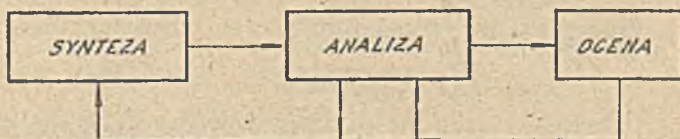
Piąty etap rozwoju wiąże się z wprowadzeniem do praktyki projektowej sprzętu mini- i mikrokomputerowego oraz potrzebą budowy tzw. systemów obiektowych przejmujących niektóre funkcje dotychczasowych systemów eksploatowanych na dużych EMC bądź też stanowiących swoiste źródło wstępnie przetworzonych danych dla systemów wyższej hierarchii. Powstaje wówczas problem spójności zadaniowej i technologicznej powstających projektów oraz możliwości zdyskontowania dotychczasowych wyników projektowych. Specyfika przedmiotu projektowania jakim są obiektowe SIZ oraz dostępne narzędzia technologiczne wskazują na możliwości połączenia klasycznych systemów KWP w spójne tzw. "nitki" technologiczne. Powstaje pojęcie maszyny technologicznej na której prowadzi się cały proces projektowania niezależnie od typu sprzętu przewidzianego do eksploatacji SIZ, posługując się technikami emulacyjnymi lub układowymi. "Nitki" technologiczne stanowią próby połączenia właściwości języków opisu problemu z uniwersalnymi lub rodzajowymi narzędziami standardowymi w postaci systemów, baz danych lub pakietów oprogramowania organizacyjnego itp.

Szósty etap rozwoju warsztatu projektanta podobnie jak ostatnie dwa są w stanie ustawicznego doskonalenia istniejących metod i technik. Jest to stadium pod względem problemowym najtrudniejsze z uwagi na stopień unifikacji proponowanych rozwiązań. Analiza możliwości automatyzacji procesu projektowania wskazuje, że automatyzacja całego procesu projektowania SIZ jest przedsięwzięciem bardzo złożonym i dość odległym w realizacji. Stąd też zmierza się do automatyzacji wybranych czynności projektowych bazując głównie na technikach generatorem lub standardowych narzędziach specyfikacji funkcji systemu i generowania rozwiązań na bazie modeli formalnych lub symulacyjnych.

Informatyka światowa bazuje w chwili obecnej powszechnie na systemach KWP SIZ. Etap tworzenia "nitek" technologicznych i automatyzacja procesu projektowania są w stanie intensywnego rozwoju i rozpowszechniania. Informatyka krajowa w dość wolnym tempie nadąża za trendem ogólnoswiatowym, ale głównie w aspekcie konsumowania kolejnych rozwiązań - wykazując dość słabą aktywność w rozwoju lub wytworzeniu własnych propozycji.

### 3. Metody tradycyjne

Jak już wspomniano w etapach rozwoju warsztatu projektanta w tradycyjnym projektowaniu dominują dwie zasadnicze metody, a mianowicie metoda diagnostyczna i metoda prognostyczna. W obydwu metodach obowiązuje zasada triady w postaci: analiza-synteza-ocena, przy czym w metodzie diagnostycznej zachowany jest powyższy układ kolejności natomiast w metodzie prognostycznej noszącej znamiona podejścia systemowego obowiązuje układ w postaci synteza-analiza-ocena. Istotę podejścia systemowego ilustruje rys. 2.



Rys. 2. Idea metody prognostycznej

W metodzie diagnostycznej jako ogólnym przepisie realizacji procesu projektowania rozpoczynającym się od gruntownej analizy przedmiotu projektowania w aspekcie istniejącego

dotychczas systemu informacyjnego w systemie zarządzania - wyróżnia się trzy fazy:

- wstępną,
- podstawową,
- realizacyjną.

W fazie wstępnej zakłada się realizację właściwie czynności przedprojektowych obejmujących proces wstępnej identyfikacji przedmiotu projektowania przyjmującej w sensie dokumentacyjnym formę i postać zadania projektowego.

W fazie podstawowej następuje proces szczegółowej analizy istniejącego systemu oraz syntezy i oceny wykoncypowanego rozwiązania.

Zadaniem fazy realizacji jest wdrażanie systemu i jego weryfikacja, co jest w zasadzie fazą postprojektową.

Metoda prognostyczna różni się od metody diagnostycznej głównie w fazie podstawowej. Celem fazy wstępnej jest również uświadamianie potrzeby informatyzacji, przy czym podjęcie takiej decyzji może dotyczyć trzech sytuacji projektowych, gdy system informacyjny:

- jeszcze nie istnieje,
- funkcjonuje zadowalająco,
- funkcjonuje niezadowalająco.

Z tych trzech stanów może wynikać działanie zmierzające do:

- projektowania od podstaw,
- stopniowego ulepszania,
- sukcesywnego usuwania usterek.

W metodzie prognostycznej obowiązuje nakaz opisanie celów i środków ich realizacji oraz systemu informacyjnego w aspekcie stanu:

- aktualnego,
- możliwego do osiągnięcia,
- perspektywicznego.

Projektowanie wg metody prognostycznej jest projektowaniem wielowariantowym. Podstawowym założeniem jest tworzenie wielu wzorców idealnych dla różnych warunków ograniczających i ich selekcja wg kryteriów zdeterminowanych wymaganiami przyszłego użytkownika oraz kryteriami tzw. realizowalności technicznej.

W informatyce wojskowej w projektowaniu tradycyjnym dominuje nadal metoda diagnostyczna. Ostre reżimy czasowe nie pozwalają w rzeczywistości stosować metody prognostycznej, która wymusza zwielokrotnienie niektórych obszarów prac projektowych głównie w zakresie wytwarzania i oceny wielu wariantów rozwiązań. Stosowanie tej metody jest w zasadzie marginalne. Często nie dostrzega się bowiem potrzeby inwestowania w tę fazę prac, której niedostatki odbijają się rykoszetem w fazie wdrażania, gdzie zwielokrotnione nakłady mają już inny rząd wielkości. Jest to więc zjawisko również z ekonomicznego punktu widzenia negatywne.

W wyniku stosowania metody prognostycznej następuje:

- wzrost efektywności projektowanych SIz,
- twórczy rozwój projektantów.

Metoda diagnostyczna i metoda prognostyczna są ogólnymi ideami działań projektowych. W projektowaniu konkretnych systemów wymagają one wspomaganie zbiorem metod szczegółowych.

/2/. Dotyczy to głównie:

- strukturalizacji zadań użytkownika,
- koncyptowania modelu użytkownika systemu,
- projektowania organizacji danych,

- specyfikacji założeń programowych i projektowania oprogramowania,
- projektowania danych testowych,
- projektowania języka użytkownika,
- projektowania komunikacji międzysystemowej itp.

W obszarze strukturalizacji zadań użytkownika oraz funkcji SIZ używane są m.in. metody grafów i sieci. Dla opracowania modelu użytkownika systemu i przetwarzania danych stosuje się często metodę analogii, metody specyfikacji graficznej, metody formularzowe itp.

W projektowaniu organizacji danych wykorzystuje się głównie metody grafów, sieci, analizy specyfikacji oraz systemy bazy danych o modelu sieciowym lub hierarchicznym a także relacyjne bazy danych.

Specyfikacja założeń programowych może odbywać się przy wykorzystaniu metody opisowej, formularzowej, schematu blokowego i tzw. metody punktowej /mieszanej/ lub języka tablic decyzyjnych bądź języka opisów problemu. W projektowaniu oprogramowania coraz częściej posiuguje się metodą projektowania strukturalnego z tendencją do modularyzacji w zależności od ograniczeń implementacyjnych. W projektowaniu modułów najpopularniejszą grupę metod stanowią metoda Jacksona i Wardiera.

Projektowanie danych testowych dotychczas odbywa się głównie metodą indywidualnego wykonawcy /4/. Coraz częściej pojawia się osoba funkcyjna, którą jest tester w zespole programisty wiodącego. Projektowanie danych testowych może odbywać się metodami bazującymi na analizie kodu źródłowego /metody pokrywania instrukcji, pokrywania warunków, kombinatorycznego pokrywania instrukcji i warunków/ oraz metodami ba-



zującymi na specyfikacji wymagań /założeń/ programowych /np. metoda klas równoważności, metoda grafów przyczynowo-skutkowych/.

Projektowanie języka użytkownika może odbywać się metodami związanymi z projektowaniem języka formularzowego, pytań i odpowiedzi, wyboru z repertuaru itp. Do projektowania komunikacji międzysystemowych używa się technik emulacyjnych bądź metod projektowania zbiorów komunikacyjnych.

. Lista możliwych do wykorzystania metod szczegółowych jest bardzo obszerna i niemożliwa do pełnego omówienia. Wchodzi tu w zakres rozważań zarówno metody formalne jak i opisowe określające ciąg czynności do wykonania. Każdy proces projektowania w aspekcie specyficznych charakterystyk przedmiotu projektowania implikować może potrzebę posiłkowania się inną grupą metod szczegółowych. Omówione wyżej aspekty również nie wyczerpują pełnej specyfikacji struktury przedmiotowej i dynamicznej przedmiotu projektowania. Stanowią natomiast praktyczną ilustrację potrzeby wzbogacania zarówno metody prognostycznej jak i diagnostycznej innymi metodami w realizacji konkretnego przedsięwzięcia projektowego /2/.

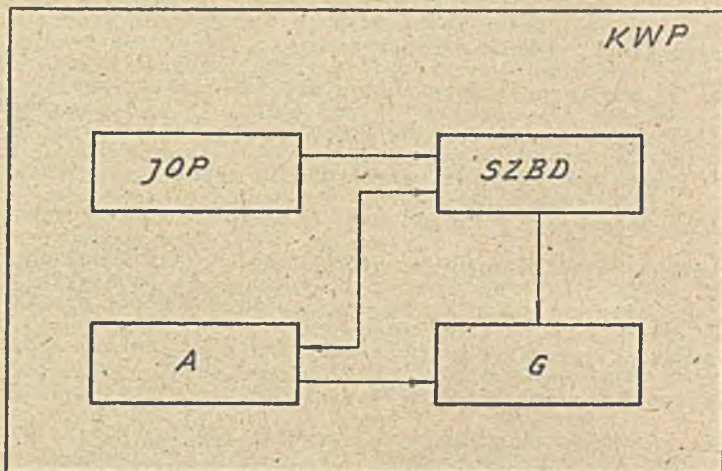
#### 4. Komputerowe wspomaganie projektowania SIZ

Komputerowe wspomaganie procesu projektowania SIZ należy wiązać z użytkowaniem gotowych narzędzi w postaci całościowych pakietów wspomagających projektanta na wybranym etapie procesu projektowania /1/. Przez techniki KWP rozumie się takie grupy narzędzi, które definiują:

- JOP - język opisu problemu,
- A - analizator języka opisu problemu

- SZBD - system utrzymywania danych o projekcie,
- G - generatory produktów gotowych.

Schematycznie ujmuje to rys. 3.



Rys. 3. Schemat funkcjonalno-przedmiotowy systemu  
KWP SIZ

Rozwój metod komputerowego wspomagania procesów projektowych datuje się od chwili pierwszych użytkowych zastosowań informatyki. Początkowo były to działania tematycznie oderwane. Z upływem czasu następowała systematyzacja wielu pojęć i metodyczne wzbogacanie warsztatu projektanta. Ten zorganizowany trend działań na rzecz tworzenia technik i metod KWP zaznaczył się przed ponad dwudziestu laty.

Komputerowe wspomaganie projektowania SIZ stało się naturalną konsekwencją rozwoju informatyki. Wzrost efektywności działań projektowych i potrzeba poprawy jakości wytworów pro-

jektowych stały się główną przesłanką rozwoju KWP, a w tym również rozwoju KWP systemów informatycznych.

Przyjmuje się, że w procesie budowy SIZ można wyróżnić dla potrzeb analizy porównawczej obszary:

- A - analizy systemu informacyjnego i formułowania zadania projektowego SIZ,
- P<sub>L</sub> - projektowanie na poziomie logicznym,
- P<sub>F</sub> - projektowanie na poziomie fizycznym,
- E - projektowanie procesów eksploatacji.

Analizując istniejący na dzień dzisiejszy zbiór rozwiązań w zakresie technik i metod KWP systemów informatycznych stwierdza się, że wspomagają w różnym stopniu wymienione wyżej obszary. Ze zbioru znanych aktualnie metod, trudno wskazać jedną reprezentatywną, która pokrywałaby cały proces działań projektowych począwszy od analizy systemu a kończąc na etapie jego doskonalenia. Najliczniejszą grupę stanowią metody i techniki dotyczące obszaru projektowania fizycznego zwanego inaczej projektowaniem technicznym /technologicznym/.

Drugim co do liczności istniejących rozwiązań narzędziowych jest obszar analizy systemu. Najsłabszą reprezentację stanowią metody i techniki KWP dotyczące obszaru projektowania logicznego i projektowania eksploatacji SIZ.

W prezentowanym opracowaniu z uwagi na ograniczone ramy objętościowe zadane przez Organizatorów Konferencji nie sposób przedstawić pełnej reprezentacji znanych dotychczas metod i technik KWP SIZ wraz z analizą porównawczą ich właściwości. Stąd też ograniczono się do wybranych aspektów, a w szczególności do podziału zbioru technik i metod KWP SIZ w aspekcie ich obszaru zastosowań, co przedstawia poniższa tabela.

LP.	GRUPA METOD LUB TECHNIK KWP	OBSZAR ZASTOSOWAŃ			
		A	P <sub>L</sub>	P <sub>F</sub>	F
1	Analiza organizacji /SOP,BŚP/	x	-	-	-
2	Strukturalna analiza i projektowanie /SADT, SSA-SD/	x	x	-	-
3	Strukturalna analiza i dokumentowanie systemów /PSL-PSA, RSL-REVS/	x	x	P	P
4	Logika informatyczna /LCS-LCP-LCE/	-	x	x	x
5	Wspomaganie projektowania SIZ /PROTBE/	P	x	x	P
6	Konstruktywne projektowanie programów /CMPD/	-	P	x	-
7	Projektowanie struktur i przepływu danych /ISAC/	-	x	x	-
8	Projektowanie oprogramowania /LITOS/	-	-	x	-
9	Generatory oprogramowania użytkowego /APG/	-	-	x	-
10	Specyfikacja struktur programowych /HOS,MIL,PCL,APL/	-	-	x	-
11	Grupa metod wytwarzania oprogramowania /HIPO itp./			x/P/	

Tabela odzwierciedla przydatność poszczególnych grup technik i metod KWP SIZ w poszczególnych obszarach projektowania SIZ, przy czym:

x - przydatność

- - brak zastosowania w danym obszarze

P - potencjalna przydatność /po rozbudowaniu narzędzi/.

Analiza tabeli wskazuje na to, że na dzień dzisiejszy brak spójnej techniki prowadzącej projektanta przez cały pro-

ces projektowania. Znamiona takie noszą właściwie dwie grupy technik, których reprezentantami są PSL/PSA lub jego pochodna RSL/REVS oraz technika francuska PROTEE. Pozostałe grupy technik obejmują przeważnie jeden konkretny obszar działań projektowych.

Technika PSL/PSA oraz PROTEE z uwagi na swą globalną koncepcję rozwiązania oraz dużą elastyczność samego narzędzia podatne są na dalszą rozbudowę. Inne grupy technik pomocne są w wybranym etapie pracy z uwagi na ich wyraźną specyfikę. Wnioskiem możliwym do sformułowania jest przyjęcie do praktycznych działań takiej reprezentatywnej techniki, która umożliwi objęcie wspomaganie całego procesu projektowania SIZ. Możliwe są tu dwa kierunki. Pierwszy wiązałby się z własną rozbudową istniejącej grupy technik poprzez przyjęcie określonej koncepcji i zgodnie z nią sukcesywne ich wzbogacanie. Drugi kierunek wynikałby z możliwości łączenia właściwości znanych już technik tak, aby utworzyć spójny ciąg technologiczny wytwarzania SIZ wspomaganego komputerem.

Analiza właściwości poszczególnych grup technik i metod KWP oraz ich założeń technologicznych wskazuje, że istnieją możliwości konstruowania rozwiązań zapewniających wspomaganie projektanta we wszystkich obszarach. Łącząc grupę strukturalnej analizy i dokumentowania systemów reprezentowaną przez technikę PSL/PSA z grupą generatorów oprogramowania użytkowego APG uzyskuje się kompleksowe narzędzie wspomaganie projektanta.

Wykorzystując ideę grupy generatorów oprogramowania użytkowego podjęto w kraju próby rozszerzenia obszaru stosowalności pakietu PSL/PSA /7/. Technika ta wykazuje dużą podatność na rozszerzanie jej właściwości funkcjonalnych. Dołączenie do tej

techniki dodatkowych raportów wykorzystujących możliwości standardowe powoduje uzyskiwanie wytworów z obszaru projektowania fizycznego. Dotyczy to przede wszystkim wytwarzania biblioteki makrodefinicji opisującej zunifikowane dla danego projektu struktury danych i powielarne konstrukcje programowe wraz z konwencją strukturalną fizycznych elementów oprogramowania. Narzędziami umożliwiającymi rozszerzenie obszaru stosowalności pakietu PSL/PSA są generatory opisu struktur danych i szkieletów programów, bazujące na ogólnej koncepcji generatorów oprogramowania, lecz połączonych technologicznie z właściwościami języka opisu problemu PSL oraz jego analizatora PSA.

Rozbudowa grupy technik i metod związanych ze specyfikacją struktur programowych niesie duże możliwości w zakresie konstruowania linii technologicznych bazujących na technikach strukturalnej analizy i projektowania. Języki specyfikacji struktur programowych posiadają niezbędne cechy języków buforowych. Wymagają określonych działań implementacyjnych lub transformacji na języki programowania. Możliwy tu jest łańcuch transformacyjny:

język opisu problemu — język buforowy — język programowania.

Proponowany łańcuch transformacyjny zmniejsza efektywność ciągu technologicznego, lecz zapewnia spójność informacyjną i strukturalną prowadzonego opisu projektu.

Rozważając trend rozwojowy technik i metod KWE należy zauważyć, że grupy technik i metod obejmujące obszar analizy i projektowania logicznego winny stanowić bazę narzędziowo-konstrukcyjną do tworzenia kompleksowych narzędzi uzupełniających strukturalnie i technologicznie przez grupy technik obejmujące pozostałe obszary wspomagania projektowania SIŁ.

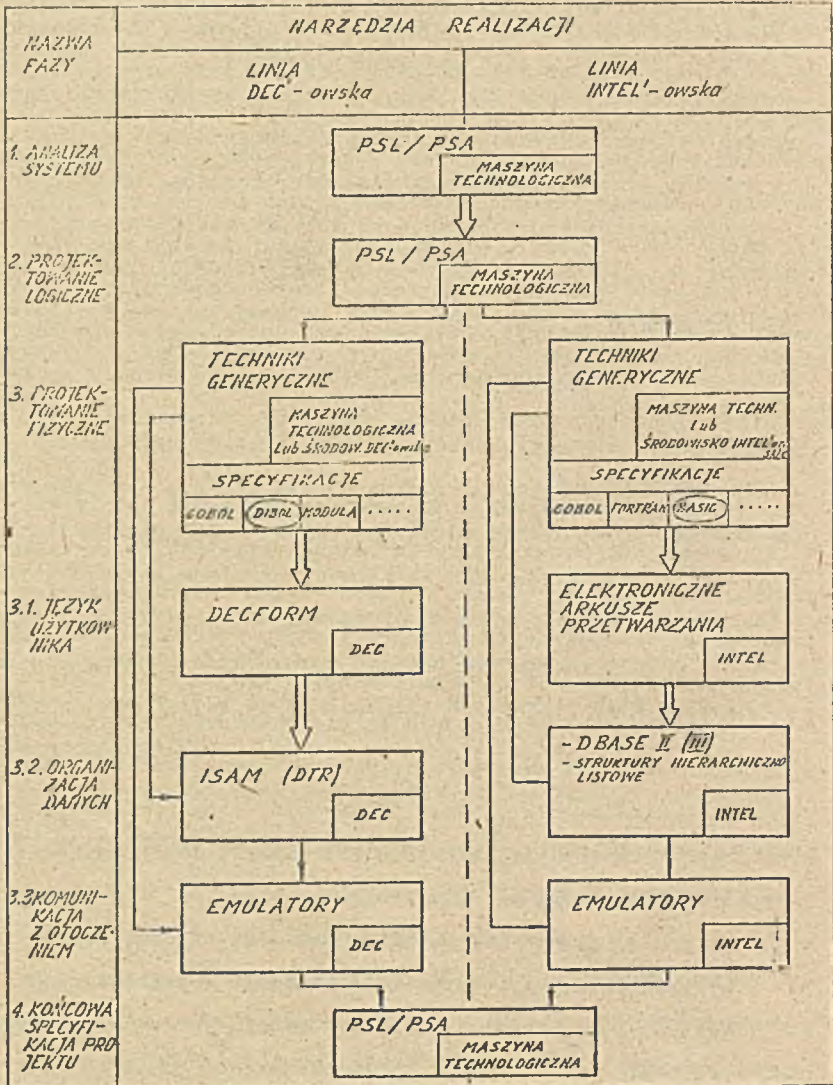
## 5. Automatyzacja procesu projektowania SIZ

Omawiany etap tworzenia "nitek" technologicznych jest załączkiem do automatyzacji procesu projektowania /5/. Stanowi on początkowe stadium tego procesu związane z wykorzystaniem automatycznego generowania z bazy danych opisu projektu prowadzonej w języku opisu problemu - parametrów do standardowych narzędzi technologicznych, umożliwiających ich implementację dla konkretnych potrzeb. Proces automatyzacji wiąże się głównie z technologicznie spójnym rozszerzeniem obszaru stosowalności konkretnej techniki KWP. Narzędzia standardowo włączone bezpośrednio pod sterowanie danej techniki mogą również spełniać podobną rolę szczególnie na etapie projektowania fizycznego.

W sferze automatyzacji procesu projektowania należy widzieć przede wszystkim metody formalne i symulacyjne. Przykładem tego może być biblioteka modułów elementarnych oferowana przez grupę technik logiki informatycznej, która umożliwia na podstawie specyfikacji systemu przedstawionej w danym języku opisu problemu i z dokładnością do elementarnych funkcji będących odpowiednikami funkcji modułów - generować gotową technologię projektowanego SIZ. Jest to wówczas automat działający w końcowym procesie projektowania fizycznego, dotyczącym wytwarzania oprogramowania użytkowego.

Tworzenie "nitek" technologicznych jako stadium pośrednie przy przejściu do procesów automatyzacji obszarowej daje się zilustrować na przykładzie projektowania systemów obiektowych /rys. 4/.

Systemy obiektowe rezydują na sprzęcie mini- i mikrokomputerowym. Dyferentem technicznych środków informatyki jest bez-



Rys. 4. FAZOWY MODEL IDENTYFIKACJI SYSTEMÓW OBIEKTOWYCH



pośredni użytkownik. Ważniejszymi identyfikatorami tej klasy systemów są przede wszystkim:

- tryb użytkowania,
- specyfika technologiczna.

Systemy obiektowe w aspekcie trybu użytkowania są systemami:

- aktywnymi,
- konwersacyjnymi,
- o specjalizowanej organizacji danych,
- komunikującymi się z systemami wyższej hierarchii w trybie bezpośrednim /okresowo w trybie pośrednim poprzez zbiory komunikacyjne/.

Specyfika technologiczna tej klasy systemów wyraża się:

- właściwościami eksploatacyjnymi sprzętu,
- charakterem systemów operacyjnych,
- klasą oprogramowania podstawowego /organizacyjnego i narzędziowego/,
- typem języka użytkownika,
- właściwościami języków programowania.

Analiza zasadniczych charakterystyk tej klasy przedmiotu projektowania wskazuje, że dominują tu trzy zasadnicze jego cechy:

- język użytkownika,
- organizacja danych,
- komunikacja zewnętrzna systemu obiektowego.

Dostępne w obecnej chwili linie mini- i mikrokomputerów pod względem systemów operacyjnych rezydujących na poszczególnych typach sprzętu są rozłączne. Mikrokomputery reprezentowane są przez linię INTEL'-owską. Rodzinę minikomputerów reprezentuje linia DEC'-owska. Właściwości systemów operacyjnych oraz struktura zadaniowo-funkcjonalna projektowanego systemu

determinują jego model użytkownika /jednozadaniowość, wielozadaniowość, praca w sieci itp./.

Systemem bazowym dla linii DEC'-owskiej jest system RT-11, natomiast dla linii INTEL'-owskiej jest CP/M. Pochodne tych systemów zapewniają pracę wielozadaniową i sieciową. Przyjmując istotne ograniczenia wynikające z właściwości systemów operacyjnych, proponuje się koncepcję kompleksowej identyfikacji tej klasy przedmiotu projektowania, co przedstawia rys. 4. Na rysunku tym pokazano podstawowe fazy identyfikacji począwszy od analizy systemu poprzez projektowanie logiczne i fizyczne aż do uzyskania wyniku w postaci końcowej specyfikacji projektu.

Pierwsze dwie fazy wspomagane są standardem projektowym PSL/PSA wraz z jego strukturalnymi i funkcjonalnymi możliwościami rozszerzania obszaru stosowalności. Obie fazy identyfikacji systemów obiektowych dla linii DEC'-owskiej i INTEL'-owskiej są spójne technologicznie. W obszarze projektowania fizycznego następuje rozdzielenie realizatorów tych faz w związku z potrzebą przejścia do środowiska systemowego konkretnej linii technologicznej. Pierwsze fazy mogą być realizowane na dużej niezależnej maszynie technologicznej. Faza projektowania fizycznego musi podlegać orientacji eksploatacyjnej i może być realizowana bądź na maszynie technologicznej symulującej określone środowisko systemowe bądź fizycznie może być kontynuowana na podstawie etapowych specyfikacji w docelowym środowisku systemowym na sprzęcie mini- i mikrokomputerowym.

Projektowanie języka użytkownika, organizacji danych oraz komunikacji z otoczeniem jako dominujących i specyficznych wyróżników systemów obiektowych, może dokonywać się z wykorzystaniem standardowych narzędzi.

Identyfikacja języka użytkownika dla systemów obiektowych przewidzianych do eksploatacji pod systemem RT 11 może odbywać się przy wykorzystaniu pakietu formatowania i definiowania żądań użytkownika o nazwie DECFORM na podstawie specyfikacji uzyskiwanych z obszaru technik generatorowych. Ważnym wymaganiem dla tej klasy języków jest jego naturalność oraz możliwość łatwej konwersacji z systemem przy zachowaniu funkcji wspomagającej definiowanie żądań i formułowanie odpowiedzi.

Proces identyfikacji organizacji danych może następować bezpośrednio na bazie pakietu ISAM dla linii DEC<sub>1</sub>-owskiej lub systemu bazy danych dBASE II/III dla rodziny INTEL'owskiej. Zamiennie można się posługiwać w zależności od środowiska systemowego systemem zarządzania danymi DTR lub własnymi standardami odzwierciedlającymi strukturę informacyjną projektowanego systemu. Istotnym wymaganiem w zakresie organizacji danych jest minimalizacja zajętości pamięci zewnętrznej oraz spełnienie reżimu czasowego w zakresie dostępu do danych.

Komunikacja systemów obiektowych z otoczeniem może odbywać się w trybie on-line lub off-line. Komunikacja w trybie on-line może być identyfikowana z wykorzystaniem do tego celu technik emulacyjnych. Komunikację off-line zapewnia się zbiorami komunikacyjnymi.

W fazie końcowej specyfikacji następuje połączenie wszystkich częściowych opisów systemu we wspólnej bazie projektu na maszynie technologicznej dla potrzeb dokumentowania i konserwacji zaprojektowanego systemu. Istotna przy tym jest spójność technologiczna realizatorów poszczególnych faz.

## 6. Wnioski i kierunki rozwoju

Ogólnoświatowy trend wskazuje na upowszechnienie się metod KWP SIZ. Istnieje aktualnie odpowiednia baza narzędziowa do upowszechnienia tego zjawiska w kraju, a w tym również w informatyce wojskowej.

Opłacalność korzystania z technik KWP jest ograniczona. Ograniczeniem jest głównie obszar ich stosowalności oraz złożoność projektowanego SIZ. Wynika stąd konieczność doskonalenia zarówno tradycyjnych metod projektowania, a przede wszystkim wdrażania metody prognostycznej jak również upowszechnienie metod KWP jako standardu projektowego.

Techniki KWP stanowią bazę technologiczną do dalszego rozwoju i wzbogacania ich właściwości. Umożliwiają przechodzenie do częściowej automatyzacji procesu projektowania.

W celu właściwego posilkwania się technikami KWP i ich rozwoju głównie w aspekcie tworzenia "nitek" technologicznych i ciągów automatyzujących proces projektowania - niezbędnym jest przewidywanie i oddanie do dyspozycji zespołów projektujących maszyny technologicznych.

Najefektywniejszym kierunkiem rozwoju technik KWP jest inwestowanie w ich połączenie ze standardowym oprogramowaniem narzędziowym danego środowiska systemowego. Jest to najbardziej aktualnie rozpowszechniony w świecie kierunek przechodzenia do automatyzacji wybranych obszarów projektowych, a w szczególności projektowania i wytwarzania oprogramowania użytkowego.

Ważnym a zarazem niedocenianym kierunkiem rozwoju jest tworzenie i utrzymywanie systemu wyszukiwania informacji projektowych o sprzęcie oraz oprogramowaniu zarówno podstawowym jak również narzędziowym i użytkowym. Jest to również przed-

sięwzięcie o dużym znaczeniu projektowym.

W obecnym stadium rozwoju informatyki dąży się do rozwoju kompleksu narzędzi wspomagających spójnie cały proces projektowania SIZ. Działanie to jest pracochłonne, ale daje wymierne efekty.

## 7. Literatura

1. Gackowski Z.: Komputerowe wspomaganie projektowania systemów informatycznych. IOZ i DK, Warszawa 1979.
2. Jones J.Ch.: Metody projektowania. WNT, Warszawa 1977.
3. Niedzielska E. i inni: Projektowanie systemów informatycznych. PWE, Warszawa 1977.
4. Worwa K.: Projektowanie oprogramowania SIZ. WAT, Warszawa 1986.
5. Zaskórski P., Ałasa E. i inni: System komputerowego wspomaganie projektowania SI i wytwarzania oprogramowania użytkowego bazujący na pakiecie PSL/PSA /tom I+IV/. WII, Warszawa 1985.
6. Zaskórski P.: Komputerowe wspomaganie projektowania i wytwarzania technologii SIZ. Mat. IV Międzynar. Konf.KWP, Rydzyna 1984.
7. Zaskórski P., Ałasa E.: Technologia wytwarzania oprogramowania SI z komputerowym wspomaganie. Informatyka Nr 5, 1986.

CZ. II REFERATY ZGŁOSZONE DO MATERIAŁÓW  
KONFERENCYJNYCH

mgr Stanisław BARTOSZCZE  
mgr inż. Mieczysław MALESZKO  
dr inż. Zbigniew PRYCIASZEK

STAN AKTUALNY I PERSPEKTYWY INFORMATYZACJI  
WOJSKOWYCH ZAKŁADÓW MOTORYZACYJNYCH NR 4

1. W s t ę p

W systemie zarządzania /SZ/ przedsiębiorstwa, w tym także Wojskowych Przedsiębiorstw Remontowo-Produkcyjnych /WPRP/, można wyróżnić szereg agend, z których każda wymaga dużej ilości danych źródłowych i wykonania na nich operacji obliczeniowych, co niejednokrotnie powoduje spóźnianie się informacji wynikowo-decyzyjnych.

Dlatego też w 1978 roku dyrekcja Wojskowych Zakładów Motoryzacyjnych Nr 4 we Wrocławiu /WZMot-4/ wystąpiła do Zespołu Informatyki ŚOW z propozycją podjęcia prac nad systemem informatycznym, obejmującym swym zakresem gospodarkę materiałową. Wynikiem prac było zbudowanie systemu informatycznego /SI/ RZUT-M, który wdrożono do eksploatacji użytkowej w WZMot-4 w 1980 r. a w późniejszym okresie, w innych wojskowych przedsiębiorstwach remontowych.

Następnym efektem współpracy WZMot-4 z ZI ŚOW było opracowanie kolejnych agend SZ, opatrzonych kryptonimem RZUT-P. Obejmuje on swym zakresem problematykę normowania pracochłonności oraz zatrudnienia i płac. Wdrożony został do eksploatacji użytkowej w WZMot-4 w 1984 r.

Ważną rolę w pracach projektowych oraz w rozpowszechnianiu systemów na inne WPRP spełniło Szefostwo Wojskowych Przedsiębiorstw Remontowo-Produkcyjnych, które jako instytucja kierująca, było inspiratorem i propagatorem prowadzonych prac.

2. SI\_RZUT-M - "Ewidencja stanów i obrotów materiałowych oraz planowanie potrzeb i kontrola realizacji dostaw w WPRP".

SI RZUT-M zakresem swym obejmuje następujące agendy systemu zarządzania oraz realizuje funkcje:

I. Gospodarka materiałowa:

- ewidencję stanów i obrotów materiałowych,
- przecenę materiałów,
- rozliczanie kosztów zużytych materiałów na zlecenia produkcyjne oraz wg typowego planu kont i miejsca powstawania kosztów,
- kontrolę prawidłowości zapasów magazynowych,
- kontrolę realizacji dostaw,
- sprawozdawczość analityczno-syntetyczną.

II. Techniczne przygotowanie produkcji:

- normowanie zużycia materiałów dla produkcji remontowej,
- normowanie zużycia materiałów dla produkcji wyrobów gotowych,
- sporządzanie jednostkowych wycen normatywnych zużycia materiałów.

III. Planowanie i kontrola realizacji produkcji:

- obliczenie potrzeb materiałowych,
  - emisję dokumentów rozchodu wewnętrznego "RW",
  - kontrolę zabezpieczenia materiałowego w magazynach dla zadanego planu produkcji,
  - obliczanie planu zamówień materiałów zgodnie z cyklami zamawiania,
  - badanie odchyień od planowanego zużycia,
  - obliczenie propozycji do aktualizacji norm remontowych na podstawie rzeczywistego zużycia materiałów.
- w procesie decyzyjnym obejmującym utrzymanie zapasów magazynowych, z wyżej wymienionych funkcji główną rolę spełniają:
- emisja dokumentów "RW",
  - kontrola zabezpieczenia materiałowego,
  - naliczanie planu zamówień.



## EMISJA DOKUMENTÓW "RW".

na podstawie planu produkcji /nowo otwieranych zleceń/, norm materiałowych na remonty i produkcję wyrobów gotowych, historii pobrań materiałów z magazynów na wcześniej otwarte zlecenia oraz aktualnych stanów zapasów w magazynie, dokonywana jest analiza zabezpieczenia potrzeb materiałowych.

Podczas tej analizy uwzględniona jest rezerwacja materiałów jeszcze niepobrane na wcześniej otwarte zlecenia /będące w toku/. Jej wynikiem jest emisja dokumentów rozchodu wewnętrznego "RW", zlecających pobranie materiałów z magazynu w rozbiciu na dwie grupy:

- a/ "RW" na materiały znajdujące się w magazynie,
- b/ "RW" na materiały brakujące.

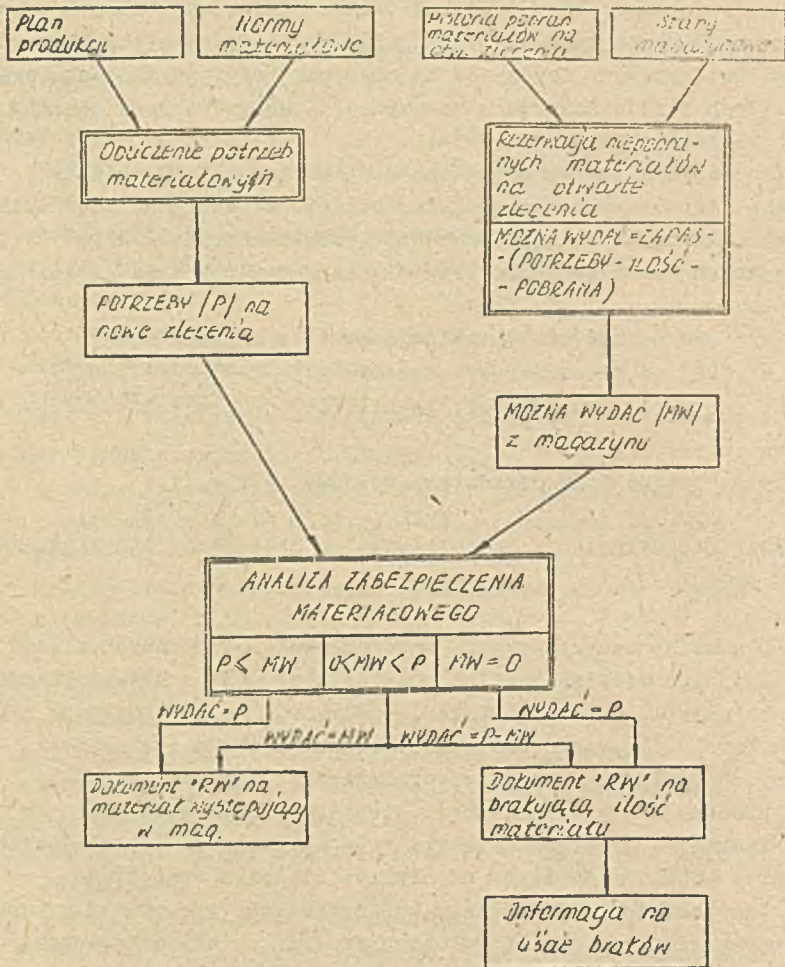
Dodatkowym efektem jest lista brakujących materiałów dla tych zleceń.

Algorytm postępowania przedstawiony jest na rys. 1.

## KONTROLA ZABEZPIECZENIA MATERIAŁOWEGO W MAGAZYNACH DLA ZADANEGO PLANU PRODUKCJI.

Dla oceny zabezpieczenia materiałowego otwieranych zleceń produkcyjnych możliwe jest uzyskanie informacji o przewidywanych brakach materiałów w magazynach. Informację tę wykorzystują służby zaopatrzenia dla monitorowania dostawców lub zakupu materiałów w innych źródłach. W celu jej osiągnięcia, użytkownik zadaje plan produkcji z wybranym przez siebie wyprzedzeniem czasowym /np. kwartał/. Programy na bazie tego planu, norm materiałowych, historii pobrań materiałów na otwarte zlecenia oraz stanów magazynowych, dokonują analizy zabezpieczenia planowanej produkcji w materiały/ w sposób podobny jak przy emisji dokumentów "RW"/ wyprowadzając wyniki w dwu wariantach:

1. sumaryczne braki dla poszczególnych pozycji /indeksów/ materiałowych,
2. wykazy braków materiałowych w rozbiciu na poszczególne elementy planu produkcji.



Rys. 1. SCHEMAT ANALIZY ZABEZPIECZENIA MATERIAŁOWEGO.

## KALICZANIE PLANU ZAMÓWIEŃ.

Sposób obliczania planu zamówień materiałów przedstawiony zostanie dla zamówień w cyklu rocznym.

Danymi wejściowymi są:

- plan produkcji na rok bieżący /IV/,
- plan produkcji na rok następny /IV+1/,
- normy materiałowe,
- stan zapasu magazynowego na 1.01 roku bieżącego,
- potwierdzenie dostaw lub zamówienia roku bieżącego.

Na bazie tych danych sporządzane jest zestawienie wyników, zawierające dla każdego materiału zamawianego w cyklu rocznym, następujące informacje:

- potrzeby materiałowe na rok bieżący i następny,
- przewidywany stan zapasu magazynowego na koniec roku bieżącego,
- ilość do zamówienia na rok następny,
- rozdzielenie zamówienia na poszczególne kwartały /z uwzględnieniem przewidywanego stanu końcowego/.

Zestawienie to sporządzane jest w układzie dostawców.

Algorytm obliczeń przedstawiony jest na rys. 2.

### 3. SI RZUT-P - "Ewidencja i kontrola realizacji produkcji. Ewidencja osobowo-płacowa".

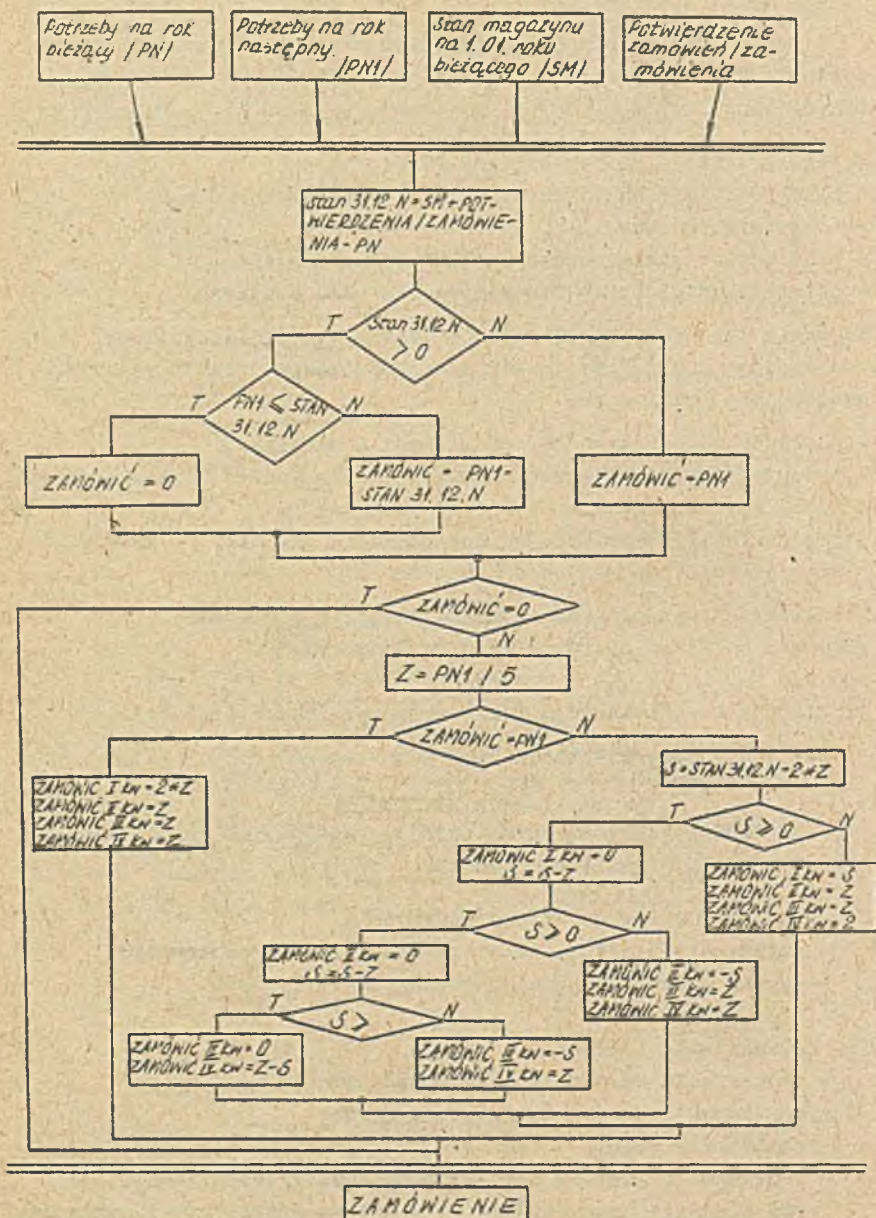
SI RZUT-P zakresem swym obejmuje następujące agendy systemu zarządzania oraz realizuje funkcje:

#### I. Techniczne przygotowanie produkcji:

- zakładanie i aktualizację zbioru norm pracochłonności,
- wycenę pracochłonności poszczególnych wyrobów.

#### II. Zatrudnienie i płace:

- prowadzenie ewidencji osobowo-płacowej,
- rozliczanie czasu nieprzepracowanego,
- obliczanie płac,
- rozliczanie kosztów osobowych na koszty bezpośrednie /na zlecenia produkcyjne/ oraz koszty wydziałowe i zakładowe/ wg typowego planu kont/,



Rys. 2. SCHEMAT OBLICZANIA PLANU ZAMÓWIENI.

- sprawozdawczość osobowo-płacową.

### III. Planowanie i kontrola realizacji produkcji:

- planowanie obciążeń stanowisk,
- wydruk dokumentów warsztatowych,
- kontrolę realizacji przebiegu produkcji /spływu kart pracy/
- badania odchylenia realizacji procesu produkcyjnego od jego planu.

Z wyżej wymienionych funkcji systemu ważnym dla SZ przedsiębiorstwem są funkcje dotyczące normowania pracochłonności oraz planowania i kontroli realizacji produkcji. Przyczyniły się one w okresie przygotowawczym do zmian organizacyjnych, technologicznych oraz założenia bogatego zbioru norm, z którego można wybrać potrzebne elementy. Bardzo istotna jest dla zarządzania w pionie produkcyjnym, możliwość wielowariantowego analizowania obciążeń wydziałów, oddziałów i stanowisk. Spośród tych funkcji omówione zostaną: normowanie pracochłonności i wystawianie dokumentów warsztatowych.

### NORMOWANIE PRACOCHEŁNOŚCI

Normy pracochłonności zawierają zestawienie operacji, których wykonanie jest konieczne dla otrzymania wyrobu finalnego. Dla każdej operacji podane są informacje:

- rodzaj wykonywanej czynności,
- na którym stanowisku pracy,
- w jakim czasie /czas przygotowawczo-zakończeniowy i czas jednostkowy na operację/,
- wg jakiej stawki będzie płacone,
- ile operacji należy wykonać dla otrzymania jednego elementu.

W jednym zapisie można podawać ilość operacji do wykonania dla 20 odmian wyrobu.

Normy prowadzone są z dokładnością do trzech stopni złożoności /wyrób, zespół, detal/. Celem zwiększenia złożoności wyrobu wprowadzona została możliwość "powołania wyrobu", czyli złożenia wyrobu z wcześniej opisanych elementów. Ctrzymujemy wtedy czwarty stopień złożoności /wyrób, moduł, zespół, detal/. "Powołanie wyrobu" umożliwia także łatwiejsze tworzenie norm

dla nowych wyrobów poprzez włączenie do nich wcześniej opisanych, podobnych w realizacji modułów.

Dalszym ułatwieniem dla użytkownika jest możliwość "powoływania" operacji dla zespołów i detali. Możliwości te ograniczają pracę użytkownika do jednokrotnego opisanie operacji dla poszczególnych modułów, zespołów i składników oraz do wskazania programem, które operacje /poprzez wskazanie modułu, zespołu lub detalu/ i gdzie mają być przepisane.

#### WYSTAWIANIE DOKUMENTÓW WARSZTATOWYCH.

Danyimi wejściowymi do wystawiania dokumentów warsztatowych jest plan produkcji /zlecenia produkcyjne/ oraz normy pracochłonności. Na podstawie tych danych wyznaczane są operacje i ilości, w jakich należy je wykonać w celu zrealizowania zlecenia.

Następnie wyprowadzane są następujące dokumenty warsztatowe:

- karty pracy,
- lista kart pracy,
- przewodniki warsztatowe.

Dokumenty te są, dla nadzoru technicznego zakładu, podstawą do wyznaczania zadań dla pracowników bezpośrednio produkcyjnych oraz do rozliczania ich z wykonanych zadań. Podczas wystawiania dokumentów tworzony jest zbiór pracochłonności będący, podczas spływu kart pracy do modułu płacowego, podstawą do kontroli poprawności wypełnienia na nich danych płacowych /np. ilości wykonanych operacji/.

#### 4. Wnioski projektowo-programowe i eksploatacyjne.

System RZUT został wykonany z wykorzystaniem standardów programowych takich jak SEZAM, FIKD-2 oraz sparametryzowanych programów własnych. Osiągnięta została w ten sposób możliwość dostosowania przez użytkowników do własnych potrzeb wydawnictw wynikowych, a w podsystemie ewidencji osobowo-płacowej także dokumentów źródłowych.

Z punktu widzenia zarówno użytkownika jak i projektantów ważne było także właśnie podejście do problematyki osobowo-płacowej.

Osiągnięte ono zostało poprzez wprowadzenie słowników:

- opisujących budowę i sposób zapamiętania w zbiorze dokumentów źródłowych, takich jak:
  - a/ kwestionariusz osobowy,
  - b/ karta danych płacowych pracownika,
  - c/ karta potrąceń płac pracownika;
- kontroli formalnych i powiązań logicznych danych źródłowych;
- sposobów /nr algorytmów/ obliczania poszczególnych składników płacowych;
- klasyfikacji tytułów czasu nieprzepracowanego.

Słowniki te umożliwiły opracowanie programów zakładania zbioru osobowo-płacowego, obliczania płac i drukowania zestawień wyników w sposób niezależny od wymagań użytkownika co do postaci dokumentów, jak i ilości składników płacowych. Wykorzystanie słowników przez programy, przedstawione jest na przykładzie programu obliczania płac /rys. 3/.

Ważnym elementem projektowania omawianych systemów była ścisła współpraca zespołu projektowego z użytkownikiem, zarówno podczas opracowywania projektu koncepcyjnego jak i prac programowych. Pozwoliło to na wyjaśnianie wątpliwości i weryfikację rozwiązań w trakcie projektowania oraz ich dostosowanie do zmieniających się potrzeb użytkownika. Oczywiście należy zdawać sobie sprawę z faktu, iż nie jest to metoda najlepsza i najtańsza. W konkretnym przypadku budowy SI RZUT była ona niezbędna, a wynikała głównie z możliwości pracy i współpracy obydwu partnerów. Z jednej strony bowiem, przyjęte rozwiązania mogły być weryfikowane jedynie "w produkcji" ponieważ sam użytkownik dopiero wtedy dostrzegał wiele ważnych problemów, z drugiej strony projektanci mieli zbyt mało doświadczenia w tej problematyce, by narzucić użytkownikowi od razu rozwiązanie optymalne.

Eksploatacja systemu przyczyniła się do uzyskania przez użytkownika /ZMot-4/ między innymi następujących efektów:

- zmniejszenia poziomu zapasu magazynowego /w pierwszym roku eksploatacji o około 6 %/,
- upłynnienie zapasów zbędnych i zmniejszenia zapasów nadmiernych,
- uporządkowania gospodarki magazynowej,



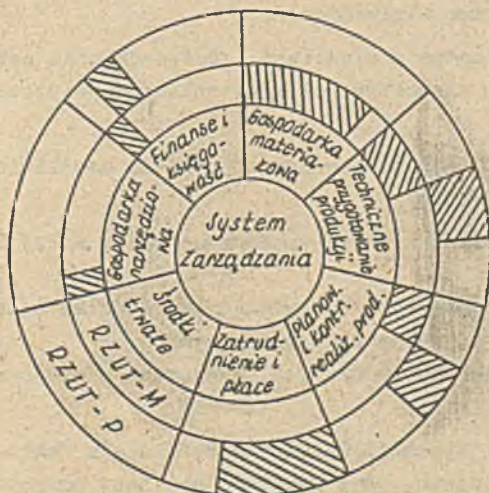


- sprawniejszego normowania prac i wystawiania dokumentów warsztatowych;
  - zbiór norm technologicznych stał się przejrzysty i umożliwia elastyczne wykorzystywanie jego zasobu do wykonywania dokumentacji warsztatowej w zakresie pracy w różnorodnych wariantach,
  - odciążenie pracowników rachuby, planowania produkcji i gospodarki materiałowej od żmudnych prac obliczeniowych i wykorzystanie ich do analizy wyników,
  - poprawa organizacji pracy osiągnięta poprzez zdecydowane zwiększenie zakresu informacji o możliwościach zaopatrzenia materiałowego, posiadanych zasobach i możliwościach pracy.
- Powyższe czynniki umożliwiły wzrost wydajności pracy i pozwoliły na wprowadzenie zakładowego, motywacyjnego systemu płac.

#### 5. Perspektywy rozwoju informatyki w WZMot. 4.

-----

Na rysunku 4 przedstawiony jest zakres, w jakim stopniu oba systemy informatyczne pokrywają system zarządzania przedsiębiorstwem /pola zakreskowane oznaczają stopień pokrycia potrzeb agencji SZ przez SI/.



Rys. 4. Agendy SI RZUT-M,P na tle pełnych potrzeb SZ.

Analizując aktualny stan informatyki w WPRP oraz rozwój bazy sprzętowej Zakładowych Komórek Przetwarzania Informacji /wyposażonych w minikomputery MERA-9150/ i okręgowych Ośrodków Przetwarzania Informacji, można wskazać następujące drogi jej rozwoju:

- objęcie informatyką "białych plam", czyli gospodarki środkami trwałymi oraz finansowo-księgowej,
- włączenie WPRP do pracy w systemie abonenckim okręgowych OPI,
- wykorzystanie minikomputera MERA-9150 nie tylko do rejestracji danych, ale także do przetwarzania istniejących już systemów,
- "mieszana", łącząca ze sobą w/w kierunki.

Wychodząc z założenia, że WZMot-4 wyposażony jest w minikomputer MERA-9150, a Zespół Informatyki ŚCW zlokalizowany będzie w odległości około 500 m, najwłaściwszą drogą rozwoju będzie metoda "mieszana".

Polegać ona mogłaby na realizacji następujących elementów:

- włączeniu minikomputera MERA-9150 w system abonencki zestawu ODR/RIAD/ Zespołu Informatyki ŚOW;
- rozwinięciu terminali u użytkowników w WZMot-4;
- zmodyfikowaniu oprogramowania SI RZUT, pozwalającym na przejęcie części prac przez minikomputer;
- opracowaniu w oparciu o wnioski i doświadczenia nabyte przy realizacji w/w elementów nowego, kompleksowego systemu informatycznego.

Takie podejście do prac rozwojowych powinno umożliwić osiągnięcie następujących efektów:

- przejście od przetwarzania wsadowego /raz w m-cu/ do bieżącego /dziennego/,
- otrzymywanie odpowiedzi na pytania użytkownika w czasie rzeczywistym, w trybie konwersacyjnym,
- wprowadzanie danych źródłowych do systemu w miejscu ich powstawania.

Wskazane tu kierunki działania wynikają z faktu, iż system powstał na tyle dawno, że w zasadzie nie jest przystosowany wprost do reguł dyktowanych przez reformę gospodarczą. To, że się w tych warunkach obronił, nie znaczy wcale iż się nie zestarzał. Po ośmiu latach eksploatacji zupełnie inne spojrzenie,

o wiele bardziej dojrzałe reprezentuje też użytkownik. Zwiększyły się po prostu jego wymagania i spojrzenie na problemy i potrzeby zastosowań informatyki w zakładach produkcyjnych.

dr inż. Marek Cieciora  
mgr Włodzimierz Kuzak

### KONWERSACYJNY SYSTEM ANALIZY MATEMATYCZNO-STATYSTYCZNEJ DANYCH BIOMEDYCZYNYCH-CMS

W większości publikacji z dziedziny medycyny podawane są wyniki różnego rodzaju analiz statystycznych. Duże objętości analizowanych danych oraz złożoność metod statystycznych wymagają prowadzenia obliczeń przy wykorzystaniu komputera. Oprogramowanie większości komputerów zawiera pakiety statystyczne składające się z szeregu podprogramów. Przykładem może być biblioteka HSSL m.k. SM-4A. Organizacja biblioteki w postaci zbioru podprogramów uniemożliwia ich bezpośrednie wykorzystanie. Koniecznym stało się napisanie określonego segmentu słownego. Segment taki musi zawierać między innymi operacje wejścia-wyjścia oraz warunki określające kolejność i możliwość stosowania wywołanych podprogramów. Kolejnym utrudnieniem w wykorzystywaniu standardowych podprogramów statystycznych jest to, że ich podstawowym parametrem wejściowym jest wartość określonej statystyki. Dla dokonania weryfikacji sprawdzonej hipotezy należy wartość tę porównać z odpowiednią wartością krytyczną obliczoną lub odczytaną z tablic statystycznych. Często występują także przypadki, że przy konieczności przeprowadzenia złożonych wnioskowań statystycznych zawartość dostępnych bibliotek nie pozwala na wykonanie wszystkich wymaganych etapów analizy.

Powyzsze przyczyny spowodowały opracowanie konwersacyjnego systemu analizy matematyczno-statystycznej CMS (Computer Medical Statistics), umożliwiajacego bezposrednie i zamkniete prowadzenie wnioskowania statystycznego dla szerokiej klasy problemow.

Oprogramowanie systemu ustalono na podstawie doswiadczen w zakresie analizy statystycznej wynikow badan i eksperymentow medycznych. Mimo takiej inspiracji oprogramowanie systemu ma charakter uniwersalny i moze byc wykorzystywane w roznych dziedzinach.

Cale oprogramowanie mozna podzielic na dwie czesci:

- wprowadzanie i przeksztalcanie zbiorow danych
- wlasciwa analize statystyczna (Jedno i wielowymiarowa)

## ZAKŁADANIE I PRZEKSZTAŁCANIE ZBIORÓW DANYCH

Wszystkie programy systemu tworzą lub wykorzystują zbiory danych o sferycznej strukturze. Dodatkowo każdy zbiór danych posiada zbiór pomocniczy, którego nazwa utworzona jest z nazwy zbioru danych przez poprzedzenie jej literą X. Rozwiązanie to spowodowane zostało tworzeniem w systemie ziorów o różnej ilości i długości rekordów w zależności od ilości danych. Parametry dotyczące ilości i długości rekordów zapisywane są właśnie w zbiorze pomocniczym.

Pierwszy rekord jest rekordem parametrycznym i zawiera datę założenia zbioru danych, liczbę grup i ich licznosci, liczbę cech oraz wskaźniki skali i analizy (określone poniżej). Następne rekordy dotyczą kolejnych grup danych, przy czym w rekordach dotyczących każdej grupy zapisane są wartości kolejnych prob. Dalszy rekord zawiera (lub może zawierać) skalę cech. Ostatnie rekordy zbioru zawierają (lub mogą zawierać) wyniki testowania normalności rozkładu cech oraz wyniki testowania losowości prob.

Każdy zbiór wprowadzany lub tworzony zawiera w końcowej części rekordy, w których można zapisać skalę cech oraz wyniki testowania normalności rozkładu cech i losowości prob. Program ZAPIS wprowadza do zbioru skalę cech, natomiast program WAST wyniki testowania normalności rozkładu oraz wyniki testowania losowości prob. Zapisane w pierwszym rekordzie zbioru wskaźniki skali i analizy określają właśnie, czy zbiór zawiera, czy też nie, określone powyżej wyniki testowania. Wskaźnik przyjmuje wartość 1, jeśli zbiór nie zawiera określonych informacji, natomiast 2, jeśli je zawiera.

Zakładanie i przekształcanie zbiorów danych wykonuje się przy wykorzystaniu programów: DANE1, DANE2, DANE3, LACZ1, LACZ2, DZIEL, SKALA, ZAPIS, POPRAW, WYBIERZ, WYBCE i DRUK. Programy te realizują następujące funkcje:

- DANE1: Wprowadzanie danych dla jednej grupy, kolejno dla poszczególnych prob.
- DANE2: Wprowadzanie danych dla jednej grupy, kolejno dla poszczególnych obserwacji.
- DANE3: Wprowadzanie danych dla jednej grupy, kolejno dla poszczególnych obserwacji z wyborem cech.
- LACZ1: Łączenie podanej liczby zbiorów jednogrupowych z taką samą liczbą cech w jeden zbiór o ilości obserwacji równej sumie ilości obserwacji zbiorów łączonych.
- LACZ2: Łączenie podanej liczby zbiorów jednogrupowych o takiej samej liczbie obserwacji w jeden zbiór o liczbie cech równej sumie ilości cech zbiorów łączonych.
- DZIEL: Wybranie ze zbioru jednogrupowego podanej liczby podzbiorów według warunków nalazonych na poszczególne cechy lub według numerów obserwacji.
- SKALA: Wprowadzanie skal występujących cech.
- ZAPIS: Zapisanie podanej liczby zbiorów jednogrupowych i skal cech w jednym zbiorze.
- POPRAW: Poprawianie danych w podanym zbiorze jedno lub wielogrupowym.
- WYBIERZ: Wybranie ze zbioru wielogrupowego określonych zbiorów jednogrupowych.
- WYBCE: Wybranie ze zbioru jednogrupowego podzbioru o określonych cechach.
- DRUK: Drukowanie zbioru na drukarce lub monitorze.

## JEDNO I DWUWYKIAROWA ANALIZA STATYSTYCZNA

Analiza statystyczna wykonuje się przy wykorzystaniu programów BLEDY, CENTYL, WAST, POR i KOR. Programy te realizują następujące funkcje:

**BLEDY:** Eliminacja błędów grubych

**CENTYL:** Wyznaczanie centyli

**WAST:** Wstępna ocena statystyczna obejmująca:

- obliczanie parametrów rozkładu;
- testowanie normalności rozkładu cech;
- testowanie losowości pobrania prob.

**POR:** Testowanie istotności różnic rozkładów cech określonych par grup przez weryfikację jednej z hipotez o:

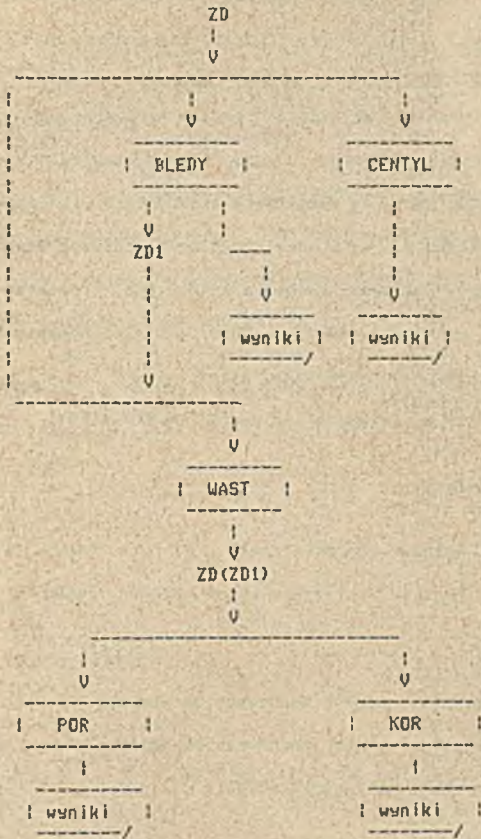
- równości wartości oczekiwanych;
- równości stochastycznej;
- równości frakcji;
- jednorodności prob.

**KOR:** Testowanie istotności zależności statystycznej lub korelacji określonych par cech określonych grup przez weryfikację jednej z hipotez o:

- zerowej wartości współczynnika Pearsona;
- zerowej wartości współczynnika Spearmana;
- niezależności statystycznej dwóch cech.

Schemat przetwarzania przedstawiono na rys. 1. ZD oznacza zbiór danych utworzony programem ZAPIS. Zbiór ten po wykonaniu programu WAST zostaje uzupełniony wynikami oceny normalności rozkładu cech i wynikami oceny losowości prob. Należy podkreślić, że uruchomienie programu POR lub KOR musi być poprzedzone uruchomieniem programu WAST.





Rys.1 Schemat przetwarzania podczas jedno i dwuwymiarowej analizy

### Eliminacja błędów grubych

Program BLEDY służy do eliminacji błędów grubych dla cech w skali przedziałowej. Wartości obciążone błędem grubym zamieniane są na -999.0. Ponadto jest możliwe zastępowanie wszystkich brakujących elementów (-999.0) dla cech w skali przedziałowej wartością średnią lub medianą danej cechy, a dla cech w skali porządkowej medianą. Zbiór wejściowy musi zawierać skale cech, tzn. być założony programem ZAPIS. Dane po wyeliminowaniu błędów grubych zapisywane są w nowym zbiorze o podanej nazwie.

Uruchamianie programu dokonuje się dyrektywą RUN BLEDY.-

### Obliczanie centyli

Program CENTYL służy do obliczania centyli dla cech w skali przedziałowej. W trakcie obliczeń można wybrać jedną z następujących możliwości:

- 1) oblicza 10 centyli począwszy od piątego,
- 2) oblicza 10 centyli począwszy od dziesiątego,
- 3) oblicza 15 dowolnie wybranych centyli.

Uruchamianie programu dokonuje się dyrektywą RUN CENTYL.

### Wyznaczanie parametrów rozkładu

Program WAST wykonuje obliczenia dla wszystkich cech wszystkich grup. Dla każdej cechy w skali przedziałowej wyznaczane są następujące parametry pozycyjne: średnia, odchylenie standardowe, błąd średniej, rozstęp, mediana, moda, częstość i krotność mody oraz oceniana jest normalność rozkładu i losowość pobrania. Program wyznacza również liczbę elementów znaczących w próbie, tzn. elementów różnych od -999.0

Ocena normalności rozkładu dokonywana jest na poziomie  $\alpha=0.05$ , przy licznosciach  $N < 50$  stosowany jest test Shapiro-Wilka, przy większych test chi-kwadrat. Ocena losowości dokonywana jest na poziomie  $\alpha=0.05$  przy

stosowaniu testu serii opartego na medianie. Dla każdej cechy w skali porządkowej wyznaczone są następujące parametry pozycyjne: element minimalny, element maksymalny, rozstęp, mediana, moda, częstość i krotność mody oraz oceniana jest losowość pobrania.

Dla każdej cechy w skali nominalnej wyznaczone są następujące parametry pozycyjne: element minimalny, element maksymalny, rozstęp, mediana, moda, częstość i krotność mody; oceniana jest losowość pobrania oraz wyznaczone są częstości występowania poszczególnych kodów.

Uruchomienia programu dokonuje się dyrektywą RUN WAST, a następnie podaje nazwę zbioru danych.

ANALIZA DWUMIYMIAROWA

Testowanie istotności różnic rozkładów

Program POR wykonuje obliczenia w jednym z sześciu wybieranych zakresów dotyczących:

a) grup porównywanych:

- każda grupa z każdą,
- wybrane pary grup,
- wybrana grupa z pozostałymi.

b) cech porównywanych:

- wszystkie cechy,
- wybrane cechy.

Po wybraniu zakresu następuje ewentualnie jego uszczegółowienie.

Wybor testu dla kolejnych par prób dokonywany jest automatycznie w zależności od powiązania prób, skali cech i wyników oceny normalności w sposób podany w tabelicy 1.

Przy porównywaniu rozkładu każdej cechy w skali przedziałowej dla par grup stosowana jest zasada uzyskiwania wyników o takiej samej jakości. Zgodnie z nią testy parametryczne (dla prób powiązanych - STUDENTA oraz dla prób niepowiązanych STUDENTA lub SATTERTHWAITEA) stosowane są tylko wtedy, gdy pozytywnie oceniono normalność cechy we wszystkich porównywanych grupach. Jeżeli chociaż w jednej grupie rozkład cechy jest różny od normalnego, stosowane są testy nieparametryczne (dla prób powiązanych RANGOWYCH ZNAKÓW oraz dla prób niepowiązanych WILCOXONA).

Dla cech w skali nominalnej w zależności od liczności próby stosowany jest test DOKŁADNY FISHERA lub ZGODNOŚCI CHI-KWADRAT.

Na wydruku podawane są następujące wyniki: numery grup porównywanych, numer cechy porównywanej, liczby elementów znaczących, kod stosowanego testu, obliczona wartość statystyki, wyznaczony poziom istotności różnicy rozkładów oraz współczynnik wiarygodności (równy sumie kodów oceny losowości).

Poziom istotności  $p$  przyjmuje jedna z trzech postaci:

$p < 0.01$  (wysoka istotność różnicy)

$p > 0.1$  (różnica nieistotna)

$p \in [0.01, 0.1]$  (różnica istotna na poziomie  $p$ ) wyrażonych

UWAGA:  $E$  oznacza, że wartość  $p$  jest z przedziału  $[0.01, 0.1]$

Dokładny poziom istotności wyznaczany jest drogą interpolacji.

We wszystkich przypadkach stosuje się dwustronny zbiór krytyczny.

Uruchomienie programu dokonuje się dyrektywa RUN POR, a następnie podaje nazwę zbioru danych i określa zakres obliczeń. Pytanie o powiązanie prob zadawane jest tylko w przypadku równych licznosci.

Tablica 1

Nazwa Testu	Warunki stosowania testu									
	Proby powiazane		Skala cechy	Rozkład normalny		Równosc wariacji		Mala licznosc prob		
	T	N	Prz.	Porz.	Norm.	T	N	T	N	
Studenta dla prob niepowiaz.	*	*				*		*		
Satterthwaitea	*	*				*			*	
Studenta dla prob powiaz.	*		*			*				
Wilcoxon		*	*				*			
Ransowanych znakow	*		*				*			
Dokladny Fishera					*					*
Chi-kwadrat					*					*

W przypadku występowania cech w skali nominalnej zadawane jest pytanie o zakres porównania dla tych cech. Możliwy jest wybór jednego z wariantów:

- testowanie Jednorodności prób
- testowanie równości frakcji dla poszczególnych kodów oraz testowanie Jednorodności prób.

#### Testowanie istotności zależności statystycznej i korelacji

Program KDR wykonuje obliczenia w jednym z sześciu wybieranych zakresów dotyczących:

##### a) grup korelowanych:

- we wszystkich grupach,
- w wybranych grupach,

##### b) cech korelowanych:

- każda cecha z każdą
- wybrane pary cech,
- wybrana cecha z pozostałymi.

Po wybraniu zakresu następuje ewentualnie jego uszczegółowienie. Wybór współczynnika dla kolejnych par prób dokonywany jest automatycznie w zależności od skali cech i wyników oceny normalności w sposób podany w poniższej tabelicy:

Tablica 2

I Cecha	II Cecha			
	Skala przedziałowa rozkład normalny	Skala przedziałowa rozkład różny od normalnego	Skala porządkowa	Skala nominalna
Skala przedziałowa rozkład normalny	PEARSON	SPEARMAN	SPEARMAN	CRAHER
Skala przedziałowa rozkład różny od normalnego	SPEARMAN	SPEARMAN	SPEARMAN	CRAHER
Skala przedziałowa rozkład normalny	PEARSON	SPEARMAN	SPEARMAN	CRAHER
Skala przedziałowa rozkład różny od normalnego	SPEARMAN	SPEARMAN	SPEARMAN	CRAHER
Skala porządkowa	SPEARMAN	SPEARMAN	SPEARMAN	CRAHER
Skala nominalna	CRAHER	CRAHER	CRAHER	CRAHER

Na wydruku podawane są następujące wyniki: numer grupy, numery cech, liczności prób, kod współczynnika, wartość współczynnika, wyznaczony poziom istotności oraz współczynnik wiarygodności.

Poziom istotności przyjmuje jedna z trzech postaci:

$$p < 0.01$$

$$p > 0.1$$

$$p \in [0.01, 0.1]$$

We wszystkich przypadkach za wyjątkiem współczynnika Crahera stosuje się dwustronny zbiór krytyczny.

Uruchomienia programu dokonuje się dyrektywa RIJN KOR, a następnie podaje nazwę zbioru danych i zakres obliczeń.

## WIELOWYMIAROWA ANALIZA STATYSTYCZNA

### Analiza regresji

Obliczenia wykonuje się wykorzystując programy: REG1, REKRO, RWIEL oraz WREST. Programy te realizują następujące funkcje:

REG1 - regresja liniowa

REKRO - regresja liniowa wielu zmiennych-program iteracyjny

RWIEL - regresja wielomianowa jednej zmiennej

WREST - regresja wielomianowa wielu zmiennych

Programy REKRO, RWIEL, WREST wykorzystują metodę dołączania. Dołączanie nowych członów do równania regresji przerywa się w momencie uzyskania wymaganej dokładności estymatora.

### Analiza czynnikowa

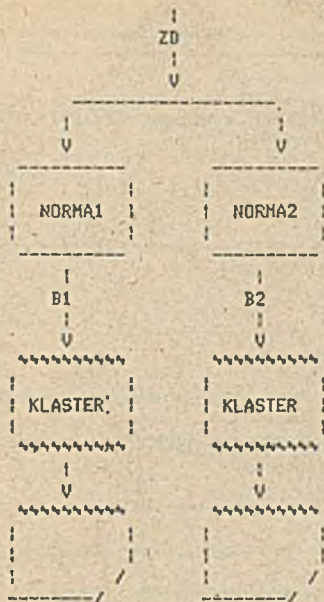
Obliczenia wykonuje się wykorzystując program CZYN. Uruchamianie programu dokonuje się dyrektywą RUN CZYN a następnie podaje się nazwę zbioru danych. W dalszej kolejności określa się, czy drukować wyniki pośrednie /macierz korelacji, wartości i wektory własne/ oraz podaje liczbę czynników. Po zakończeniu obliczeń na podstawie zapamiętanych wyników pośrednich można szybko uzyskać macierz czynników dla innych liczb czynników. Program zakłada automatycznie dwa zbiory robocze o nazwach XX oraz XXX. W pierwszym z nich zapamiętana zostaje macierz korelacji, która można wydrukować używając programu DRUK.

### Analiza skupień

Obliczenia wykonuje się wykorzystując programy NORMA1, NORMA2, KLASSTER.

Na rys.2 przedstawiono schemat przetwarzania przy wykonywaniu analizy skupień.





Rys. 2 Schemat przetwarzania podczas analizy skupien

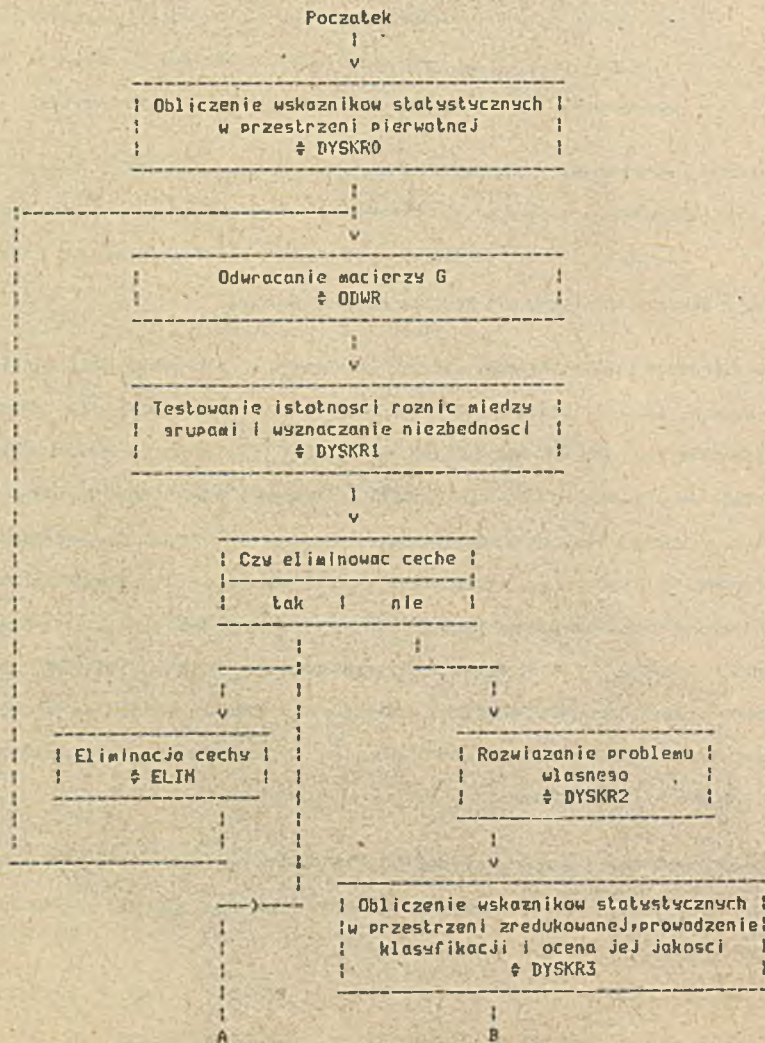
W pierwszym etapie obliczen nalezy wyznaczyc w oparciu o standardowy zbior danych macierz odleglosci. Dokonuje sie to dyrektywa RUN NORMA1 (laczenie obiektow) lub RUN NORMA2 (laczenie cech). Obliczona macierz zostaje zapamietana w zbiorze o podawanej nazwie. Programy NORMA1 i NORMA2 zakladaja dwa zbiory robocze o nazwach XX oraz XXX. Zbior o nazwie XX jest zbiorem standardowym. Zbior ten zakladany przez program NORMA1 zawiera standaryzowane wartosci cech, natomiast zbior zakladany przez program NORMA2 - wspolczynniki korelacji Pearsona. W trakcie obliczen programem NORMA2 mozliwe jest wydrukowanie wspolczynnikow korelacji czastkowej. Wydruk zawartosci zbiorow roboczych mozna dokonac programem DRUK. Po wyznaczeniu macierzy odleglosci zbiory robocze nalezy skasowac.

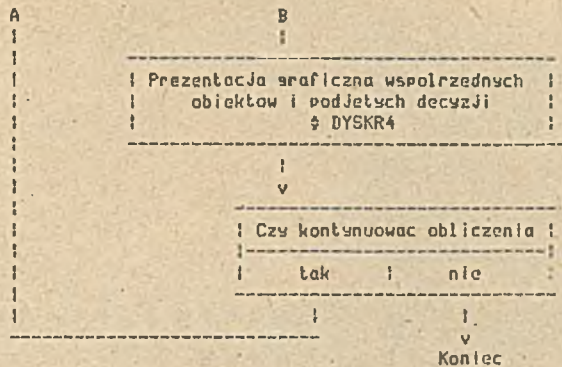
W drugim etapie nalezy uruchomic program KLASTER w oparciu o obliczona macierz odleglosci. Program zaklada dwa zbiory robocze o nazwach XX oraz XXX, ktore po zakonczeniu obliczen nalezy skasowac.

Wielowymiarowa analiza wariancji i analiza dyskryminacji

Obliczenia wykonuje się wykorzystując programy DYSKRO, ODWR, DYSKR1, ELIM, DYSKR2, DYSKR3, DYSKR4.

Na rys.3 przedstawiono schemat przetwarzania, łącznie z funkcjami poszczególnych programów.





Rys.3 Schemat przetwarzania podczas wielowymiarowej analizy  
wariancji i analizy dyskryminacji

Macierz B odwracana w drugim etapie analizy jest jedną z trzech podstawowych macierzy wykorzystywanych w trakcie obliczeń, charakteryzuje ona rozproszenie w grupach. Rozwiązany problem własny określony jest obliczonymi macierzami; wyznaczone rozwiązanie (wektory własne) podaje sposób przekształcenia cech mierzonych w cechy dyskryminacyjne.

Z zamieszczonego schematu wynika możliwość wykonywania obliczeń w dwojaki sposób. W sposobie pierwszym prowadzi się eliminację kolejnych cech aż do uzyskania podzbioru cech istotnych (czas uruchomienia programów ODWR, DYSKR1, ELIN), po czym dopiero następuje analiza dyskryminacji. W sposobie drugim dla aktualnego podzbioru cech wykonuje się wszystkie etapy analizy, po których można wyeliminować cechy o najmniejszej niezbędności.

Dla wykonania obliczeń należy wprowadzić dyrektywę BAUTO i udzielając odpowiedzi na zadawane na ekranie monitora pytania.

W trakcie analizy zakładane są dwa zbiory robocze o nazwach XXXXX oraz YYYYY, które po zakończeniu obliczeń należy skasować.

dr inż. Kazimierz Frączkowski

KOMPUTERY SZÓSTEJ GENERACJI  
W ŚWIETLE BADAŃ  
BIOCYBERNETYCZNYCH

Porównanie mózgu człowieka z komputerem można rozpatrywać w kategoriach psychologicznych.

Reno Descartes, J. D. Lemetrie i inni myśliciele X V I I i X V I I I wieku wyobrażali sobie układ nerwowy jako coś przypominającego zegar, pozytywkę, zabawkę hydrauliczną czy ówczesny automat w rodzaju tańczącej baletnicy.

W X I X wieku uczeni rozpatrywali go w kategoriach maszyny parowej, a na początku X X wieku uważali, że jest podobny do automatycznej centrali telefonicznej. Można zatem sądzić, że porównania dzisiejsze są unowocześnioną analogią.

Człowiek od dawna był skłonny porównywać to, co cenił u siebie najwyżej, z tym, co na danym etapie rozwoju uważał za twór najbardziej doskonały.

Co do skojarzeń "mózg elektrony" - komputer można mieć wiele zastrzeżeń ponieważ :

1. W takich porównaniach należy mieć pewność co do zasad działania obiektów będących przedmiotem porównania.
2. Każde narzędzie w rękach człowieka, poprzez funkcje usługowe pełni rolę wspomagającą dalsze poznanie, a nie kreującą.

3. Komputer, jak wiele wytworów ludzkiego umysłu został stworzony ponieważ, jak powiedział Charles Babbage, "Nie ma żadnego powodu, dla którego nie możnaby ułatwić pracy umysłowej w taki sam sposób, jak to czynimy z pracą fizyczną - stosując maszyny". Ponadto rozwój i możliwości aplikacyjne komputerów zmieniają się dynamicznie, więc przedmiot porównań z wielu przyczyn stał się obszarem szczególnego zainteresowania.

Patrzeć na mózg człowieka jako ośrodek przetwarzania informacji, czy ściślej spostrzeżenie, że mózg przejawia aktywność elektryczną, datuje się od roku 1924. Wtedy to Berger wykazał spontaniczną aktywność elektryczną mózgu człowieka, tzw. EEG, jako przejaw pracy nad obsługą procesów życiowych. W 1939 roku Davis przedstawił możliwość rejestracji charakterystycznych załamków potencjałów elektrycznych odbieranych ze szczytu czaszki człowieka, które były następstwem bodźców słuchowych, wzrokowych i czuciowych, tzw. potencjałów wywołanych (PW). W tym momencie można było sądzić, że mamy źródło informacji o jego pracy i pozostaje tylko problem jej zrozumienia. Na przestrzeni minionych lat zainteresowanie badaniami EEG ciągle wzrastało i z niedużym opóźnieniem rozwijały się prace nad PW.

Te ostatnie mają posłużyć jako źródło poznania struktury i funkcji wyższych czynności układu nerwowego.

W okresie intensyfikacji prac nad tym zjawiskiem następował ciągły postęp w dziedzinie narzędzi badawczych, w tym czołową rolę odgrywał komputer.

W 1959 roku, w Massachusetts Inst. of Technology, Rosenblich za pomocą ARC (Average Response Computer - komputer uśredniający odpowiedzi) rozpoczął uśrednianie potencjałów wywołanych.

Od 1962 roku powstają specjalizowane systemy komputerowe rejestrująco - analizujące prace mózgu.

Istnieje pogląd, że matematyczne (komputerowe) opracowanie zapisów EEG, PW przyczyniło się do dalszego poznania czynności bioelektrycznych mózgu. Można jednak postawić hipotezę, że rezultaty tych badań są znacznie skromniejsze niż oczekiwania z początku lat sześćdziesiątych.

Jest grupa badaczy, którzy uważają, że automatyczna analiza sygnałów bioelektrycznych w pełni nie została zrealizowana. Inni twierdzą, że rezultaty są zadowalające, tylko etap aplikacji klinicznych jest niedostateczny. Złożoność niektórych analiz jest tak duża, że stosowany aparat matematyczny nie przemawia do tych, którzy z tego mają korzystać, czyli lekarzy. Wielu, którzy to rozumieją, nie znajdują dla odmiany problemów neurofizjologicznych.

Oprócz niewątpliwych rezultatów, z punktu widzenia poznawczego można się obawiać, że nie nastąpiło wzajemne zrozumienie partnerów - "mózgu elektronowego" z mózgiem człowieka.

Dialog jest prowadzony różnymi językami i chyba możemy mówić o zrozumieniu charakteru wypowiedzi, ale istota przepływu i przetwarzania informacji jest w sferze hipotez.

Równolegle następował w tym okresie rozwój technik komputerowych, od konstrukcji wykorzystujących przekładniki (1941 rok, Konrad Zuse, komputer Z-3, na 2600 przekładnikach) do komputerów piątej generacji, jako wynik realizacji inicjatywy japońskiego ministerstwa MITI z 1979 roku. Projekt został nazwany Fifth Generation Computer Project. Czołowe postacie tego projektu to profesorowie THURO MATO-OKA oraz KASUCHIRO FUCHI. Można generalnie powiedzieć, że założenia konstruktorów i sponsorów tego przedsięwzięcia są następujące :

- zbudowanie komputerów o przetwarzaniu równoległym,
- konstrukcja języka maszynowego oparta na logice predykatów,
- procesor baz danych, w którym język opisu danych i język zapytań miałyby być również oparte na logice predykatów,
- inteligentny interfejs człowiek - maszyna,
- bazy wiedzy.

Systemy piątej generacji realizowane będą w oparciu o układy bardzo dużej skali integracji (VLSI) projektowane przy pomocy systemów projektowania wspomaganego komputerowo (CAD). Pod uwagę bierze się przede wszystkim maszyny typu DATA FLOW. Planuje się zbudowanie maszyny wnioskującej o następujących parametrach [4]:

- szybkość wnioskowania 100 MLIPS do 1 GLIPS (LIPS - wnioskowanie na sekundę; 1 LIPS to w przybliżeniu od 100 do 300 instrukcji),
- objętość pamięci (łącznie z pamięcią zewnętrzną) od 100 do 1000 GB,
- system odpowiedzi na pytania, 5000 słowników i 10000 reguł.

Pomimo tych prób i wielu pozytywnych rezultatów prac, aktualnie wyraźnie zarysowała się bariera wynikająca z technologii wytwarzania układów scalonych VLSI o upakowaniu zbliżonym do struktur nerwowych w mózgu.

W tym momencie uświadomiono sobie bardzo wyraźnie, że dalszy postęp może nastąpić tylko poprzez zmianę podstawowego budulca współczesnych komputerów, tj. krzemu, jak i architektury logicznej, czyli założeń maszyny sekwencyjnej Von Neumana.

W tej sytuacji dwa kierunki badań mające różne cele, poprzez narzędzie badawcze, znalazły wspólny mianownik - poznanie działania systemu nerwowego, jego funkcji, zasad przesyłania, przetwarzania, magazynowania informacji itp., w celu budo-

wy komputerów szóstej generacji w oparciu o sztuczną inteligencję (artificial intelligence) wykorzystując bezpośrednio kopię obwodów w mózgu, z ich hardware'm i software'm .

### I. Współczesne metody badania struktury i funkcji mózgu oraz sieci neuronowych.

Współczesne metody badania struktury i funkcji mózgu, sieci neuronowych, pojedynczego neuronu oraz jego elementów składowych są bardzo zróżnicowane pod względem metod i środków stosowanych w tych badaniach. Z pewnym uproszczeniem można wyróżnić takie metody jak :

1. Metody anatomiczne
2. Metody biochemiczne i farmakologiczne
3. Metody elektrofizjologiczne.

Ad. 1. W tych metodach duży postęp nastąpił wraz z rozwojem elektroniki czyli mikroskopii elektronicznej (1931 r.) oraz technik barwienia. W tym obszarze można wyróżnić takie prace jak :

- badania morfologiczne synaps,
- transport eksonalny wsteczny - badania połączeń mózgu,
- radioaktywna dezoksyglukoza w badaniach aktywności mózgu itp.

Ad. 2. Metody biochemiczne i farmakologiczne bazują na możliwości zakłócenia i sterowania wielu układów neuromediacyjnych. Są to metody pośrednie i pozwalają prowadzić badania poznawcze w obszarze :

- badań receptorów w mózgu poprzez analizę wiązania ligandów,
- biochemiczne metody badania synaps,
- wewnątrzkomórkowe ingerencje chemiczne.

Ad. 3. Metody elektrofizjologiczne badania mózgu są chyba najważniej śledzone, a wyniki wnikliwie analizowane z dwóch



punktów widzenia.

Po pierwsze w aspekcie neurometrii - jako badania neurofizjologiczne, psychofizjologiczne i kliniczne.

Po drugie w kontakcie patrzenia na mózg i struktury neuronowe jako ośrodek przetwarzania, magazynowania, selekcji i percepcji informacji. Ten ostatni aspekt jest przedmiotem szczególnego zainteresowania.

Obecny stan wiedzy o neuronalnym kodowaniu, przechowywaniu i odtwarzaniu informacji pochodzi z badań elektrofizjologicznych. Badania te oparte są na czynności pojedynczych neuronów, zapisie elektroencefalograficznym i potencjałach wywołanych pojedynczych neuronów u zwierząt i ludzi. Tradycyjne metody analizy i oceny zapisu EEG lub uśrednione potencjały wywołane są w istocie jakościowe i subiektywne, opierają się na indywidualnym i zróżnicowanym przygotowaniu i doświadczeniu odczytującego zapis. Włączenie komputerów do analizy zjawisk elektrofizjologicznych oraz opracowanie odpowiednich programów analizy zjawisk bioelektrycznych odnoszących się do określonych zdarzeń, stworzyło podstawy do nowej ilościowej i obiektywnej metody analizy zjawisk bioelektrycznych mózgu zwanej neurometrią /neurometrics/. Neurometria zakłada ilościowy i obiektywny sposób analizy i oceny czynności mózgu w normie i patologii mózgowej. Metoda ta opracowana została przez E. R. Johna. Teoretycznie, metoda neurometrii może znaleźć zastosowanie w wielu dziedzinach medycyny: neurologii, psychiatrii, okulistyce, audiologii, pediatrii, neurochirurgii, neuropsychologii, neurofizjologii oraz modelowaniu struktur neuropodobnych. Praktyczne zastosowanie rodzi się powoli. Metoda ma charakter interdyscyplinarny i otwiera nowe możliwości badawcze, począwszy od problemów neurodynamicznych do psychodynamicznych, od

odbioru bodźców czuciowych do badania wrażeń i funkcji poznawczych.

Neurometria stworzona przez E. R. Johna opiera się na programie napisanym w języku FORTRAN IV na komputer PDP 11/45. Program ten ulega stałym modyfikacjom. W pierwszej fazie opierał się na analizie 300 000 cech bioelektrycznych mózgu. Wkrótce okazało się, że liczba ta może być zredukowana do 20 000 - 30 000, a w praktyce, obecnie, opiera się na analizie 2 500 cech bioelektrycznych mózgu. Brak opracowania norm dla poszczególnych parametrów potencjałów wywołanych ogranicza możliwość metody. Program w pierwszej wersji napisany został przed 6 laty, a podstawy teoretyczne uzyskano w ciągu ostatnich 25 lat.

Zasadniczym elementem w tych badaniach było stosowanie pojedynczych rytmicznych bodźców i korelowanie zjawisk bioelektrycznych mózgu z różnymi formami zachowania bezwarunkowego i warunkowego. Zastosowanie rytmicznych (i krótkotrwałych, pojedynczych) bodźców w procesie uczenia wykazuje, w przeciwieństwie do bodźców ciągłych, liczne korzyści. Każdy bowiem rytmiczny bodziec posiada, niezależnie od modelności, swoisty dla danego rytmu znacznik czasu, podobnie jak pierwiastek izotopowy w obrazie radiologicznym. Dzięki takiej właściwości, bodziec warunkowy wywołujący w pierwszym okresie czasowo-związaną elektrofizjologiczną odpowiedź, w następstwie okreslenia wywołuje również czasowo-związane zjawiska behawioralne. Tak więc elektrofizjologiczne zjawiska pozwalają śledzić neuronalną modyfikację czynności mózgu, np. w procesie uczenia i pozwalają również śledzić dynamiczną lokalizację procesów poznawczych pamięci in statu nascendi, czyli pamięci trwałej. W zapisywanej poprzez czaszkę czynności elektrycznej mózgu

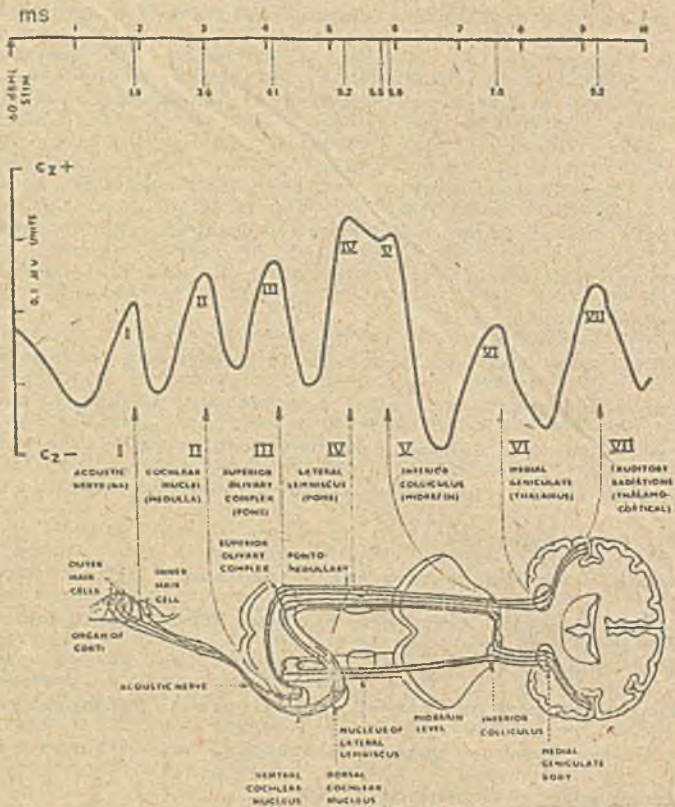
występują dwie klasy zjawisk : ciągła, stała czynność EEG i fazowe potencjały elektryczne czasowo związane i odnoszące się do bodźców specyficznie czuciowych, ruchowych lub poznawczych. Oba zjawiska elektryczne reprezentują zsumowane pola elektryczne dużej liczby brzoń neuronów zachowujących się synchronicznie. Spektralna analiza zapisu EEG wykazuje pewną użyteczność, dostarczając wskaźników czynności podstawowej EEG dla określenia pewnych stanów mózgu, jak np. poziomów czuwania czy stadiów snu.

Natomiast dla fazowych procesów percepcji czy poznania, ciągła czynność podstawowa nie przedstawia większej wartości. W przeciwieństwie do tego, wyodrębniono pewną liczbę potencjałów wywołanych u człowieka, które są korelowane ściśle ze swoistymi rodzajami czucia i procesu poznania.

Potencjały wywołane są to związane czasowo z bodźcem potencjały powstające w wyniku swoistych zdarzeń, którymi mogą być wejścia bodźców czuciowych, wyjścia odpowiedzi lub jakiegoś pośrednie stadia czuciowych czy poznawczych procesów. Potencjały wywołane są zawsze związane mniej lub bardziej bezpośrednio z dającymi się zauważyć zdarzeniami. [8]

## II. Technika badania PW .

W zakresie rejestracji i analizy PW wyróżniamy : potencjały wczesne, głównie dotyczące odpowiedzi z pnia mózgu (Brainstate Auditory Evoked Potentials BAEP), oraz późne z kory mózgu - słuchowe (Auditory Evoked Potentials - AEP) i wzrokowa (Visual Evoked Potentials - VEP). W praktyce stosuje się dwa podejścia badawcze. Jedno, oparte na analizie odpowiedzi uśrednionych i drugie, sprowadzające się do rejestracji i analizy pojedynczych odpowiedzi w systemach komputerowych. [2]



Rys. 1. Droga słuchowa oraz odpowiedź pniowa ze szczytu po stymulacji klikiem o poziomie 60 dBHL z czasem rejestracji 10 ms.

Odtwarzanie i analiza PW z tła czynności podstawowej EEG najczęściej sprowadza się do wykorzystania takich technik, jak: średniowanie, filtracja, selekcja, analiza fazowa, częstotliwościowa itp.

Technika badania i rejestracji jest bardzo złożona, między innymi poprzez bardzo mały poziom sygnału, który np. przy potencjalach pniowych jest rzędu  $0.1 \mu V$ , [7], rys. 1.

Do badań tych należy używać specjalizowaną aparaturę z komputerem, i tu do najnowszych można zaliczyć: fast brainstate analyzer czy slow brainstate analyzer, interoperation monitoring. [8]

Wszystko wskazuje na to, że badania z tego obszaru będą w centrum uwagi wielu laboratoriów, a wynikami w równym stopniu są zainteresowani biolodzy, lekarze, jak i wielki przemysł komputerowy.

Aby prace z dziedziny badania struktur nerwowych mogły znaleźć praktyczne wykorzystanie w konstrukcji komputerów "szóstej generacji", musimy mieć świadomość, jaką potęgą jest psychika w mózgu oraz ogniskowanie uwagi na psychicznych i elektrycznych podstawach w komórkach narządów zmysłu, a szczególnie nerwu wzrokowego, jako procesu informacyjnego. Wtedy będziemy mogli dyskutować, jak bazę krzemową adoptować do przybliżenia mózgu i jak taką potęgę wykorzystać do procesów dużej szybkości. Dzisiaj układy scalone, ich szybkość, stopień upakowania (tj. ilość jednostek logicznych, inaczej podstawowych bramek, na jednostkę powierzchni czy objętości), robi duże wrażenie, niemniej porównanie tych osiągnięć techniki i technologii z tym, czego w procesie ewolucji dopracowała się natura, zmusza do refleksji i pokory.

Aktualnie symulacja 10 ms kompletnego procesu w pojedynczej komórce nerwowej w retinie - wymaga rozwiązania około 500 symulacyjnych nieliniowych równań różniczkowych, a 100 cykli zabrałoby oddzielne minuty procesora superkomputera Cray. Wykonanie operacji, jakie zachodzą w 10 mln lub większej ilości

komórek w ciągu każdej sekundy, zabrałoby komputerowi Cray 100 lat. Jak podpatrzeć, jak zrobić ten imponujący "bio - materiał" do konstrukcji przyszłych komputerów - to wielki temat.

Współczesne metody badawcze, opierające się na metodach rejestracji przy pomocy submikronowych elektrod umieszczonych w pobliżu pojedynczych komórek w żywych mózgach i w kulturach tkankowych, dały dużą ilość informacji o funkcjonowaniu komórek na poziomie software'u i hardware'u.

Takie elektrody pozwalają na rejestrację potencjałów czynnościowych poprzez penetrację wnętrza komórki tj. potencjału wewnątrzkomórkowego z synapsy, będącej aktywowaną na dendrycie obwodowym. Te badania umożliwiają poznanie charakterystyki i właściwości komórek nerwowych, ich fragmentów, a nawet właściwości błon komórkowych i białek wbudowanych do tych błon.

Aż do chwili obecnej było trudno odtworzyć z tych parametrów fizycznych model submikronowy oparty o te pomiary, a mianowicie :

I Modelowanie struktur w układzie 3 - wymiarowym

II Modelowanie elektroniczne 2 - wymiarowe

Badania te ujawniły bardzo ważną rolę kształtu we wszystkich działaniach i kontroli.

Największą trudność stanowiło odtworzenie modelu fizycznego czy też elektrycznego, mimo wiadomości o długości, średnicy itp., ponieważ nie można było utworzyć 3 - wymiarowego modelu, korzystając ze zwykłego mikroskopu (o rozdzielczości do 1  $\mu\text{m}$ ). Dopiero mikroskopia skaningowa pozwoliła na poznanie 3 - wymiarowej struktury komórki nerwowej.

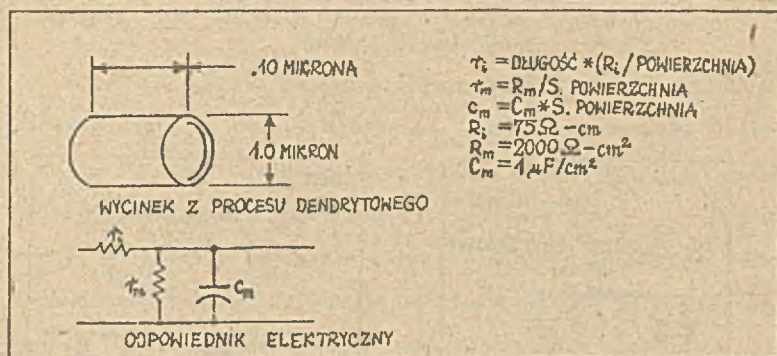
Łączenie właściwości elektrycznych z kształtem 3 - wymiarowym pozwoliło modelować prace komórki nerwowej. Jeżeli

ważniemy pasywną stronę działania komórki tj. synapsę z dendrytem, to dendryty komórek mózgowych mają rusztowanie kontrolujące (ustalające) kształt rozgałęzienia.

Można w tym modelu mówić o rusztowaniu, jako szczególnie ważnym czynnikiem w docieraniu informacji do komórki nerwowej. Dendryt pokryty jest błoną - izolatorem z fosfolipidów, które mają specyficzne właściwości: opór i pojemność.

Wewnętrzna aksoplazma (axoplazma) jest silnie przewodząca. Można ją porównać do metalowego drutu; dendryt - do kabla elektrycznego.

Przebieg nerwu możemy przedstawić jako drobinę (sieć drobinia-  
stą) złożoną z pasywnych oporników i kondensatorów (rys.2).



Rys. 2. Elektryczny odpowiednik fragmentu dendrytu.

Wartości skalkulowano na podstawie badań eksperymentalnych różnych kształtów i różnych typów komórek. Konstruktorzy układów scalonych znają specyficzne oporności (polisilikonu) polikrzemu i (silikonu) krzemu i warstw metalowych; i mogą złożyć całkowitą szcieżkę obliczając oporności i pojemności.

Specyficzne pojemności fosfolipidów wynoszą  $1 \mu\text{F} / \text{cm}^2$ . Możemy zatem je zmierzyć i przemnożyć przez całkowitą pojemność błony komórkowej. Fragment dendrytu przedstawiony na rysunku 2 ma

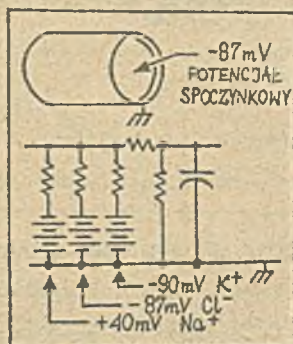
całkowitą pojemność  $1.57 \times 10^{-10}$   $\mu\text{F}$ , opór błony wynosi  $1.27 \times 10^2 \Omega$ , a opór liniowy  $9.55 \times 10^4 \Omega$ .

### Komórka nerwowa jako dawca energii elektrycznej

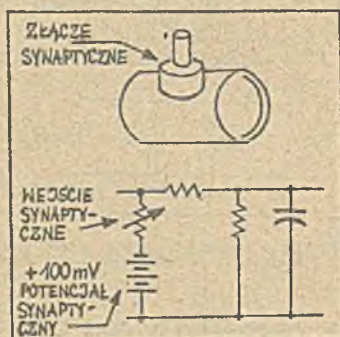
Dawcę energii komórki możemy przedstawić jako serię baterii (ogniw) w zestawieniu z opornikami. Każda reprezentuje różnorodną koncentrację jonów poprzez błonę komórkową. Napięcie baterii, specyficzne dla koncentracji jonów jest determinowane przez równanie Nernsta, opisujące spoczynkową różnicę potencjału błonowego :

$$E_x = \frac{RT}{F} \ln \frac{[K^+]_z}{[K^+]_w}$$

Inaktywacja sodowa  
i aktywacja potasowa



Rys. 3. Elektryczny odpowiednik zasilania komórki nerwowej.



Rys. 4. Elektryczny odpowiednik wejścia synaptycznego.

$E_x$  - potencjał równowagi dla jonów  $K^+$

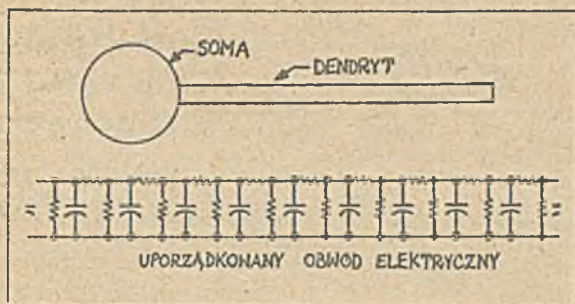
$T$  - temperatura absolutna

$[K^+]_z, [K^+]_w$  - stężenie jonów potasowych na zewnątrz i wewnątrz neuronu

$R$  - stała gazowa

$F$  - stała Faradaya





Rys. 5. Model elektryczny komórki nerwowej.

#### Synapsa lub nerwowa branka "scalona" obwodu

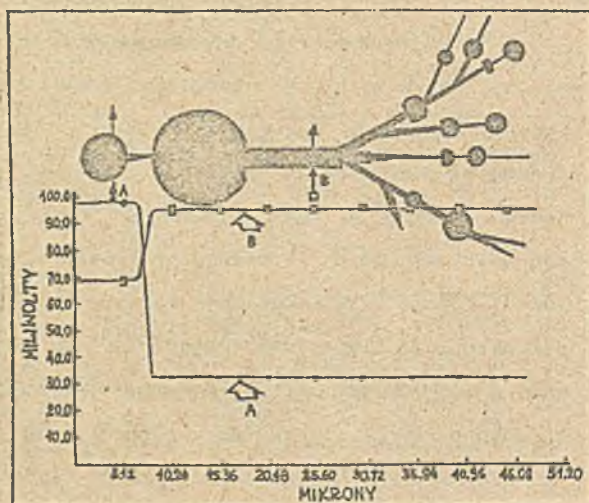
Można myśleć, że synaptyczne wejścia są kontrolowane napięciem opornika błony, złożonego z ogniwa jonowym. W niektórych przypadkach ogniwo może dawać prądy dodatnie wewnątrz dendrytu, a czasem ujemne (rys. 4).

Kiedy napięcie w synapsie wzrasta, zostają zwolnione neurotransmitery, które naruszają przepuszczalność błon dla różnych jonów. Typowe wejście ma opór synaptyczny  $5.0 \cdot 10^4 \Omega$ , a w czasie aktywacji  $5.0 \cdot 10^8 \Omega$ . Wynik końcowy nie jest prostą zależnością od funkcji ogniwa synaptycznego, ale także zależy od  $r_m$  (oporu błony),  $r_i$  (oporu osiowego) i  $c_m$  (pojemności błony). Te wartości są kontrolowane przez kształt komórki i geometrię komórki, i mogą być przyczyną kontrolowania siły synapsy.

#### Komórka amokrynowa siatkówki - obwód elektryczny

Komórka amokrynowa siatkówki zrekonstruowana została przez komputer w serii elektronowych mikrofotografii. Komórka

amokrynowa jest bardzo interesująca z uwagi na bardzo nieregularną geometrię z żyłakowatymi rozszerzeniami. Rekonstrukcja komórki może być przedstawiona w formie prostego rysunku geometrycznego (rys. 6). Z rysunku widać, że obraz ten można zredukować do równoważnego obwodu elektrycznego używając oporu błony, oporu osiowego, pojemności błony, aby utworzyć drobniastrą sieć, taką jak na rysunku 5. Pluton pobudzał komórkę w dwóch punktach A i B (rys. 7). Wyjście synaptyczne składa się z oporu i ogniwa 100 mV (rys. 4). Wyjście synapsy jest modelowane jako szybkie obniżenie oporu synapsy na 50 ms i potem powrót do wysokiej wartości.



Rys. 6. Komputerowa rekonstrukcja komórki nerwowej w serii elektronowych mikrofotografii.

Rys. 7. Elektryczny model komórki nerwowej przedstawionej na rys.6, oraz przebieg reakcji elektrycznych w formie pików odpowiedzi, rejestrowanych na pisaku (wg dr S. Elliasa, Massachusetts General Hospital, Harvard Medical School).

Dalsza część rys.7 pokazuje maksymalny pik tej odpowiedzi wewnątrzkomórkowej na pisaku wzdłuż ciemnej części komórki podczas aktywacji synapsy. Każda linia przedstawia wierzchołek (szczyt) napięcia. Jako, że komórki te są interneuronami, nie mają aksonu, czy też nie mają swojego potencjału czynnościowego. Mają natomiast wiele wyjść synaptycznych do innych przyległych komórek dwa z nich zaznaczone są strzałkami. Wyjścia A i B są identyczne. Jednak, efekty różnią się zasadniczo w zależności od pobudzenia A lub B. Wejście B daje o wiele większy efekt na wyjściu A i jest porównywalne do efektu wejścia A na wyjście B.

Synapsa B aktywuje oba wyjścia A i B, a synapsa A tylko wyjście A. To proste działanie jest wywołane i kontrolowane przez kształt komórki. Można sobie wyobrazić różne inne możliwości np. aktywizujące obie synapsy, albo, kiedy inne wyjście jest aktywowane daleko na dendrycie. Tak więc analogowo-logiczne działanie komórki nerwowej jest kontrolowane przez geometrię komórki.

Taka "manipulacja" kształtem komórki może być rozumiana jako fizyczny plan "mózgu" używany do kontroli funkcji logicznych.

Czy potrafimy adaptować fizyczny plan mózgu  
do obwodów na bazie krzemu ?

To dręczące pytanie wynika z powyższych obserwacji - czyli, czy możemy zaadaptować te proste zasady zmiany trójwymiarowej geometrii do obwodów na bazie krzemowej, które będą mogły symulować przebiegi obwodów mózgowych. Odpowiedź brzmi: tak! - zupełnie prosto. To opinia Jack'a Kilby z Texas Instruments, którego ważne odkrycie doprowadziło przed 25 laty do pierwszego układu scalonego, w oparciu o półprzewodnik

krzemowy. Wraz z rozwojem technologii, w elemencie scalonym wytwarzano elementy czynne tj. tranzystory, bierne - rezystory i kondensatory. Nastąpiła więc możliwość stworzenia w krzemie reprezentacji fizycznej modelu komórki nerwowej.

Bezpieczniej będzie jednak stwierdzić, że musi upłynąć jeszcze trochę czasu dopóki całkowicie zrozumiemy przepływ - połączenie neuronów, ich możliwości do samoprogramowania. W międzyczasie będzie możliwe zrobienie bardzo szybkich, podobnych do neuronów (neuranlike), schematów, w oparciu o elementy ze sprzężeniem ładunkowym, z dobrze określoną strukturą i systemem teletransmisji. Będzie to miało miejsce przed powstaniem komputerów VI - generacji w oparciu o model neurologiczny.

#### L I T E R A T U R A

1. Ch. Honet and J. T. Mortimer "A technique of Collision Block of Peripheral Nerve Single Stimulus Analysis", IEEE TRANSACTIONS ON BIOMEDICAL ENGINEERING, vol. BME - 28 No. 5, May 1981
2. J. Jagielski, K. Frączkowski, A. Maciejowski "Komputerowe badania wywołanych potencjałów mózgowych", Wybrane Problemy Inżynierii Biomedycznej pod red. M. Nałęcza, PAN Warszawa 1983
3. J. K. Stevans "Reverse engineering the brain", 'BYTE', April 1985
4. K. Kaczmarczyk, M. Statkowski "Komputery piątej generacji", Prace naukowe Instytutu Cybernetyki Technicznej PWr nr 24, 1985
5. Kasuhiro Fuchi (interview) "Fifth Generation Computer From Dream to Reality", Electronic Business No. 1, 1984, A. Cahnes Publication
6. I. R. Guid et alii "The Manchester Prototype Dataflow Computer", Comm. of the ACM, Jan 1985, vol. 28 No 1
7. J.S. Stockard i J.E. Stockard, F.W. Sharbrough "Detection and Localization of Occult Lesions with Brainstem Auditory Responses", Mayo Clin Proc. 52 : 761 - 769, 1977
8. J. Majkowski "Neurometria - aspekt neurofizjologiczny, psychofizjologiczny i kliniczny", Nowe metody w badaniach mózgu, Ossolineum 1983.

mgr inż. Antoni KAWECKI

## DOŚWIADCZENIA Z WDRAŻANIA I EKSPLOATACJI SYSTEMU OPERACYJNEGO GEORGE-3 W ZI WÓW

W Zespole Informatyki Warszawskiego Okręgu Wojskowego od roku 1978 datuje się nowy jakościowo skok w zakresie komputerowej techniki przetwarzania. Dotychczasowy sposób postępowania w zakresie programowania i technologii przetwarzania systemów informatycznych oparty jedynie o technikę pracy pod egzekutorem operatorskim okazał się przestarzały i mało wydajny. Ośrodek Przetwarzania Informacji w tym czasie stanął przed szansą rozbudowy potencjału komputerowego opartą na zwiększeniu pamięci operacyjnej do 128 Ksłów oraz zainstalowaniu pamięci dyskowej o pojemności 8 x 60 Mzn. Zaistniały sprzyjające warunki do tego aby główny wysiłek ukierunkować na rozpoznanie i wdrożenie systemu operacyjnego SO GEORGE-3, dzięki któremu proces programowania i przetwarzania informacji można by uczynić oszczędniejszym czasowo i szybszym.

W związku ze zmianą konfiguracją dającej możliwość zwiększenia mocy obliczeniowej stało się realne wdrożenie do eksploatacji użytkowej systemu operacyjnego GEORGE-3. Kierownictwo Zespołu Informatyki stanęło w obliczu pytania: Komu powierzyć i kogo uczynić odpowiedzialnym za pilotowanie prac w tym zakresie? Utworzono w tym celu 3-osobową grupę, przed którą zadania stojące do wykonania podzielono na następujące etapy:

- I. rozpoznanie systemu operacyjnego pod względem możliwości i oprogramowania,
- II. zainstalowanie systemu w aktualnej konfiguracji zestawu komputerowego oraz jego przetestowanie,

- III. przeprowadzenie szkolenia dla kierowników instalacji ośrodków zewnętrznych,
- IV. przeprowadzenie szkolenia wewnętrznego dla potrzeb pionu projektowo-programowego,
- V. przeprowadzenie szkolenia dla programistów w skali sił zbrojnych,
- VI. wdrażanie systemów informatycznych do pracy pod kontrolą systemu operacyjnego GEORGE-3.

Etap I - obejmował wnikliwe i żmudne studiowanie bardzo obszernej dokumentacji z zakresu zarządzania systemem, instrukcji operatorskich oraz wymogów stawianych przez system w sferze oprogramowania. Okres ten, od którego uzależnione było powodzenie całego przedsięwzięcia trwał 1 rok tzn. od 1978 do 1979 r.

Etap II - obejmował zakres prac związanych z wydzieleniem odpowiedniej ilości pakietów dyskowych o pojemności 60 Mzn, charakteryzujących się wysoką jakością techniczną, z przeznaczeniem ich na osadzenie systemu operacyjnego GEORGE-3.

Aktualna konfiguracja zestawu komputerowego w ośrodku, tj. dysponowanie w tym czasie pamięcią operacyjną o pojemności 64 kśłów oraz pamięcią dyskową 60 Mzn w ilości 8 napędów, stwarzała realne możliwości wdrożenia SO GEORGE-3 i jego efektywnego wykorzystania. W roku 1980 wdrożono do eksploatacji użytkowej SO GEORGE-3 oraz przetestowano jego możliwości pod kątem zgodności z dokumentacją dostarczoną przez producenta. W wyniku testowania, system oceniono pozytywnie jako dający szerokie możliwości, szczególnie na etapie kompilacji i uruchomienia programów użytkowych, poprzez zautomatyzowanie tego procesu i zrezygnowanie z dotychczasowych mało efektywnych i czasowo pracochłonnych metod wsadowych wykorzystywanych przez pion projektowo-programowy. Okazało się również, że w przypadku wdrożenia systemów informatycznych do obsługi pod kontrolą systemu operacyjnego GEORGE-3,

proces technologii przetwarzania można zautomatyzować poprzez wyeliminowanie instrukcji operatorskich bezpośrednio wprowadzanych przez personel obsługujący komputer. Dodatkowa możliwość pozwalająca symulować zbiory różnych typów urządzeń w pamięci dyskowej stwarzała szanse wykorzystywania tych zbiorów w trybie off-line.

Etap III - po zainstalowaniu systemu operacyjnego GEORGE-3 w Zespole Informatyki Warszawskiego Okręgu Wojskowego z inicjatywy grupy wdrożeniowej w 1980 r. przeprowadzono szkolenie przyszłych kierowników instalacji w OW i RSZ. Etapem szkolenia objęto 8 osób, które przeszkolono w zakresie zarządzania systemem. Przekazano również gotowy, wygenerowany pakiet instalacyjny, pozwalający wdrożyć system operacyjny GEORGE-3 w innych ośrodkach obliczeniowych. Szkolenie to o charakterze teoretycznym i praktycznym dawało gwarancję na to, iż wdrażanie systemu operacyjnego GEORGE-3 w skali wojska odbywać się będzie w sposób wymagający minimalnych nakładów, a utworzone instalacje będą podobne.

Etap IV - to okres, w którym zaistniała potrzeba zapoznania pionu projektowo-programowego ZI WOW pod względem teoretycznym i praktycznym z możliwościami jakie daje system operacyjny GEORGE-3. W tym celu w 1981 roku przeprowadzono szkolenie wewnętrzne dla projektantów i programistów, na którym przeszkolono 13 osób. Główny akcent szkolenia położono na praktyczne opanowanie języka koment, co pozwalało w przyszłości oczekiwać efektywnego gospodarowania zasobami komputerowymi w tym systemie. Okazało się, że efektywne wykorzystanie możliwości systemu operacyjnego przez pion projektowo-programowy jest możliwe i celowe tylko wówczas, jeśli zostaną zainstalowane terminale /końcówki MOP-u/, a w perspektywie monitory ekranowe, co pozwoliłoby na realizowanie zadań pierwszoplanowych.

Etap V - przypadający na 1982 rok, to okres w którym ośrodki obliczeniowe OW i RSZ wdrożyły praktycznie system operacyjny GEORGE-3 bazując na adaptowanej z ZI WOW instalacji.

Natomiast brak wyszkolonej kadry w tych ośrodkach nie pozwalała na praktyczne wykorzystanie możliwości systemu operacyjnego, dlatego ZI WOW wystąpił z propozycją zorganizowania kursu programowania w języku komend SO GEORGE-3 w skali sił zbrojnych dla projektantów i programistów. Kurs taki odbył się w GDYNI w marcu 1982 r. na którym przeszkolono około 40 osób. Należy stwierdzić, że począwszy od 1982 roku wszystkie Zespoły Informatyki OW oraz RSZ weszły w etap samodzielnych prac w zakresie eksploatacji i rozwijania instalacji systemu operacyjnego GEORGE-3.

Etap VI - w toku prac instalacyjnych systemu operacyjnego GEORGE-3, a następnie projektowania i uruchamiania oprogramowania systemów informatycznych /SI/ do użytkowania pod kontrolą SO GEORGE-3, wyłoniła się pilna potrzeba dokonania dodatkowych ustaleń technologicznych, których szczegółowość wykraczała poza ramy dostępnych opracowań. Niezbędne stało się opracowanie metodyki precyzującej założenia eksploatacyjne SO GEORGE-3, technikę projektowania, obowiązki osób funkcyjnych, a także stosowną terminologię.

W latach 1980-1981 grupa wdrożeniowa z ZI WOW podjęła pracę w zakresie opracowania trzech podstawowych dokumentów niezbędnych dla prawidłowej eksploatacji SO GEORGE-3, stanowiących podstawę do dalszych prac w zakresie wdrażania systemów informatycznych do pracy pod kontrolą SO GEORGE-3. Powyższe dokumentacje zostały opracowane i rozpowszechnione do praktycznego wykorzystania we wszystkich organach informatyki OW i RSZ pod następującymi tytułami:

1. Metodyka oprogramowania, wdrażania i eksploatacji systemów informatycznych pod kontrolą systemu operacyjnego GEORGE-3.
2. Dokumentacja programowa i eksploatacyjna systemu automatycznej gospodarki taśmami magnetycznymi /SAG/.
3. Dokumentacja organizacyjno-technologiczna wdrażania i eksploatacji systemu organizacyjnego GEORGE-3 dla EMC ODRA-1305 z zestawem pamięci dyskowej o pojemności 4 x 8 Mzn.



Zaprezentowany w powyższych dokumentacjach materiał opracowano zgodnie z doświadczeniami nabytymi w okresie instalowania i testowania SO GEORGE-3. W ramach powyższych publikacji przedstawiono praktyczny sposób wykorzystania oprogramowania wspomagającego pracę systemu operacyjnego i umożliwiającego opracowywanie nowych "makro komend" oraz zadań spełniających wymagania uniwersalności i powielarności w innych ośrodkach obliczeniowych.

Przedstawiona w opracowaniach technika projektowania oraz oprogramowania systemów informatycznych pod kontrolą SO GEORGE-3 pozwoliła na:

- skrócenie czasu opracowywania algorytmów dla "makro komend" i opisu zadań;
- skrócenie czasu poprawnego kodowania w/w algorytmów w języku komend SO GEORGE-3;
- ustalenie jednolitej technologii wdrażania i eksploatacji SI pod kontrolą SO GEORGE-3;
- zaautomatyzowanie całego procesu przetwarzania SI;
- zwiększenie efektywności eksploatacji SI;
- stworzenie możliwości ustalenia i opracowania najefektywniejszej technologii eksploatacji SO GEORGE-3;
- umożliwienie utworzenia struktury organizacyjnej OPI zapewniającej sprawniejszy obieg dokumentów i informacji;
- uproszczenie dotychczasowego procesu przetwarzania SI;
- zwiększenie stopnia niezawodności obsługi SI, poprzez zmniejszenie wpływu błędów obsługi operatorskiej EMC na proces przetwarzania systemu.

Innym celem powyższych opracowań było wyszczególnienie i standaryzacja podstawowych przedsięwzięć i kolejności prac, które należy wykonać dla możliwie sprawnego i szybkiego oprogramowania oraz wdrożenia SI do przetwarzania pod kontrolą SO GEORGE-3. Ponadto zaprezentowana metoda oprogramowania SI winna zapewnić efektywną i automatycznie kontrolowaną eksploatację systemu informatycznego w nowych warunkach pracy EMC i całego OPI.

Wdrożenie systemów informatycznych do eksploatacji pod kontrolą SO GEORGE-3 zgodnie z zaprezentowaną metodyką pozwoliło na niezawodne, proste i komunikatywne eksploatawanie tych systemów, co wpłynęło na osiągnięcie dużych efektów ekonomicznych i organizacyjnych. Stworzyło też istotne udogodnienia w trakcie organizacji procesu przetwarzania SI. Przestrzeganie w trakcie oprogramowania i wdrażania systemów informatycznych pod kontrolą SO G-3 zaproponowanych w metodyce zasad postępowania, zapewniło efektywne korzystanie z systemu operacyjnego. Umożliwiło również wdrażanie systemów informatycznych z uwzględnieniem kompleksu problemów występujących na etapie oprogramowania i eksploatacji. Ponadto wymienione w niniejszym opracowaniu metody, pozwoliły ujednoczyć technologię wdrażania systemów informatycznych, stwarzając możliwość szerokiej adaptacji powstałego w innych ośrodkach oprogramowania i łatwej wymiany dorobku między tymi ośrodkami.

W ZI WOW, do chwili obecnej wdrożono do pracy pod kontrolą systemu operacyjnego GEORGE-3 17 systemów informatycznych.

W dalszej kolejności będą wdrażane systemy informatyczne, których cykliczność przetwarzania jest miesięczna i kwartalna. Systemy informatyczne o cykliczności przetwarzania półrocznej i rocznej wdrażane będą w ostatniej kolejności.

#### Wnioski.

Praktyczne wykorzystanie zaproponowanych metod oprogramowania systemów informatycznych pozwoliło zapewnić osiągnięcie następujących efektów:

- zaprezentowanie nowych rozwiązań technologiczno-wdrożeniowych w OPI;
- opracowanie oprogramowania jednorodnego pod względem logiczno-technologicznym;
- zwiększenie wykorzystania mocy obliczeniowej EMC z uwzględnieniem wysokiego stopnia zabezpieczenia ciągłości i poprawności procesu przetwarzania;
- skrócenie globalnego czasu przetwarzania systemów z punktu widzenia realizowanych zadań obliczeniowych w OPI;

- wypracowanie jednolitej, usystematyzowanej techniki wdrażania i eksploatacji SI w każdym ośrodku obliczeniowym;
- uproszczenie obsługi procesu przetwarzania SI z punktu widzenia technologa systemu i komórek organizacyjnych OPI biorących bezpośredni udział w eksploatacji systemów użytkowych;
- wdrożenie systemu abonenckiego dla potrzeb komórek sztabu WOW.

Dziś można stwierdzić, że wykorzystanie systemu operacyjnego GEORGE-3 w skali sił zbrojnych stało się powszechne. Pozwoliło to systemowym organom informatyki na wykorzystanie nowych, dotychczas niespotykanych narzędzi w procesie projektowania, programowania i eksploatacji systemów informatycznych. Wysiłek stosunkowo niewielkiej grupy ludzi przyniósł informatyce istotne efekty w sferze projektowo-programowej i eksploatacyjnej.

mgr inż. Mieczysław KEMPKA

mgr inż. Jan MARASEK

CHARAKTERYSTYKA ROZWOJU PROCESU PROJEKTOWANIA  
WOJSKOWYCH SYSTEMÓW INFORMATYCZNYCH  
W UJĘCIU PRAKTYCZNYM

1. Zasadnienia organizacyjne

Wojskowy system informatyczny /WSI/ można najogólniej określić jako system informatyczny /SI/, który jest projektowany dla potrzeb sił zbrojnych i jest eksploatowany w wojskowych ośrodkach przetwarzania informacji. Zazwyczaj jest on projektowany przez wojskowe organa wykonawcze informatyki, funkcjonujące w strukturach organizacyjnych sił zbrojnych oraz działające na podstawie organizacyjno-prawnej określonej przez wojskowe akty normatywne. Definicję tę podano nie z potrzeb ścisłego sformułowania problemu, a raczej dla uściślenia tematu referatu.

Proces projektowania takich SI określają następujące cechy organizacyjne: są one opracowywane przez wojsko dla wojska i przewidziane do eksploatacji w wojsku, a przede wszystkim dotyczą zagadnień niejawnych; dane oraz proces przetwarzania podlegają szczególnej ochronie.

Proces projektowania i wdrażania WSI można rozpatrywać w sferze organizacyjno-prawnej i w sferze metodologicznej. Sferę organizacyjno-prawną determinowały decyzje kreacyjne Sztabu Generalnego WP, w ramach którego utworzono Oddział ds. spraw Automatyzacji; później Biuro Automatyzacji i Mechanizacji i wreszcie Zarząd Informatyki. Od pierwszej chwili działania tych komórek zwrócono uwagę na potrzebę opracowania dokumentu normatywnego w zakresie organizacji projektowania i wdrażania zmechanizowanych i zautomatyzowanych systemów przetwarzania danych.

Pierwszą stosowną instrukcją było zarządzenie Szefa Sztabu Generalnego WF nr 0115 z dnia 24 grudnia 1968 r., które zostało w rękopisie opracowane w ciągu jednej doby. Po roku jego stosowania uświadomiono sobie potrzebę opracowania gruntowniejszego, bardziej rozbudowanego dokumentu zwłaszcza, że w tym czasie do użytku wchodziły komputery ODRA, wzrastały możliwości organów informatyki, których przedstawiciele rozpoczynali również działalność u użytkownika. Opracowywanie dokumentu normatywnego, jak wykazało doświadczenie, jest przedsięwzięciem trudnym i czasochłonnym. Na opracowanie nowej instrukcji trzeba było poświęcić 8 lat, w tym 3 lata ciągłej pracy tego samego zespołu.

Ta instrukcja pod nazwą "Tymczasowa instrukcja projektowania i wdrażania systemów informatycznych w Siłach Zbrojnych PRL" została wdrożona do użytku w lipcu 1977 r. Określała ona przedmiot, treść i przebieg przedsięwzięć w dziedzinie usprawniania procesów informatycznych w systemach kierowania i zarządzania poprzez zastosowanie metod i środków informatyki, ujednotaczała i ustalała zasady organizacji prac, a zwłaszcza określała powinności instytucji na poszczególnych etapach tworzenia SI. Określała zawartość dokumentacji i zakres prac w poszczególnych etapach oraz sposób weryfikacji rozwiązań etapowych. W "Instrukcji ..." podano wzór symbolizacji elementów SI. Zamieszczono rozbudowany zestaw formularzy dokumentacji projektowej SI. Zaproponowano sformalizowany sposób rejestracji procesu budowy SI oraz opisu samego SI w dokumencie pod nazwą "Karta ewidencji SI". Zamieszczono również wykaz skrótów i terminów stosowanych w dokumentacji. Instrukcja normowała organizację projektowania SI w oparciu o metodę diagnostyczną.

W procesie projektowania i wdrażania SI wyróżniono następujące etapy prac:

- analiza systemu kierowania,
- opracowanie zadania projektowego,
- projektowanie koncepcyjne,
- projektowanie wstępne,
- projektowanie technologiczne,
- eksploatacja próbna,

- eksploatacja wstępna,
- eksploatacja użytkowa.

Rozgraniczenie zakresu zadań między użytkownikami a informatykami było następujące: użytkownik samodzielnie dokonywał analizy systemu kierowania i formułował zadanie projektowe, we współpracy z informatykiem opracowywał projekt koncepcyjny /PK/, a następnie prowadził eksploatację próbną i wstępną. Użytkownik samodzielnie musiał zrealizować przedsięwzięcia organizacyjne zabezpieczające wdrożenie SI. Był zobowiązany zwłaszcza do opracowania instrukcji użytkownika SI, opracowania indeksów, kodów, norm oraz przygotowania formularzy. To stosunkowo duże obciążenie użytkownika wynikało z potrzeby zapewnienia warunków do wdrożenia każdego systemu, który został zaprojektowany i miało na celu mobilizowanie użytkowników do intensywnego wykorzystania informatyki.

Praktyka wykazała, że udało się zrealizować tylko pierwsze zamierzenie, tj. rzeczywiście każdy zaprojektowany system został wdrożony, natomiast nakazem nie udało się wymusić większej aktywności użytkowników - zwłaszcza, że dały o sobie znać tendencje do postaw zachowawczych i brak umiejętności do określania swoich potrzeb informacyjnych.

Te i inne niedociągnięcia "Tymczasowej instrukcji ..." wskazywały na potrzebę dokonania korekt i wydania nowego docelowego dokumentu. Modyfikacji takiej dokonano pod kierownictwem Zarząd XIV Szt.Gen. WP. Nowy dokument normatywny pod nazwą "Instrukcja organizacji i dokumentowania procesu projektowania oraz wyrażania systemów informatycznych w Siłach Zbrojnych PRL" został wprowadzony do użytku w 1983 r. W tym nowym akcie normatywnym w porównaniu z poprzednim wprowadzono następujące istotne zmiany: zmniejszono liczbę etapów projektowania, rezygnując z analizy systemu i projektu wstępnego; w tej sytuacji wyróżnia się następujące etapy:

- opracowanie zadania projektowego,
- projektowanie koncepcyjne,
- projektowanie technologiczne,
- eksploatacja próbna,

- eksploatacja wstępna,
- eksploatacja użytkowa.

Wskutek zmiany liczby etapów uległ zmianie zakres prac, przewidziany do wykonania w poszczególnych etapach. Rozszerzono zakres projektu koncepcyjnego w porównaniu z PK z "Tymczasowej instrukcji ...". Rozszerzono również zakres projektu technologicznego, włączając do niego założenia na programy, które poprzednio były opracowywane w ramach projektu wstępnego. Uległ zasadniczej zmianie sposób wykonania projektu koncepcyjnego.

Nowa instrukcja określa, że projekt koncepcyjny opracowuje organ projektowy przy współpracy z użytkownikiem, pod kierownictwem instytucji kierującej. W nowej instrukcji podtrzymano zasadę, zgodnie z którą jedynym właścicielem SI na każdym etapie jego budowy pozostaje instytucja kierująca. Dotyczy to zwłaszcza projektu koncepcyjnego, a wynika z dążności do zapewnienia wysokiej użyteczności projektowanych SI. Ograniczono liczbę obowiązujących formularzy dokumentacji i uproszczono wzory samych formularzy. Zrezygnowano z prowadzenia "Karty ewidencji systemu informatycznego" ze względu na trudności zapewnienia jej aktualności. Niemniej zagadnienie prowadzenia ujednoczonego rejestru procesu projektowania i wdrażania SI oraz opisu samego SI pozostaje ciągle sprawą otwartą. Uproszczono również symbolizację elementów SI oraz zaktualizowano terminologię.

Organizacja procesu przetwarzania WSI została określona w równie ważnym dokumencie normatywnym pod nazwą: "Instrukcja o organizacji pracy i ewidencjonowaniu w procesach elektronicznego przetwarzania danych w Siłach Zbrojnych PRL". Oprócz kwestii organizacji pracy rozstrzyga się w niej bardzo ważne zagadnienia organizacji ochrony tajemnicy w procesie przetwarzania danych.

Znaczenie tych aktów normatywnych w rozwoju informatyki było olbrzymie i wielce pozytywne. Pozwoliły one na uporządkowanie procesu projektowania i wdrażania, ujęcie go w precyzyjne formy organizacyjne i tym samym istotne zwiększenie efektywności organów informatyki. Ujednoczenie form organizacyjnych i dokumentacyjnych przyniosło znaczne wymierne korzyści ekono-

miczne, ponieważ usprawniło projektowanie i wdrażanie WSI, które w większości są systemami wieloszczeblowymi, natomiast usprawnienie eksploatacji miało kapitalne znaczenie, ponieważ w jednym OPI eksploatuje się kilkadziesiąt SI, które są zaprojektowane przez różne komórki wykonawcze informatyki.

Obecna instrukcja, mimo dużego znaczenia i wielu zalet uległa już częściowej dezaktualizacji, zwłaszcza w odniesieniu do systemów i programów realizowanych przy wykorzystaniu mikrokomputerów /MK/. Masowe zastosowanie mikrokomputerów na wszystkich szczeblach zarządzania oraz w szkolnictwie zrodziło nowe problemy organizacyjne, które nie są normowane przez instrukcje. Odnoszą się one zwłaszcza do innego, nowego podziału zadań między użytkownikiem a informatykiem. Zwiększa się rola użytkownika w projektowaniu i wykorzystaniu SI i programów autonomicznych, tworzonych przy wykorzystaniu MK. Rozmywa się pojęcie systemu informatycznego i zmieniają swoje znaczenie etapy pracy. Widoczne to jest zwłaszcza w dziedzinie zastosowań techniki MK do dydaktyki - gdzie zanika pojęcie SI, a pojawia się pojęcie programu edukacyjnego /dydaktycznego/, bądź pakietu lub zestawu takich programów. Etapowy, ziarnisty proces projektowania i wdrażania SI zastępowany zostaje ciągłym procesem tworzenia, weryfikacji i udoskonalania kolejnych programów dydaktycznych, a wiedza fachowa nauczycieli przedmiotów czy samych uczniów jest bardzo głęboko zanurzona w technologii rozwiązań programowych.

Zasady organizacyjne tworzenia oraz dokumentowania programów edukacyjnych znajdują się w opracowaniu przez Zarząd XIV Szt.Gen. WP.

## 2. Zacznienia metodologiczne

Projektowanie SI w początkowych etapach rozwoju informatyki było sztuką w tym rozumieniu, że określony był ogólny cel zbudowania funkcjonującego SI, ale nieokreślona była droga prowadząca do tego celu. Metoda budowania SI pozostawała w sferze uznania i wyboru projektanta. Proces budowy SI starano się unor-



mować najpierw od strony organizacyjnej, później od strony metodologicznej. Jak w każdej nowej dziedzinie twórczości ludzkiej starano się wykorzystać doświadczenia organizacyjne i metodyczne oraz dorobek teoretyczny z innych dziedzin twórczości inżynierskiej. Uświadomiono sobie potrzebę określenia etapów prac projektowych oraz określenia zadań dla poszczególnych rodzajów instytucji zaangażowanych w procesie tworzenia SI.

Rozwijane w ostatnich latach metody innowacyjne wniosły swój zauważalny, ale pośredni wpływ na rozwój metod projektowania SI. Można w sposób nieco subiektywny wymienić niektóre z nich w porządku chronologicznym.

Metoda PERT - wskazywała na potrzebę podziału całego zadania na etapy, określenia zdarzeń kończących dany etap pracy oraz uwzględniania zależności czasowych między poszczególnymi etapami prac. Metodzie tej zawdzięcza się świadomość potrzebnego wyprzedzenia w czasie zadań związanych z tak zwanym organizacyjno-technicznym zabezpieczeniem warunków wdrażania SI. Metoda ta znalazła również bezpośrednie zastosowanie do budowy harmonogramów realizacji wybranych prac, np. w SI ARSZYN.

Analiza wartości - wskazywała na potrzebę rozpatrywania procesu tworzenia SI w kategoriach koszt-efekt. Wniosowano na tej podstawie o opłacalności i celowości podejmowania prac projektowych.

Metoda naukowej organizacji prac - wpłynęła na usprawnienie organizacji wykonawstwa długoterminowych przedsięwzięć, zwłaszcza w zakresie organizacji planowania, wykonawstwa i rozliczenia prac.

Analiza systemowa - pozwoliła na pełniejszą analizę systemów kierowania i uwzględniania w projektowanych SI powiązań międzysystemowych, "ukrytych" potrzeb użytkownika i uwarunkowań zewnętrznych.

Inżynieria systemów - wskazywała na potrzebę poszukiwania jak najlepszych metod projektowania SI oraz praktycznego stosowania metod inżynierii systemów działania, a szczególnie wskazywała na miejsce SI w systemie celowej działalności człowieka.

Wśród metod dotyczących całości przedsięwzięć projektowania SI dwie metody zajmują niejako miejsce historyczne. Jedną

z nich jest metoda diagnostyczna, która polega na dokonaniu analizy systemu kierowania, wykonaniu diagnozy potrzeb użytkownika i zaprojektowaniu SI realizującego te potrzeby. W metodzie drugiej - prognostycznej - na podstawie wstępnie sformułowanych potrzeb buduje się model idealnego SI, który po przeprowadzonej analizie systemu kierowania koryguje się /dostosowuje się/ do warunków rzeczywistych, otrzymując model realnego SI.

W naszej praktyce systemy budowano przy wykorzystaniu metody diagnostycznej i tę metodę jako główną uwzględniono w podstawowym dokumencie normatywnym, a mianowicie omawianej poprzednio "Instrukcji organizacji procesu projektowania i dokumentowania SI". Odpowiedź na pytanie, dlaczego nie stosowano, ocenianej w literaturze jako efektywniejszej metody prognostycznej, mogą dać inne referaty lub dyskusja. Tu wypada zauważyć, że projektanci stosując metodę diagnostyczną próbowali uwzględnić pewne prognozy dotyczące rozwoju struktur organizacyjnych użytkownika oraz rozwoju techniki komputerowej.

Z ciekawszych, możliwych w przyszłości do praktycznego zastosowania metod projektowania można wymienić tzw. SYSTEMOWĄ TECHNIKĘ PROJEKTOWANIA, w ramach której dąży się do usprawnienia procesu decyzyjnego organizacji przez stworzenie nowego modelu informatycznego. Punktem wyjścia w tej metodzie jest systemowa analiza obiektu, na podstawie której buduje się wielo-wariantowy model informatyczny prawie idealny, a model realny otrzymuje się w wyniku oceny wariantów modelu idealnego i ewentualnej korekcie wybranego wariantu.

Wśród metod możliwych do zastosowania na poszczególnych instrukcyjnych etapach pracy należy wymienić na etapie analizy systemu - tzw. analizę systemową polegającą na rozpatrywaniu funkcjonowania obiektu we wzajemnym oddziaływaniu jego elementów oraz jego otoczenia systemowego.

Na etapie projektu koncepcyjnego i technologicznego stosowana jest metoda komputerowego wspomagania procesu projektowania PSL/PSA.

Na etapie projektu technologicznego można wykorzystać całą gamę tak zwanych ulepszonych metod projektowania programów, a mianowicie:

- modularyzację programów,
- projektowanie i programowanie strukturalne,
- organizację zespołu głównego programisty,
- metodę biblioteki wspomagającej rozwój oprogramowania,
- metodę HIPO projektowania i dokumentowania programów,
- projektowanie SI w oparciu o bazę danych,
- inne /Warniera, Jacksona itp./.

Szersze omówienie podstawowych zasad poszczególnych metod zamieszczono w referacie problemowym pt. "Przegląd metod projektowania systemów informatycznych zarządzania".

W naszym środowisku informatycznym spośród ulepszonych metod projektowania programów praktycznie najszersze zastosowanie zdobyły sobie przede wszystkim metoda modularyzacji oraz programowania szkieletowego. Własne doświadczenia w wykorzystaniu ulepszonych metod projektowania nie były przedmiotem systematycznych badań, ale dały szereg praktycznych korzyści z ich wykorzystania.

Poniżej pokrótce omówimy ideę tych metod oraz efekty ich stosowania.

Modularyzacja to najogólniej mówiąc postępowanie polegające na projektowaniu czy realizacji /budowie/ systemu /SI, programu itp./ jako pewnej struktury, określonej na zbiorze odpowiednich jego części składowych zwanych modułami, którymi można operować oddzielnie.

Strukturę tę można przedstawić w postaci pary uporządkowanej

$$S = \langle M, \{R_i\} \rangle \quad i = 1, \dots, N$$

gdzie:

$M$  - zbiór wyróżnionych modułów systemu,

$\{R_i\} \quad /i=1, \dots, N/$  - zbiór relacji określonych na zbiorze  $M$ , z których każda przedstawia pewien rodzaj związków i zależności, występujących pomiędzy modułami.

Zależnie od rodzaju modułów  $m \in M$  i relacji  $R_i$  można mówić o odpowiednim rodzaju struktury np. organizacyjnej, funkcjonalnej, informacyjnej czy też ich kombinacji, jak np. funkcjonalno-informacyjnej itp.

Moduł w ujęciu ogólnym to wydzielony element systemu /SI, programu itp./, który posiada określone ograniczenia w stosunku

do pozostałej części systemu i dobrze zdefiniowane powiązania z tą częścią.

Moduł programowy /moduł programu/ to element programu, skupiający całość struktur danych i operacji, realizujących określoną funkcję programu oraz posiadający tę właściwość, że może być opracowany niezależnie, a w fazie późniejszej łączony z innymi modułami w kompletny program wynikowy.

Modularyzacja na określonym poziomie jakiejś fazy projektowania ułatwia czytelność, zrozumienie i dokumentowanie projektu oraz stwarza możliwość zrównoleglenia pracy nad projektem na poziomie następnym. W odniesieniu do programowania komputerów nosi szeroko znaną nazwę programowania modularnego. Metoda ta w znanych nam warunkach sprzętowych /ODRA-1305/ i dostępnych systemach operacyjnych /egzekutor, GEORGE-3/ mogła być stosowana bez żadnych dodatkowych przedsięwzięć czy nakładów - stąd też jej szerokie stosowanie w naszej działalności. Przy wykorzystaniu tej metody opracowane zostały takie systemy jak: IMPULS-1 /system informacyjno-wyszukiwawczy naukowej informacji wojskowej/, abonenckie SI różnych instytucji wojskowych, SI gospodarki częściami zamiennymi i wiele innych. W przypadku projektowania systemów abonenckich metoda ta okazała się niezwykle korzystna - a prawdę mówiąc - bez jej pomocy systemy te w ogóle nie ujrzałyby światła dziennego. Szczególnie interesujące efekty metoda ta pozwoliła uzyskać przy realizacji jednego z ważniejszych abonenckich SI OBWIEDNIA, a mianowicie umożliwiła komponowanie, z ustalonego zbioru elementarnych modułów różnych ciągów technologicznych, które zostały opisywane przy wykorzystaniu prostego sparametryzowanego sposobu zapisu.

Technologia wytwarzania programów nazwana "Programowaniem szkieletowym" polega na wykorzystaniu wcześniej przygotowanej biblioteki programów. Programy te, zakodowane np. w języku COBOL, są poprawne syntaktycznie, ale niekompletne. Zawierają jedynie szkielet określonej operacji na zbiorach danych, który należy uzupełnić wymaganymi szczegółami przetwarzania. Uzupełnienie polega głównie na zdefiniowaniu treści modułów wywoływanych z głównego modułu sterującego, opisu pól poszczególnych rekordów i dodatkowych obszarów roboczych. Łącznie przygotowano

80 programów szkieletowych operujących na zbiorach na taśmie oraz dysku magnetycznym. Główną zaletą powyższej technologii jest możliwość znacznego skrócenia projektu technologicznego oraz standaryzacja struktury programów i ich dokumentacji; w praktyce programiści już w chwili otrzymania zależeń do programów dysponują do 80 % gotowych i przetestowanych instrukcjami tych programów.

Systemy baz danych spotkały się z dużym zainteresowaniem projektantów. Trzeba je rozpatrywać w aspekcie dostępności i stosowalności. Na komputery ODRA-1305 z początku nie było dostępnego, gotowego systemu bazy danych /SED/; znane były jedynie teoretyczne zasady budowy i działania takiego systemu. W okresie późniejszym pojawiły się systemy DMS-1 i DMS-2. Zostały one wykorzystane do utworzenia lokalnego systemu bazy danych w SI SPIRALA oraz elementów takiego systemu w SI HERC. Dla systemów realizowanych na komputerach JS dostępny będzie w przyszłości głównie system bazy danych RODAN.

Na minikomputerach serii SM dostępne są następujące systemy baz danych:

1. System DTR na SM4, który jest wielodostępnym, konwersyjnym oraz interpretacyjnym systemem zbierania, wyszukiwania i raportowania danych. Praktyczne zastosowanie znalazł w ORGMASZU Warszawa w SI podstawowego zakresu Technicznego Przygotowania Produkcji /TPP/.
2. System ADABAS zmodyfikowany przez IMM i prezentowany pod nazwą PROMIS, realizujący wszystkie typowe funkcje SED, a zwłaszcza:
  - wyszukiwanie danych w bazie,
  - przetwarzanie danych,
  - raportowanie danych.

Pracuje on pod systemem operacyjnym DOC PB wersja 2.0.

Systemy baz danych DTR i ADABAS mają ograniczone zastosowanie. Głównie wynika to z szybkości operacji w bazie danych. Sprowadzając te ograniczenie do obsługi typowej ewidencji materiałowej można na podstawie doświadczeń stwierdzić, że jeśli ewidencja obejmuje mniej niż 5 tys. nomenklatur, stosowanie SED jest celowe, od 5 do 7 tys. wątpliwe, a powyżej 7 tys. nieopłacalne.

Systemy baz danych są również dostępne na sprzęcie mikrokomputerowym; są to SBD pod nazwą dBASE II i dBASE III, które są typowymi, relacyjnymi bazami danych z ich systemami zarządzania. dBASE II jest dostępny na następujących MK wykorzystywanych w kraju:

- POLBRIT,
- MERITUM II,
- AMSTRAD-6128,
- MK-4502,
- inne.

dBASE III jest dostępny natomiast na wszelkich mutacjach MK IBM PC/XT oraz MK wyższej klasy jak: LISA, IBM PC/AT, AMIGA itp.

Ciekawym produktem z zakresu SBD jest prezentowany na VI KONFERENCJI KOMPUTEROWEGO WSPOMAGANIA PROJEKTOWANIA w Rydzynie, system zarządzania bazą danych pod nazwą MIDAS 800 dla minikomputerów MERA-9150 pracujących pod SO R 800. System ten realizuje w trybie dialogowym kompleks operacji na hierarchicznej bazie danych, obejmującej: aktualizację, przeszukiwanie, generowanie raportów oraz releksje podzbioru bazy danych na TM. MIDAS 800 jest systemem opartym o własny nieproceduralny język manipulacji danymi, eliminujący potrzebę posiadania umiejętności programowania, a więc przeznaczony dla użytkownika nieprogramisty, który może użytkować bazę danych bezpośrednio z monitora ekranowego.

Na zbyt małe wykorzystanie SBD miały również wpływ ograniczone zaufanie użytkowników do systemu ochrony danych w SBD oraz trudności w określeniu kompetencji poszczególnych użytkowników do dysponowania zintegrowanymi danymi. Wydaje się, że ten czynnik organizacyjny odgrywa decydującą rolę. Zniknie on, kiedy jeden użytkownik będzie miał jeden SBD /ale jak w tym przypadku mówić o integracji danych ?/.

Pewną formą zastosowań SBD są systemy informatyczne obsługujące w czasie rzeczywistym większą liczbę użytkowników, nazywane również systemami abonenckimi /SA/. Charakterystycznym elementem SA są punkty abonenckie /PA/, składające się z terminali ekranowych i drukarek zainstalowanych bezpośrednio

u użytkownika. SA są najbardziej zaawansowane z punktu widzenia praktycznych zastosowań w ZI OW, a zwłaszcza ZI WOW. W SA wykorzystywanych na szczeblu centralnym zastosowano nowatorskie rozwiązanie pozwalające na uniezależnienie się użytkownika od systemu operacyjnego, który aktualnie jest wykorzystywany w OPI /egzekutor lub GEORGE-3/.

### 3. Doświadczenia praktyczne

Osiągnięcia w praktycznym zastosowaniu oryginalnych i nowatorskich idei rozwiązań projektowych można scharakteryzować na przykładzie wybranych SI przedstawionych w porządku chronologicznym.

PANCERZ - pierwszy system do przetwarzania danych, realizowany na maszynach licząco-analitycznych /ML-A/. Myślą przewodnią tego systemu było dokonywanie kompleksowej oceny stanu technicznego sprzętu pancernego oraz związanej z nim oceny stanu gotowości bojowej, wychodząc z założenia, że o stanie gotowości bojowej z pewnym przybliżeniem można mówić na podstawie stanu gotowości technicznej podstawowego sprzętu bojowego, jakim są czołgi. Również z ewidencji wykorzystania sprzętu pancernego można wnioskować o stanie realizacji zamierzeń szkoleniowych. System ten przeszedł wiele modyfikacji i ostatecznie został wycofany z eksploatacji po wdrożeniu innych systemów oceny gotowości bojowej. Projektanci i użytkownicy SI PANCERZ otrzymali nagrodę MON III stopnia.

TRÓJMIAN-1010 był systemem ewidencji, zamawiania i rozdzielnictwa części zamiennych do sprzętu czołgowego. Naliczanie potrzeb odbywało się na podstawie norm zużycia, dowiązanych do limitów przebiegu. Zastosowano tu bardzo oryginalną metodę zbierania danych źródłowych o stanach części zamiennych z jednostek wojskowych przy użyciu kart dualnych, na których wydziarkowane były i opisane na obrzeżu dane identyfikujące części oraz stany z poprzedniego okresu zaopatrzenia. Na takich kartach należało odręcznie i w ustalonym miejscu wpisać liczbę, określającą aktualny stan danej części w jednostce wojskowej.

Liczyby wpisane na karcie były odczytywane przez operatorkę w OPI i dziurkowane na tej samej karcie. Ta metoda umożliwiała minimalizację obciążenia źródeł danych w oddziałach, uzyskanie bardzo wysokiej wiarygodności danych, ponieważ przyporządkowanie stanu do właściwego indeksu materiałowego następowało jeden raz w bezpośrednim źródle informacji. System był eksploatowany na szczeblu centralnym na EMC ZAM-41 i został zaniechany ze względu na trudności organizacyjne obrotu dużymi ilościami kart dziurkowanych między szczeblem centralnym i bezpośrednio JW.

ARSZYN jest obiektywnym systemem ewidencji stanów i obrotów oraz kontroli realizacji dostaw, części zamiennych w rejonowych składnicach sprzętu technicznego. W systemie tym realizuje się typowe funkcje systemu gospodarki materiałowej w układzie dwumaszynowym: jedną jest komputer ODRA-1305, drugą - maszyna księgująca /bądź obecnie MK/, znajdująca się w sekcji ewidencji składnicy. W systemie tym zrealizowano po raz pierwszy współpracę w warunkach rzeczywistych maszyny księgującej z oddalonym komputerem. Był to również pierwszy w warunkach wojska system prawie powielarny. Jeden i ten sam SI eksploatowano w wielu składnicach, należących do trzech różnych branż materiałowych, występujących w strukturze organizacyjnej wojska.

PROCES jest kompleksowym systemem gospodarki częściami zamiennymi i podzespołami w służbie uzbrojenia i elektroniki. Obejmuje wszystkie ogniwa funkcjonalne służby i cały cykl obiegu części od dostawy przemysłowej do zużycia w jednostce wojskowej. Ze względu na obróbkę danych jest systemem dwuszczeblowym. System ten współdziała z systemem składnicowym typu ARSZYN. W rozwiązaniach funkcjonalnych i technologicznych zastosowano szereg nowatorskich pomysłów, a mianowicie: uznano, że część wydana w JW jest traktowana jako zużycie, zapotrzebowanie na rok N+2 tworzy się z zapotrzebowania faktycznego z roku N+1, skracając okres oczekiwania na części produkowane w przemyśle z dwóch do jednego roku. Wprowadzono zasadę karania przez system niesolidnych użytkowników wytwarzaniem sygnalizowanych braków lub nadmiernych zapasów części zamiennych. W zakresie technologii zastosowano własny standard budowy programów z wykorzystaniem techniki modularyzacji oraz raportowania działania prog-



ramu. W trakcie wdrażania funkcjonował po raz pierwszy zespół wdrożeniowy, z bardzo dobrym skutkiem zastosowano również nową metodę cyklicznego nadzorowania realizacji harmonogramu wdrażania osobiście przez szefów instytucji kierującej i organu projektującego w obecności przedstawicieli Zarządu XIV Szt.Gen.WP. Projektanci i użytkownicy SI otrzymali nagrodę MON II stopnia.

Dążąc do usprawnienia procesów technologicznych podejmowano próby zastosowania pakietów oprogramowania standardowego, a mianowicie:

- w COPI wykorzystano elementy pakietu DMS-1 - zwłaszcza program RAPORT do sterowania wydawnictwem,
- w IASZ WAT podjęto próbę opracowania całego systemu informatycznego SPIRALA z wykorzystaniem pakietu DMS-2. Próbę tę można zaliczyć jako niezbyt udaną. Ocena ta może być kwestionowana, ale nie można zakwestionować faktu, iż mimo sprzyjającego stanowiska Zarządu XIV, co przejawiało się między innymi w przygotowaniu zestawu formularzy do DMS-2, zastosowano  $\otimes$  tylko w jednym SI i tylko w jednym ośrodku,
- pakiet FIND-2 był szerzej wykorzystywany, a mianowicie: w IASZ WAT, ZI SOW, WOW i WL,
- pakiet SEZAM zastosowano w OPI Gł.Kwat. WP /do SI LEXAT-3/ i w ZI SOW oraz rozpowszechniono do innych OW m.in. do WSO, WL i Zakładu Remontu Uzbrojenia w Grudziądzu,
- pakiet JAZ-70 wykorzystano w SI ARSZYM-C; obecnie jest wykorzystywany w dalszym ciągu w CPI.

Wykorzystanie pakietów standardowych umożliwia oszczędność czasu projektanta i programisty kosztem czasu pracy komputera i jego zasobów. Stosowanie jest uzasadnione w przypadkach projektowania SI w bardzo krótkim czasie. Z doświadczeń wynika, że praktycznie można zastosować pakiet standardowy w dwóch przypadkach:

1. Kiedy ma się zaufanie do dokumentacji.
2. Kiedy ma się zaufanie do autora programu.

Z zastosowaniem pakietów wiąże się często to niebezpieczeństwo, że w opisach reklamowych pakietu podaje się ich możliwości, które nie zostały praktycznie sprawdzone lub stosownie udokumentowane. O zasadkach, jakie czyhają na programistę sto-

sującego pakiety standardowe najwięcej wiedzą ci, którzy przeszli tę drogę, niespodzianki ujawniają się szczególnie w przypadku zmiany rodzaju systemu operacyjnego lub zmiany rodzaju pamięci zewnętrznych. Przedstawione trudności nie zaprzeczają celowości dążenia do usprawnienia warsztatu pracy przez wykorzystanie pakietów standardowych. Staranniej jednak trzeba analizować warunki, jakim ma odpowiadać pakiet standardowy oraz jaką wiedzę powinien posiadać informatyk, który go stosuje.

Dotychczasowy rozwój informatyki można zilustrować w następującej tablicy:

Tablica Nr 1

Dziedzina podmiotowa	Dziedzina przedmiotowa	
	DZIS	JUTRO
baza sprzętowa	MLA, ODRA<1300, ODRA>1300 MK<16 bitów	JS III typoszeregu MK>16 bitów
baza informacyjna	IM WP68 branżowe DLM cechy adresowe ogólnego prze- znaczenia	JKM  cechy adresowe szczególnego przeznaczenia
baza organizacyjna	egzekutory, SO-G-5	SA
baza metodologiczna	projektowanie liniowe,	ulepszone metody projektowania i programowania, pakiety standardowe

Każde nowe pojęcie w dziedzinie przedmiotowej można by nazwać kamieniem milowym w rozwoju informatyki, ale wypada zauważyć, że jeśli jest ich za dużo, to nie wiadomo czy mamy się w nich orientować, czy też o nie pomyśleć.

Nasze osiągnięcia można scharakteryzować krótko. W dotychczasowej, podstawowej działalności zawodowej udało się zapewnić:

- wysoką użytkowość SI,
- umiarkowaną naukowość dorobku teoretycznego,
- zadowalającą technologiczność praktycznych rozwiązań.

#### 4. Wnioski

W niniejszym opracowaniu autorzy starali się przedstawić wieloletnie doświadczenia z wdrażania do praktyki nowoczesnych, a czasem nowatorskich metod projektowania WSI wskazując, że były to często zadania niełatwe i niewdzięczne. Wydaje się więc, iż zastosowanie nowoczesnych, nawet najbardziej efektywnych metod projektowania systemów i programów, realizowane w warunkach napiętych zadań produkcyjnych zawsze będzie napotykać na trudności, a przenoszenie najnowszych osiągnięć teoretycznych z dziedziny usprawniania metod projektowania do szerokiej rzeszy informatyków najskuteczniej może być realizowane przez reaktywowanie w obowiązujących planach tzw. doświadczalnych SI, które oprócz cech praktycznej użyteczności obwarowane zostaną nakazem wykorzystania do ich budowy właśnie najnowocześniejszych metod projektowania. Realizacja takich SI nie musiałaby przebiegać pod ścisłymi rygorami czasowymi. Dodatkowymi celami związanymi z takim SI byłoby sprawdzenie praktycznej użyteczności określonej metody i praktyczne przeszkolenie określonej grupy projektantów i programistów. W systemie doświadczalnym wskazane jest prowadzenie szczegółowej rejestracji poniesionych nakładów i uzyskanych efektów, co pozwoliłoby na określenie przydatności samej metody oraz sposobu jej upowszechnienia. Niezależnie od systemów doświadczalnych każde pierwsze zastosowanie nowej metody powinno być powiązane z przemyślanym sposobem analizy efektów jej zastosowania, a szczegółowe dane do takiej analizy powinny być zbierane przez określony okres jej pilotowego wykorzystania.

Dr inż. Gustaw Konopacki

## WIARYGODNOŚĆ DANYCH WEJŚCIOWYCH DO SYSTEMU INFORMATYCZNEGO

### 1. Wprowadzenie

Użytkownicy współczesnych systemów informatycznych /SI/ już nie zadawalają się wyłącznie otrzymywaniem danych niezbędnych do podejmowanych przez nich decyzji, ale mają wiele wymagań dotyczących wiarygodności tych danych.

Termin "wiarygodność danych" nie jest jednoznaczny, gdyż w literaturze przedmiotu oraz w praktyce jest wiele jego różnych interpretacji. Wydaje się, że najbardziej przekonujące określenie tego terminu zawarte jest w [ 1 ]. Wiarygodność rozumie się tam jako stopień adekwatności odzwierciedlenia istniejących obiektywnie zjawisk, zdarzeń bądź procesów w systemie informatycznym. Oczywiście chodzi tutaj tylko o te zjawiska i zdarzenia lub procesy, które są objęte zakresem tematycznym SI.

Bardzo często jako miarę poziomu wiarygodności danych /również w [ 1 ] / przyjmuje się prawdopodobieństwo niewykrycia błędu w danej podcas, gdy wiadomo, że taki błąd został popełniony.

Wiarygodność danych wyjściowych z SI /o nich dotychczas była mowa/ zależy wprost proporcjonalnie od wiarygodności danych wejściowych do SI: im większy poziom wiarygodności /dalej skrótowo - im większa wiarygodność/ danych wejściowych tym większy poziom wiarygodności danych wyjściowych i tym mniejsze straty odbiercy - użytkownika SI.

Dalsza część referatu zostanie poświęcona analizie problemu wiarygodności danych wejściowych do SI. Rozpatrując proces przetwarzania danych można zauważyć [ 1,2 ], że istnieją trzy zasadnicze fazy, w których dane wejściowe mogą być przekłamanne. mogą do tych danych zostać wprowadzone błędy. Są to nastę-

pujące fazy:

- faza 1 - pomiar danych w źródłach i ich rejestracja;
- faza 2 - przenoszenie danych na maszynowe nośniki danych /MND/;
- faza 3 - wprowadzanie /wczytywanie/ danych do komputera.

W każdej z tych faz dane mogą zostać przekłamanie /mogą zostać wprowadzone błędy do danych/, przy czym najczęstszymi przyczynami powstawania błędów są następujące:

- faza 1 - błędy spowodowane przez człowieka dokonującego pomiaru oraz rejestracji, usterki technicznych urządzeń wykorzystywanych do pomiaru i/lub/ rejestracji, błędy w dokumentacjach określających sposób dokonywania pomiaru i rejestracji;
- faza 2 - błędy spowodowane przez operatora urządzeń do przeniesienia danych na MND i usterki techniczne tych urządzeń;
- faza 3 - usterki techniczne urządzeń transmisji danych /jeżeli jest wykorzystywana/ oraz urządzeń zewnętrznych komputera do wprowadzania danych.

Mając powyższe na względzie stosuje się w praktyce różne środki zapobiegawcze pozwalające chociaż w pewnym stopniu odfiltrować błędy w danych wejściowych i przez to zwiększyć ich wiarygodność. Należą do nich różnego rodzaju kontrole poprawności danych wejściowych po każdej z w/w faz. W ramach omawianych środków zapobiegawczych stosuje się także kody korekcyjne, liczby kontrolne, sumy kontrolne i inne [1] .

Kontrola poprawności danych wejściowych po ich rejestracji jest na ogół kontrolą formalną dokonywaną bezpośrednio przez człowieka, po utworzeniu MND - jest kontrolą dokonywaną za pomocą specjalizowanych urządzeń technicznych /sprawdzarki/; a po wprowadzeniu /wczytaniu/ danych do komputera - jest z zasady kontrolą programową opartą na sformalizowanych algorytmach umożliwiających np. stwierdzenie czy dana ma żądaną wartość, czy dane pozostają ze sobą w wymaganej relacji itp. Ta ostatnia kontrola nosi często nazwę testowania danych. Szczegółowo zakres omawianych kontroli jest przedstawiony w [1] .

Fakt, że dane wejściowe do SI zostały poddane kontroli nie oznacza często, iż można uznać je za całkowicie poprawne, a więc wiarygodne. Można powiedzieć jedynie, że są one wiarygodne w sensie przyjętych kryteriów kontroli, co w praktyce oznacza, iż są

wiarygodne z pewnym prawdopodobieństwem.

W dalszej części referatu przedstawia się zależności matematyczne umożliwiające wyznaczanie poziomu wiarygodności danych wejściowych do SI przy założeniu, że rejestracja danych została wykonana poprawnie, natomiast wszystkie błędy powstały w procesie przenoszenia danych na MND. Stąd będzie mowa dalej tylko o testowaniu danych.

## 2. Założenia podstawowe

Przyjmuje się /zgodnie z praktyką/, że dane wejściowe do SI wprowadzone do komputera będą testowane według następujących kryteriów: kryterium znaków, kryterium wartości i kryterium relacji. Istotę tych kryteriów dobrze ilustrują następujące pytania z nimi związane:

- kryterium znaków - czy znaki, za pomocą których została zapisana dana na MND należą do ściśle określonego podzbioru znaków dostępnych na komputerze;
- kryterium wartości - czy wartość danej należy do ściśle określonego zbioru wartości dopuszczalnych dla tej danej;
- kryterium relacji - czy wartość danej lub czy wartości określonych danych pozostają względem ustalonego wzorca lub względem siebie w wymaganej relacji.

Oprócz wymienionych kryteriów, w szczególnych przypadkach mogą być stosowane i inne, dostosowane do specyfiki danych i żądań użytkowników. Nie będą one jednak rozważane dalej.

Przyjmuje się, że proces testowania danych w komputerze jest procesem sekwencyjnym. Oznacza to, że dana będzie poddawana - w zależności od potrzeb - testom w kolejności zgodnej z kolejnością wymienionych wyżej kryteriów testowania. Uwzględnia się przy tym, że kolejny test może być wykonany na danej, która została zaakceptowana jako poprawna na wszystkich testach wcześniejszych. Stąd więc, dane zakwalifikowane jako błędne po wykonaniu dowolnego testu nie są poddawane dalszemu testowaniu.

Przyjmuje się, że dane wejściowe będą wprowadzane do komputera blokami o stałej długości zawierającymi dane numeryczne

/liczby/ i nienumeryczne /ciągi różnych znaków dostępnych w komputerze/. Przyjmuje się ponadto, że wszystkie dane są stałej długości, różnej dla różnych danych, przy czym długość danej odpowiada ilości znaków, za pomocą których jest przedstawiana na MND.

Zakłada się, że blok danych wejściowych do SI obejmuje:

- I danych numerycznych o stałej długości równej  $L_I^N$  znaków każda,  $(i \in I = \{1, 2, \dots, I\})$  ;
- K danych nienumerycznych o stałej długości równej  $L_K^A$  każda,  $(k \in K = \{1, 2, \dots, K\})$  .

Ponadto przyjmuje się, że dane będą testowane w sposób następujący:

- wszystkie dane numeryczne będą testowane według kryterium znaków /w praktyce mówi się, że jest to testowanie na "numeryczność"/;
- dane numeryczne ze zbioru  $I_W \subset I$  będą testowane według kryterium wartości;
- dane numeryczne ze zbioru  $I_R \subset I \setminus I_W$  będą testowane według kryterium relacji;
- dane nienumeryczne ze zbioru  $K_N$  nie będą testowane w ogóle;
- dane nienumeryczne ze zbioru  $K_Z \subset K$  będą testowane według kryterium znaków;
- dane nienumeryczne ze zbioru  $K_W \subset K \setminus (K_N \cup K_Z)$  będą testowane według kryterium wartości;
- dane nienumeryczne ze zbioru  $K_{ZW} \subset K \setminus (K_N \cup K_Z \cup K_W)$  będą testowane według kryterium znaków i wartości.

Niech "p" oznacza prawdopodobieństwo przekłamania jednego dowolnego znaku w procesie przenoszenia danych wejściowych na MND.

### 3. Wyznaczanie poziomu wiarygodności pojedynczych danych

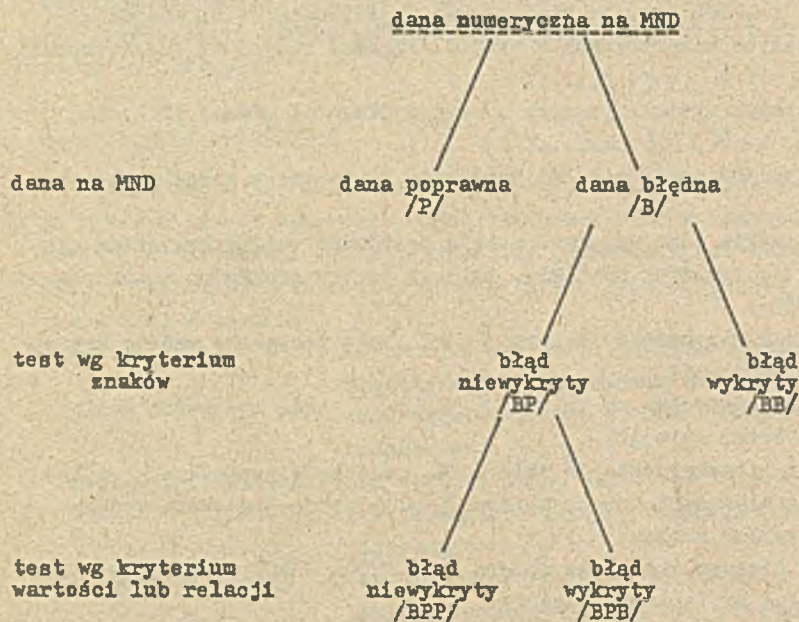
#### 3.1. Testowanie danej numerycznej

Zgodnie z założeniami podanymi w pkt. 2, dana numeryczna może być testowana na jeden z następujących sposobów:

- tylko według kryterium znaków /dane ze zbioru  $I_Z = I \setminus (I_W \cup I_R)$ /;
- według kryterium znaków i wartości /dane ze zbioru  $I_W$ /;
- według kryterium znaków i relacji /dane ze zbioru  $I_R$ /.

W celu ułatwienia dalszej analizy, proces testowania danej i je-

go wyniki zostaną pokazane na rys. 1 w postaci drzewa, którego węzły oznaczają zdarzenia losowe mogące wystąpić podczas testowania danej numerycznej.



Rys. 1. Zdarzenia losowe możliwe do wystąpienia w procesie testowania danej numerycznej według kryteriów przyjętych w referacie.

Interpretacja zdarzeń losowych przedstawionych na rys. 1:

- P - dana poprawna tzn. umieszczona na MND bez przekłamania;
- B - dana błędna tzn. umieszczona na MND z co najmniej jednym znakiem błędnym;
- BP - dana błędna, w której w teście według kryterium znaków nie wykryte błędy;
- BB - dana błędna, w której w teście według kryterium znaków wykryte błędy;



BPP - dana błędna, w której nie wykryto błędu w trakcie testów według kryteriów znaków i wartości lub relacji;

BPB - dana błędna, w której wykryto błąd dopiero po teście według kryterium wartości lub relacji.

Z punktu widzenia aspektów wiarygodności danych rozpatrywanych w referacie interesujące są tylko zdarzenia losowe oznaczone na rys. 1 symbolami BP oraz BPP oznaczające ogólnie, że dana jest błędna, ale błędu nie wykryto podczas testowania. Dalej zostaną wyznaczone prawdopodobieństwa zachodzenia tych zdarzeń.

Niech  $\{X_1^N\}$  oznacza ciąg I zmiennych losowych, w którym  $X_1^N$  oznacza ilość błędnych znaków w i-tej danej numerycznej ( $i \in \bar{I}$ ), przy czym  $X_1^N$  przyjmuje wartości ze zbioru dyskretnego  $\{0, 1, \dots, L_1^N\}$ . Na mocy przyjętych założeń oraz ze względu na to, że błędy są niezależne od siebie, każda ze zmiennych  $X_1^N$  ma taki sam rozkład dwumianowy określony następująco:

$$\mathcal{P}_r \{X_1^N = n_1\} = \binom{L_1^N}{n_1} p^{n_1} (1-p)^{L_1^N - n_1},$$

$$i \in \bar{I}, \quad n_1 \in \{0, 1, \dots, L_1^N\}$$

Z powyższego wynika, że prawdopodobieństwo zajścia zdarzenia B /rys. 1/ wynosi:

$$1/ \mathcal{P}_r \{B_1\} = \mathcal{P}_r \{X_1^N = 0\} = 1 - (1-p)^{L_1^N}, \quad i \in \bar{I}$$

Z rys. 1 wynika, że zdarzenia BP i BB są rozłączne i są niejako "uszczerbowieniem" zdarzenia B. Prawdziwa jest więc następująca równość:

$$\mathcal{P}_r \{B_1\} = \mathcal{P}_r \{BP_1\} + \mathcal{P}_r \{BB_1\}, \quad i \in \bar{I}$$

Stąd zachodzi:

$$2/ \mathcal{P}_r \{BP_1\} = \mathcal{P}_r \{B_1\} - \mathcal{P}_r \{BB_1\}, \quad i \in \bar{I}$$

Zdarzenie BB zajdzie wtedy i tylko wtedy, gdy nastąpi przekłamanie co najmniej jednego znaku w danej numerycznej na znak nie

będący cyfrą tzn. na znak nienumeryczny. Stąd zachodzi:

$$/3/ \Pr \{BB_1\} = \Pr \{B_1 \cap R_1\} = \Pr \{R_1/B_1\} \cdot \Pr \{B_1\} \quad , \quad i \in \Pi$$

gdzie  $R_1/B_1$  oznacza warunkowe zdarzenie losowe, że nastąpiło przekłamanie co najmniej jednego znaku w danej numerycznej na znak nienumeryczny pod warunkiem, że w ogóle nastąpiło przekłamanie. Prawdopodobieństwo to wyraża się następującą zależnością:

$$/4/ \Pr \{R_1/B_1\} = \frac{2 \frac{L_1^N}{Z^1} - 10 \frac{L_1^N}{Z^1}}{\frac{L_1^N}{Z^1} - 1} \quad , \quad i \in \Pi$$

gdzie  $Z$  oznacza ilość wszystkich możliwych znaków dostępnych na komputerze.

Mianownik w powyższej zależności oznacza, że poprawna dana po przekłamaniu co najmniej jednego znaku może przyjąć dowolną wartość ze zbioru wszystkich możliwych wartości utworzonych z wykorzystaniem wszystkich dostępnych znaków z wyjątkiem jednej wartości poprawnej. Inaczej mówiąc, nie może nastąpić przekłamanie poprawnej danej w samą siebie ponieważ nie będzie to przekłamanie.

Uwzględniając /1/ i /4/ w /3/ a następnie /3/ i /1/ w /2/ uzyskuje się ostatecznie:

$$/5/ \Pr \{BP_1\} = \frac{10 \frac{L_1^N}{Z^1} - 1}{\frac{L_1^N}{Z^1} - 1} (1 - (1 - p) \frac{L_1^N}{Z^1}) \quad , \quad i \in \Pi$$

Testowanie według kryterium wartości i relacji uwzględniane w referacie wzajemnie wyklucza się tzn. jeżeli dana jest testowana według pierwszego to nie według drugiego i odwrotnie. Testowanie według kryterium wartości polega na sprawdzeniu czy wartość danej wejściowej należy do zbioru wartości dopuszczalnych.

Niech  $\mathbb{W}_1^N$  będzie zbiorem dopuszczalnych wartości danej  $i \in \Pi_W$

W szczególnym przypadku może zachodzić:

$$\bigvee_{i \in \Pi_W} \text{card}(\mathbb{W}_1^N) = 1$$

Wtedy dana wejściowa może przyjmować tylko jedną dozwoloną wartość.

Zgodnie z rys. 1 zdarzeniu, gdy dana wejściowa uległa ta-

kiemu przekłamaniu, że błędu nie wykryło testowanie ani według kryterium znaków ani wartości, odpowiada symbol BPP. Dalej z rys. 1 wynika, że:

$$\begin{aligned} /6/ \quad \Pr \{ BPP_i \} &= \Pr \{ BP_i \} - \Pr \{ BPB_i \} = \\ &= \Pr \{ BP_i \} \cdot (1 - \Pr \{ S_i/BP_i \}) , \quad i \in \mathbb{I}_W \end{aligned}$$

gdzie  $S_i/BP_i$  oznacza warunkowe zdarzenie losowe, że nastąpiło takie przekłamanie danej wejściowej, iż jej wartość nie należy do zbioru wartości dopuszczalnych pod warunkiem pozytywnej oceny /akceptacji/ danej po wykonaniu testu według kryterium znaków. Stąd zachodzi:

$$/7/ \quad \Pr \{ S_i/BP_i \} = \frac{10^{\frac{L_i}{N}} - \text{card}(\mathbb{I}_W^{\frac{N}{i}})}{10^{\frac{L_i}{N}} - 1} , \quad i \in \mathbb{I}_W$$

Uwzględniając /7/ i /5/ w /6/ uzyskuje się ostatecznie:

$$\begin{aligned} /8/ \quad \Pr \{ BPP_i \} &= \frac{\text{card}(\mathbb{I}_W^{\frac{N}{i}}) - 1}{Z^{\frac{L_i}{N}} - 1} (1 - (1 - p)^{\frac{L_i}{N}}) \\ &\text{dla } i \in \mathbb{I}_W \end{aligned}$$

Testowanie danych według kryterium relacji może obejmować różnorodne relacje, którym zadość muszą czynić pojedyncze dane bądź łącznie więcej niż jedna dana. Dalej będą rozpatrywane tylko relacje dotyczące jednej danej, które można sprowadzić do następujących: " $\geq$ " lub /oraz/ " $\leq$ ". Typowym przykładem takich relacji jest zawieranie się wartości danej w określonym przedziale liczb. Taki przedział jest definiowany za pomocą granicy dolnej  $D^N$  i górnej  $G^N$ . W komputerze każdy przedział liczb jest zawsze interpretowany jako skończony zbiór dyskretny kolejnych liczb począwszy od  $D^N$  a skończywszy na  $G^N$ . Kolejna liczba w/w sensie jest to liczba ją poprzedzająca zwiększona o dokładność z jaką jest podawana testowana dana numeryczna. Np., gdy testowana dana może przyjmować tylko wartości całkowite, to dokładność wynosi 1, natomiast, gdy może przyjmować wartości z uwzględnieniem jednego miejsca dziesiętnego po przecinku - dokładność wynosi 0.1.

W każdym komputerze zawsze istnieje ściśle określona liczba największa /dla różnych komputerów może być różna/ MAX oraz

liczba najmniejsza MIN. Wobec tego testowanie na spełnienie relacji " $\leq$ " albo " $\geq$ " będzie interpretowane jako testowanie na zawieranie się wartości danej numerycznej w przedziale ograniczonym z jednej strony zadanymi liczbami  $G^N$  lub  $D^N$ , a z drugiej odpowiednio liczbami MIN lub MAX.

Testowanie danej na zachowanie relacji "=" jest równoważne testowaniu według kryterium wartości.

Niech  $\langle D^N, G^N \rangle$  oznacza długość przedziału tzn, licznosc zbioru wszystkich liczb o formacie odpowiadajacym testowanej danej lacznie z  $D^N$  i  $G^N$  mieszczacych sie w tym przedziale. Stad zachodzi:

$$/9/ \quad \Pr \{ B_{F_1} \} = \frac{\langle D^N, G^N \rangle - 1}{Z_{L_1^N} - 1} \left( 1 - (1-p)^{L_1^N} \right),$$

dla  $i \in \mathbb{I}_R$

### 3.2. Testowanie danej nienuerycznej

Zgodnie z załoženiami podanymi w pkt. 2 dane nienueryczne mogą być testowane na jeden z następujących sposobów:

- dana nie testowana w ogóle /dane ze zbioru  $\mathbb{K}_N$  /;
- według kryterium znaków /dane ze zbioru  $\mathbb{K}_Z$  /;
- według kryterium wartości /dane ze zbioru  $\mathbb{K}_W$  /;
- według kryterium znaków i wartości /dane ze zbioru  $\mathbb{K}_{ZW}$  /.

Zaniechanie testowania danych jest równoznaczne w praktyce z przyjęciem, że dana może być wyrażona za pomocą dowolnych znaków dostępnych w komputerze.

Stosując podejście identyczne jak w pkt. 3.1 można wyprowadzić wyrażenia do wyznaczania prawdopodobieństw akceptacji błędnej danej nienuerycznej poddanej jednemu z w/w sposobów testowania:

$$/10/ \quad \Pr \{ B_k \} = 1 - (1-p)^{I_k^A}, \quad k \in \mathbb{K}_N$$

$$/11/ \quad \Pr \{ B_k \} = \frac{Y_k^A - 1}{Z_{I_k^A} - 1} \left( 1 - (1-p)^{I_k^A} \right), \quad k \in \mathbb{K}_Z$$

gdzie  $Y_k$  oznacza licznosc zbioru dopuszczalnych znakow, za pomoca ktorych mozna wyrazic testowana dane,

$$/12/ \quad \Pr \{BP_k\} = \frac{\text{card}(W \overset{A}{k}) - 1}{Z \overset{A}{k} - 1} \quad , \quad k \in K_W$$

$$/13/ \quad \Pr \{BPP_k\} = \frac{\text{card}(W \overset{A}{k}) - 1}{Z \overset{A}{k} - 1} (1 - (1 - p) \overset{A}{k}),$$

dla  $k \in K_{ZW}$

#### 4. Wyznaczanie poziomu wiarygodnosci bloku danych

Poziom wiarygodnosci danych tworzacych blok zalezy od poziomu wiarygodnosci kazdej z tych danych. Wyraza sie on prawdopodobienstwem akceptacji bloku danych, podczas gdy zawiera on co najmniej jedna dane bledna, ktora zostala zaakceptowana po przeprowadzeniu testow, jako poprawna. Inaczej mowiac jest to prawdopodobienstwo tzw. falszywej akceptacji bloku danych. Wyraza sie ono nastepujaca zaleznoscia:

$$/14/ \quad \Pr \{BP_B\} = \Pr \{A_B\} - \Pr \{P_B\} \quad ,$$

gdzie:

- $\Pr \{BP_B\}$  - prawdopodobienstwo falszywej akceptacji bloku danych;
- $\Pr \{A_B\}$  - prawdopodobienstwo akceptacji bloku danych;
- $\Pr \{P_B\}$  - prawdopodobienstwo tego, ze blok zawiera tylko dane poprawne.

Akceptacja danej polega na tym, traktuje sie ja jako poprawna, jezeli przejdzie wszystkie przewidziane testy, bez wzgladu na to czy rzeczywiscie jest poprawna, czy tez zawiera bledy.

Dalsza analiza zaleznosci w kontekscie przyjetych zalozen prowadzi do tego, ze:

$$/15/ \quad \Pr \{P_B\} = \Pr \{P_N\} \cdot \Pr \{P_A\} \quad ,$$

gdzie:

- $\Pr \{P_N\}$  - prawdopodobienstwo tego, ze wszystkie dane nume-

ryczne nie zawierają żadnego błędu;

-  $\Pr\{P_A\}$  - prawdopodobieństwo tego, że wszystkie dane nienu-  
meryczne nie zawierają żadnego błędu.

Wykorzystując zależności określone w pkt. 3 otrzymuje się:

$$/16/ \quad \Pr\{P_N\} = \prod_{i \in \mathbb{N}} \Pr\{P_i\} = (1 - p)^{L^N}$$

$$/17/ \quad P_A = \prod_{k \in K} \Pr\{P_k\} = (1 - p)^{L^A}$$

gdzie:

$$\sum_{i \in \mathbb{N}} L_i^N = L^N, \quad \sum_{k \in K} L_k^A = L^A$$

Stąd uwzględniając /16/ i /17/ w /15/ uzyskuje się:

$$/18/ \quad \Pr\{P_B\} = (1 - p)^{L^N + L^A}$$

Prawdopodobieństwo akceptacji bloku danych jest równe:

$$/19/ \quad \Pr\{A_B\} = \Pr\{A_N\} \cdot \Pr\{A_A\}$$

gdzie:

-  $\Pr\{A_N\}$  - prawdopodobieństwo akceptacji wszystkich danych  
numerycznych;

-  $\Pr\{A_A\}$  - prawdopodobieństwo akceptacji wszystkich danych  
nienumerycznych.

Uwzględniając przyjęte założenia dotyczące procesu testowania  
można podać, że:

$$/20/ \quad \Pr\{A_N\} = \Pr\{A_N^Z\} \cdot \Pr\{A_N^W\} \cdot \Pr\{A_N^R\}$$

gdzie poszczególne czynniki oznaczają odpowiednio, prawdopo-  
dobieństwa akceptacji danych numerycznych testowanych tylko według  
kryterium znaków, według kryterium znaków i wartości oraz według  
kryterium znaków i relacji.

Stąd:

$$/21/ \Pr\{A_N^Z\} = \prod_{i \in \Pi_Z} \left[ \frac{10 \frac{L_1^N}{Z} - 1}{L_1^N - 1} (1 - (1-p)^{L_1^N}) + (1-p)^{L_1^N} \right]$$

$$/22/ \Pr\{A_N^W\} = \prod_{i \in \Pi_W} \left[ \frac{\text{card}(W_N) - 1}{Z L_1^N - 1} (1 - (1-p)^{L_1^N}) + (1-p)^{L_1^N} \right]$$

$$/23/ \Pr\{A_N^R\} = \prod_{i \in \Pi_R} \left[ \frac{\langle \Delta_1^N, G_1^N \rangle - 1}{Z L_1^N - 1} (1 - (1-p)^{L_1^N}) + (1-p)^{L_1^N} \right]$$

Podobnie jak wyżej można wyrazić prawdopodobieństwo akceptacji wszystkich danych nienumerycznych:

$$/24/ \Pr\{A_A\} = \Pr\{A_A^N\} \cdot \Pr\{A_A^Z\} \cdot \Pr\{A_A^W\} \cdot \Pr\{A_A^{ZW}\}$$

Dalej, korzystając z zależności /10/ - /13/ otrzymuje się:

$$/25/ \Pr\{A_A^N\} = 1$$

$$/26/ \Pr\{A_A^Z\} = \prod_{k \in K_Z} \left[ \frac{Y_k^A L_k^A - 1}{Z L_k^A - 1} (1 - (1-p)^{L_k^A}) + (1-p)^{L_k^A} \right]$$

$$/27/ Pr \{A_A^W\} = \prod_{k \in K_W} \left[ \frac{\text{card}(W_k^A) - 1}{Z_k^A - 1} + (1 - p) I_k^A \right]$$

$$/28/ Pr \{A_A^{ZW}\} = \prod_{k \in K_{ZW}} \left[ \frac{\text{card}(W_k^A) - 1}{Z_k^A - 1} \left( 1 - (1 - p) I_k^A \right) + (1 - p) I_k^A \right]$$

Wszystkie wyrażenia podane w niniejszym punkcie pozwalają wyznaczyć poszukiwane prawdopodobieństwo akceptacji fałszywej bloku danych.

### 5. Przykład liczbowy

W celu zilustrowania wywodów przedstawionych w referacie, a szczególnie w pkt. 3 i 4, zostanie rozwiązany prosty przykład liczbowy.

Przyjmuje się, że dane wejściowe będą wprowadzane do komputera z kart dziurkowanych jednego typu o następującej strukturze /karty z rzeczywistego systemu/:

Numer danych	Typ danych	Długość danych	Wymagane testowanie	Liczba testów z poprzedz. bloku
1	A	6	kryt. wartości	1
2	N	5	kryt. znaków	-
3	H	1	kryt. znaków i relacji	3
4	N	1	kryt. znaków i wartości	1
5	A	20	kryt. znaków /litery/	-
6	N	2	kryt. znaków	-
7	A	4	kryt. wartości	304
8	N	2	kryt. znaków	-
9	N	5	kryt. znaków	-
10	N	4	kryt. znaków	-
11	A	1	kryt. znaków i wartości	6
12	H	4	kryt. znaków	-



Z tablicy wynika, że z punktu widzenia procesu testowania można wyróżnić następujące zbiory danych:

$$\Pi_Z = \{2,6,8,9,10,12\} \quad , \quad \Pi_W = \{4\} \quad , \quad \Pi_R = \{3\} \quad .$$

$$K_Z = \{5\} \quad , \quad K_W = \{1,7\} \quad , \quad K_{ZW} = \{11\} \quad .$$

Ilość możliwych znaków w komputerze wynosi 64, a liter - 26. Na podstawie [3] przyjmuje się, że prawdopodobieństwo przekłamania jednego dowolnego znaku w procesie sporządzania MKD wynosi:  
 $p = 4 \cdot 10^{-4}$ .

Korzystając z zależności zawartych w pkt. 3 i 4 wyznacza się następujące prawdopodobieństwa:

$$\Pr\{A_N^Z\} = 0.9912781 \quad ; \quad \Pr\{A_N^W\} = 0.9996$$

$$\Pr\{A_R^R\} = 0.9996126 \quad ; \quad \Pr\{A_A^Z\} = 0.9920321$$

$$\Pr\{A_A^W\} = 0.9960257 \quad ; \quad \Pr\{A_A^{ZW}\} = 0.9996317$$

Prawdopodobieństwo fałszywej akceptacji karty wynosi:

$$\Pr\{BP_B\} = 0.0001$$

Jeżeli zostałoby pominięte testowanie danych, to prawdopodobieństwo fałszywej akceptacji karty wyniosłoby:

$$\Pr\{BP_B\} = 0.022$$

a więc ponad 200 razy większe niż dla przypadku z testowaniem danych.

## 6. Zakończenie

W referacie zostały rozpatrzone tylko niektóre aspekty wiarygodności danych wejściowych do SI, ale, nie mniej, uzyskane zależności pozwalają z dostateczną w praktyce dokładnością ocenić z jednej strony, poziom wiarygodności danych, a z drugiej strony, pośrednio, efektywność zaproponowanych testów.

Przytoczony przykład liczbowy /pkt. 5/ potwierdził intuicyjne przeświadczenie o tym, że testowanie danych podnosi ich wiarygodność.

Dalsze prace nad rozwiązaniem zagadnienia określania poziomu wiarygodności danych powinny objąć nie uwzględnione w refe-

racie następujące najważniejsze problemy:

- dane mogą być przekłamywane nie tylko w procesie przenoszenia na MND, ale również i na innych etapach zbierania i przetwarzania danych;
- testowanie według kryterium relacji jednocześnie wielu danych;
- przekłamanie błędnej danej może powodować jej "samorzutną" korektę co ma miejsce w praktyce;
- dane mogą mieć zmienną długość.

#### LITERATURA

- [ 1 ] B. Buśko, H. Filipek, J. Sliwiński : Wiarygodność informacji ekonomicznej w systemach informatycznych. Warszawa, PWE, 1980r.
- [ 2 ] G. Konopacki: Projektowanie informatycznych systemów zarządzania /skrypt WAT/. Warszawa, WAT, 1984r.
- [ 3 ] A. A. Воронов, Г. А. Кондратьев, Ю. В. Чистяков: Теоретические основы построения автоматизированных систем управления. Москва, изд. "Наука", 1978г.

mgr inż. Krzysztof KOZIEROWSKI

NIMBUS  
SYSTEM ZBIERANIA, SELEKCJI I DYSLOKACJI  
DEPEZ METEOROLOGICZNYCH

System NIMBUS jest elementem meteorologicznego systemu powiadomiania.

Zrealizowany został dla potrzeb CBH i obejmuje następujące zagadnienia problematyki METEO:

- zbieranie i selekcje depesz meteorologicznych zagranicznych /z Moskwy, Poczdamu i Pragi/;
- zbieranie i selekcja depesz krajowych z lotnisk wojskowych.

Zrealizowany został w oparciu o minikomputer MERA-60, wyposażony w pamięć operacyjną 28 K słów 16 bit, drukarkę znakowo-mozaikową DZM-180, monitor ekranowy MERA-7952, stację taśmy papierowej.

Docelowo konfiguracja ta została poszerzona o monitor MERA-7911 podłączony do kanału telewizji przemysłowej, dwa modemy 600b oraz 12 konwertorów zaprojektowanych i wykonanych w CBH.

System zaprogramowany został na "Surcwą maszynę" co pozwoliło na zorganizowanie szybkiej i prostej obsługi urządzeń oraz pozwala w przyszłości na zapisanie systemu w pamięci stałej.

Umożliwia on w prosty sposób organizować i realizować funkcje wprowadzania, wyprowadzania oraz przetwarzania zdefiniowanych typów danych /depesz/. System pozwala na dynamiczną zmianę urządzeń oraz trybu i kodu ich pracy.

Dialogowa praca użytkownika końcówki /np. dalekòpisu/ pozwala realizować przesyłane za pośrednictwem komend zlecenia w zakresie:

- dostępnego przetwarzania;
- zmian deklaracji wyjść dla podanych typów depesz lub wyników żadanego przetwarzania;
- przesyłania dowolnych tekstów w trybie "telefon".

Dane do systemu napływają w postaci depesz meteorologicznych i w zależności od ich źródła wyróżnia się depesze:

- międzynarodowe przekazywane dwoma liniami telefonicznymi z szybkością 600b;
- krajowe przekazywane ośmioma łączami telegraficznymi z szybkością 50b.

Obsługa tych dwóch rodzajów depesz realizowana jest odrębnymi torami.

Depesze międzynarodowe po selekcji wyprowadzane są na urządzenia wyjściowe zadeklarowane na stałe lub zmienione przez operatora.

Jest pełna swoboda wyboru wyjścia w zależności od potrzeb dla dowolnego typu depeszy, również w zależności od tego z jakiego urządzenia jest nadawana.

Ze względu na małą pamięć operacyjną i duże obciążenie procesora obsługą urządzeń; nie rozwijano na tym etapie elementów przetwarzania depesz.

Zostało zrealizowane jedno zadanie przetwarzania depeszy typu TEMP, efektem którego jest tabela wyliczonych wskaźników burzowych. Dostępna jest ona za pośrednictwem odpowiedniej komendy wprowadzonej z dowolnego urzędnia wejściowego.

Obsługa depesz krajowych potraktowana została nieco szerzej. Umożliwiono przekazywanie depesz drogą telegraficzną w dwóch trybach:

- w trybie interakcyjnym /z klawiatury dalekopisu/;
- w trybie wsadowym /z czytnika taśmy dalekopisu/.

Nadawca po wprowadzeniu depeszy z dalekopisu otrzymuje potwierdzenie przyjęcia jej przez system i wyprowadzenia na docelowe urządzenie. Poprawna depesza przesyłana jest na urządzenie rozsiewcze TEŚA a błędna na urządzenie będące przy operatorze /np. F1200/ oraz zwrótnie do nadawcy z adnotacją o błędzie. Poprawienie depeszy i ponowne jej wprowadzenie realizowane może być zarówno przez nadawcę jak i operatora.

Dla depesz krajowych wykonane zostało zadanie zobrazujące na monitorze MERA-7911 stan pogody na lotniskach krajowych. Dodatkowo monitor ten włączony jest w lokalną sieć telewizji przemysłowej dzięki czemu zobrazowanie widoczne jest w wielu innych miejscach gdzie było to pożądané.

Ze względu na źródło informacji wejściowej dla depesz międzynarodowych, które stanowi komputer w Pradze i Poczdamie oraz na połączenie z komputerem IMGW, system NIMBUS jest końcówką sieci komputerowej Światowej Organizacji Meteorologicznej. Połączenie z IMGW realizowane jest za pośrednictwem linii telefonicznej z szybkością 600b. Depesze przekazywane są z systemu do komputera IMGW w ustalonym protokóle. Istnieje również możliwość dostępu z końcówki systemu NIMBUS przez ww

linie do zbioru danych, IMGW lub dalej tą drogą do komputera w Pradze. W tym celu przekazać należy odpowiednie komendy zawierające zakres żądanej informacji i kod banku danych.

W dalszym etapie prac przewiduje się połączenie systemu jako źródła danych z komputerem centralnym SM-1420 zabezpieczającego wielodostęp i realizację wszelkich zadań związanych z przetwarzaniem i archiwizacją danych.

mgr inż. Zbigniew KUDIURA

INFORMATYZACJA DOŁOWYCH OGNIW KIEROWANIA NA BAZIE  
DOŚWIADCZEŃ DYWIZYJNEGO OŚRODKA PRZETWARZANIA  
INFORMACJI

Współczesny poziom nauki i techniki stwarza realne możliwości usprawnienia organizacji i zwiększenia operatywności w dowodzeniu wojskami oraz w zarządzaniu gospodarką wojskową przez stosowanie naukowej organizacji pracy, automatyzacji i mechanizacji pracy dowódców i sztabów.

Zasadniczym etapem wypracowania decyzji jest dająca się sformalizować i opisać, na podstawie reguł logiki formalnej, obróbkę informacji w systemie informacyjnym. Większość prac związanych z logicznym opracowaniem informacji może być zmechanizowana lub zautomatyzowana poprzez systemy informatyczne wspomagające systemy informacyjne. Wojskowe zautomatyzowane systemy informatyczne, których podstawą są określone procesy informacyjne, determinują zarówno sprawność dowodzenia jak i zarządzania.

Określenie sfer i zasięgu automatyzacji procesów informacyjnych wynika z potrzeb w zakresie konieczności posiadania tych informacji, które niezbędne są do planowania działań, podejmowania decyzji, kierowania realizacją zadań, organizacją współdziałania itp. Szerokie stosowanie informatyki na szczeblach dowództw OW, RSZ oraz ośrodków pracujących na korzyść instancji centralnych, a także w akademiach wojskowych, szkołach oficerskich i placówkach naukowo-badawczych przypada na lata 70-te.

W okresie tym nie było odpowiedniego sprzętu krajowej produkcji w jaki można byłoby wyposażać szczeble wykonawcze,

które formalnie traktowane były jako źródła informacji dla szczebli nadrzędnych. Brak na krajowym rynku odpowiedniej ilości właściwego sprzętu stanowił barierę kompleksowej automatyzacji procesów informacyjnych w Siłach Zbrojnych.

W takich warunkach pojawił się na rynku produkowany przez "MERA-BŁONIE" minisystem MERA-100, produkt będący kompromisem dwóch tendencji, a mianowicie: dążenia do zaspokojenia możliwie szerokiego obszaru potrzeb w dziedzinie: zbierania i wstępnego przetwarzania danych oraz dążenia do zbudowania urządzenia o możliwie prostej konstrukcji i niskiej cenie. Jak sam producent zastrzegał specjalizowany terminal programowany MERA-100 przeznaczony był do gromadzenia danych na kasetowej taśmie magnetycznej /dysku magnetycznym/, fakturowania i wydruku tekstów w postaci formularzy. Miał on znaleźć zastosowanie w księgowości finansowej, rachunkowości kosztów, planowaniu, opracowaniu list płac, bilansowaniu itp.

W skład terminala wchodziły: drukarka znakowo-mozaikowa z klawiaturą alfanumeryczną i numeryczną, pamięć kasetowa PK-1 jednostka centralna z pamięcią operacyjną o pojemności 32 kB, pamięć na dyskach elastycznych /floppy disc/ typu P1x45D o pojemności 4x256 kB i monitor ekranowy /VDU lub CRT/.

Terminal posiadał język programowania o silnej orientacji maszynowej, ubogą listę rozkazów rozszerzoną o przechowywane w pamięci typu PROM /do 2 kB/ makroinstrukcje /rutyny/ i opierał się na bajtowej strukturze informacji.

Mimo ograniczonych możliwości MK MERA-100 jego seryjna produkcja stworzyła warunki do instalacji i praktycznego wykorzystania w/w na szczeblach ZT i OG i w taki też sprzęt został wyposażony utworzony w 1980 r. Dywizyjny Ośrodek Przetwarzania Informacji. Ponieważ charakterystyka sprzętu kwalifikowała go przede wszystkim do zastosowań w księgowości finansowej taki też był kierunek pierwszych prac wdrożeniowych mających na celu likwidację wszystkich zrutynizowanych i pracochłonnych czynności w działach rachunkowości OG.

Podsystem zintegrowanej księgowości syntetycznej /finansowej/ przystosowany do prowadzenia księgowości tzw. "podwójnej" objął swoim zakresem księgowość budżetową w wojskowych



jednostkach budżetowych, zbiorczą sprawozdawczość finansową i księgowość w zakładach pomocniczej działalności gospodarczej.

Księgowość finansową prowadzoną w oparciu o MK MERA-100 w porównaniu z księgowością tradycyjną i z wykorzystaniem urządzeń typu ASCOTA charakteryzują cechy bardzo istotne z punktu widzenia bezpośredniego użytkownika, a polegające na: bieżącej aktualizacji zbiorów danych i natychmiastowym dostępie do aktualnych informacji w nich zawartych, wprowadzaniu danych wejściowych bezpośrednio lub tworzeniu zbiorczych zestawień oraz zdecydowanie mniejszej pracochłonności i zawodności w porównaniu z automatem klasy ASCOTA. Ze zbiorów danych uzyskiwany jest szereg zestawień dla potrzeb OG, ZT i szczebli nadrzędnych zawierających obligatoryjną dokumentację ewidencyjną i sprawozdawczość finansową.

Pozytywne doświadczenia i uzyskane efekty oraz istnienie rezerw mocy obliczeniowej pozwoliły w trakcie dalszej działalności ośrodka na podjęcie prac nad informatyzacją wybranych dziedzin działalności ~~Szerebostwa~~ Służby Uzbrojenia i Elektryki, Wydziału Łączności, Służby Finansowo-Bankowej i Służby Żywnościowej związku taktycznego. Opracowano i wdrożono do eksploatacji użytkowej podsystemy informatyczne:

- opracowania listy płac pracowników cywilnych wojska /eksploatowany obecnie dla potrzeb Garnizonowego Węzła Łączności/;
- obliczania należności amunicji dla jednostek wojskowych i związku taktycznego oraz jednostek ognia wg etatu;
- ewidencji i kontroli rotacji produktów żywnościowych wg dat gwarancyjnych, umożliwiającą pełną i obiektywną analizę stanów zapasów, przestrzeganie terminów gwarancyjnych, a także właściwą rotację w/w artykułów;
- ewidencji sprzętu łączności dla prowadzenia ewidencji egzemplarzowej sprzętu w oddziałach gospodarczych i pododdziałach jednostek wojskowych wraz z danymi eksploatacyjnymi i informacjami o pojeździe, na którym dany sprzęt jest zamontowany.

Podsystemy o charakterze kalkulacyjno-obliczeniowym prowadzą do minimum /w stosunku do metody tradycyjnej/ większość czaso- i pracochłonnych czynności skutecznie zabezpieczając

przed powstawaniem typowych błędów obliczeniowych.

Informatyczne podsystemy ewidencyjne umożliwiają likwidację ewidencji tradycyjnej, zapewniają szybki dostęp do informacji niezbędnej przy planowaniu remontów i prowadzeniu właściwej gospodarki przydzielonym sprzętem, a także pozwalają na otrzymywanie zestawień wynikowych w różnych przekrojach w zależności od istniejących potrzeb użytkownika. Wszystkie wymienione podsystemy bazują na ogólnie obowiązujących formularzach i ich eksploatacja nie wymaga tworzenia dodatkowych dokumentów źródłowych.

W trakcie prac projektowych nie ustrzeżono się błędów będących wynikiem złego oszacowania docelowej wielkości zbiorów danych i możliwości minikomputera /podsystemy: ewidencji egzemplarzowej sprzętu uzbrojenia i elektroniki i ewidencji sprzętu medycznego/. Pomimo poprawnie opracowanego oprogramowania użytkownika eksploatacja próbna wykazała, że utrzymanie aktualnych zbiorów i operowanie nimi jest uciążliwe i czasochłonne, a uzyskanie wszystkich wymaganych przez użytkownika różnego typu zestawień wynikowych, ze względu na czasy przetwarzania, często niemożliwe. Podsystemy te nie zostały wprawdzie wprowadzone do eksploatacji użytkowej, ale dostarczyły cennych doświadczeń niezbędnych przy właściwym wyborze do informatyzacji kolejnych dziedzin działalności poszczególnych służb.

Obecnie w opracowaniu znajdują się podsystemy: ewidencji wydawnictw bibliotecznych wg "Tablic specjalnej kwalifikacji dziesiątnej", ewidencji stawiennictwa i napływu uzupełnienia w czasie mobilizacyjnego rozwinięcia /dla potrzeb ZKMRJW/, planowania ognia artylerii na okres artyleryjskiego przygotowania ataku i inne, obejmujące swoim zakresem zagadnienia gotowości bojowej i dowodzenia wojskami.

Uruchomienie w 1985 r. utajnionego łącza transmisji danych oraz instalacja końcówki abonenckiej komputera ODRA-1305 umożliwiły zdalne, bezpośrednie wykorzystanie mocy obliczeniowej i systemów informatycznych eksploatowanych w ośrodku przetwarzania informacji OW. Jednocześnie wyposażenie MK MERA-100 w pakiet NOL, przeznaczony do transmisji danych w systemie teleprzetwarzania poprzez modem o standardowym styku

V-24, stworzyło warunki wykorzystania minikomputera jako programowanego terminala systemu abonenckiego. Terminal programowany posiada własności końcówki abonenckiej wzbogacone o możliwości własnych zasobów pozwalających na gromadzenie danych, ich wstępną obróbkę i wyprowadzanie wyników na własne urządzenia zewnętrzne /ME, DZM, PK, Eloppy disc/.

Użytkownik może realizować z terminala /końcówki abonenckiej/ aktualizację informacji przechowywanej w zbiorach, wprowadzać nowe informacje w postaci podzbiorów do systemu, inicjować kompilację i realizację własnych programów, realizować programy w językach konwersacyjnych w trybie interpretacyjnym, inicjować zadania drugoplanowe itd.

We wstępnej fazie eksploatacji ASI uzyskano dostęp do danych z systemów informatycznych: ewidencji osobowej żołnierzy zawodowych, gospodarki częściami wymiennymi i podzespołami w SSUiE oraz gospodarki amunicją w SSUiE. Na etapie użytkowego wdrożenia znajduje się system oceny stałej gotowości bojowej, a następnie kolejne systemy i programy użytkowe ze szczególnym uwzględnieniem problematyki operacyjno-taktycznej i gotowości bojowej.

Trzeba wyraźnie zaznaczyć, że jak wykazała dotychczasowa praktyka parametry zainstalowanego w omawianym ośrodku obliczeniowym sprzętu informatycznego nie odpowiadają aktualnie istniejącym potrzebom.

Barierą w szerszym zastosowaniu stanowią ograniczenia programowe /ubogi język poziomu assemblera/ i sprzętowe, a w tym przede wszystkim zbyt małe pojemności pamięci operacyjnej i pamięci masowych ograniczające zakres zastosowań do problemów nie wymagających przechowywania dużych zbiorów danych.

Wystąpił w związku z tym problem wyboru zakresu zastosowań nie na miarę potrzeb, ale na miarę możliwości i fakt ten stworzył barierę uniemożliwiającą podjęcie kompleksowej informatyzacji całokształtu procesów informacyjnych służb wiodących związku taktycznego.

Właściwie dobrany poziom techniczny sprzętu warunkuje rozwój nowych zastosowań, Nieadekwatność ukompletowania i

struktury zestawu do potrzeb bieżących i rozwojowych, prowadzi do konieczności wyboru do informatyzacji zagadnień, których praktyczna realizacja na posiadanym sprzęcie jest możliwa.

Dalszy rozwój prac projektowo-wdrożeniowych i objęcie informatyzacją szerokiego zakresu zagadnień zarówno procesów ewidencyjno-sprawozdawczych jak i dowodzenia wojskami, uwarunkowany jest instalacją zestawu minikomputerowego spełniającego poniższe wymagania:

- wielodostępność i wieloprogramowość zestawu;
- możliwość instalacji 5-8 oddalonych końcówek abonanckich w tym 3-4 typu "hard cepy";
- pojemność pamięci operacyjnej rzędu 128-256 kB;
- pamięci zewnętrzne w postaci wymiennych dysków twardych o pojemności 20-30 MB;
- możliwość współpracy z innymi komputerami;
- możliwość programowania w językach wysokopoziomowych i posiadanie oprogramowania umożliwiającego organizowanie i zarządzanie bazą danych.

Obecna sytuacja na krajowym rynku producentów sprzętu mini- i mikrokomputerowego nie nastroja optymistycznie. Pojawiają się nowoczesne minikomputery będące produktami przedsiębiorstw państwowych i spółek polonijnych, jednak Siły Zbrojne z konieczności muszą się opierać na wielkoseryjnej produkcji krajowej, nie angażując się w rozwiązania unikalne bez możliwości szerokiego rozpowszechnienia, a sprzętu odpowiedniej klasy /spełniającego przynajmniej większą część wymagań/, może oprócz ostatnich propozycji Wrocławskich Zakładów Elektronicznych "ELWRO" /rodzina minikomputerów ELWRO-800/ praktycznie na krajowym rynku nie ma. Dodatkowym bardzo istotnym aspektem przy wyborze sprzętu informatycznego jaki miałyby być instalowane w dołowych ogniwach kierowania jest jego mobilność i przydatność w warunkach polowych.

Omówione pokrótce praktyczne zastosowania minikomputerów w ZT dotyczyły pracy w warunkach stacjonarnych, ale fakt że obecnie produkowany sprzęt nie wymaga - w odróżnieniu od dużego komputera - specjalnych warunków lokalowych i klimatyzacji pozwala przypuszczać, że instalowany w najbliższych latach na szczeblach związków taktycznych i jednostek wojskowych sprzęt informatyczny będzie mógł być wykorzystywany zarówno w MSD jak i w warunkach polowych.

dr inż. Zbigniew PRYCIASZEK  
mgr inż. Jerzy KRYWENKO

KOMPUTEROWE WSPOMAGANIE PROCESU PROJEKTOWANIA  
SYSTEMÓW INFORMATYCZNYCH NA BAZIE WYKORZYSTANIA  
PAKIETU PSL/FSA ORAZ ROZWIĄZAŃ WŁASNYCH

Ogólna charakterystyka pakietu PSL/PSA, idea jego  
uzupełnienia

W roku 1984 w Zespole Informatyki Śląskiego Okręgu Wojskowego rozpoczęto prace polegające na rozpoznaniu możliwości pakietu wspomagania projektowania PSL/FSA i próbie wdrożenia go do rzeczywistych prac projektowych.

Zainteresowanie tematem wynika z faktu, iż doświadczenia projektantów wskazywały na duże rezerwy kryjące się właśnie w procesie projektowania. Cała procedura projektowania systemów informatycznych, włącznie z zatwierdzeniem kolejnych jej etapów, była i jest do tej pory, mimo iż od strony metodologicznej nic nie można jej zarzucić, mało skuteczna. Tworzony nakładem dużego wysiłku projekt systemu informatycznego, a następnie jego technologiczna implementacja okazuje się bardzo często mało użyteczna. Automatyzacja projektowania dawała nadzieję przyspieszenia prac korekcyjnych, modernizacyjnych i dokumentacyjno-wydawniczych. Bodźcem do podjęcia prac w tym kierunku były też istotne osiągnięcia w dziedzinie technologii i inżynierii oprogramowania. Takie metody i narzędzia wprowadzone do użytku jak programowanie modularne i strukturalne, technologia programisty wiodącego, tablice decyzyjne czy też stosowanie gotowych standardów programowych uzmysławiały, że należałoby zrobić również coś w zakresie samego projektowania.

Możliwością do podjęcia prac było udostępnienie przez F2 WII do użytku w wojsku narzędzia programowego w postaci pakietu

PSL/PSA pt. "Komputerowe wspomaganie projektowania systemów informatycznych". Pakiet ten powstał na Uniwersytecie MICHIGAN w USA w ramach projektu ISDOS /INFORMATION SYSTEM DESIGN AND OPTIMALIZATION SYSTEM/ realizowanego pod kierownictwem prof. Teichrow'a. W Polsce pakiet rozpowszechnili naukowcy Akademii Ekonomicznej z Poznania, którzy przystosowali go też do wykorzystywania przez komputery serii RIAD i ODRA oraz wykonali polskojęzyczny opis.

Pakiet składa się z dwóch zasadniczych części:

- "Języka opisu projektu" o nazwie PSL /PROBLEM STATMENT LANGUAGE/, oraz jego
- "Analizatora" o nazwie PSA /PROBLEM STATMENT ANALYZER/, zawierającego kilkadziesiąt programów komputerowych.

Do głównych funkcji pakietu programowego PSA należą:

- tworzenie i aktualizacja bazy danych projektu, przechowującej aktualny opis projektowanego systemu informatycznego;
- tworzenie raportów dokumentacyjnych przechowywanego w bazie danych projektu systemu informatycznego.

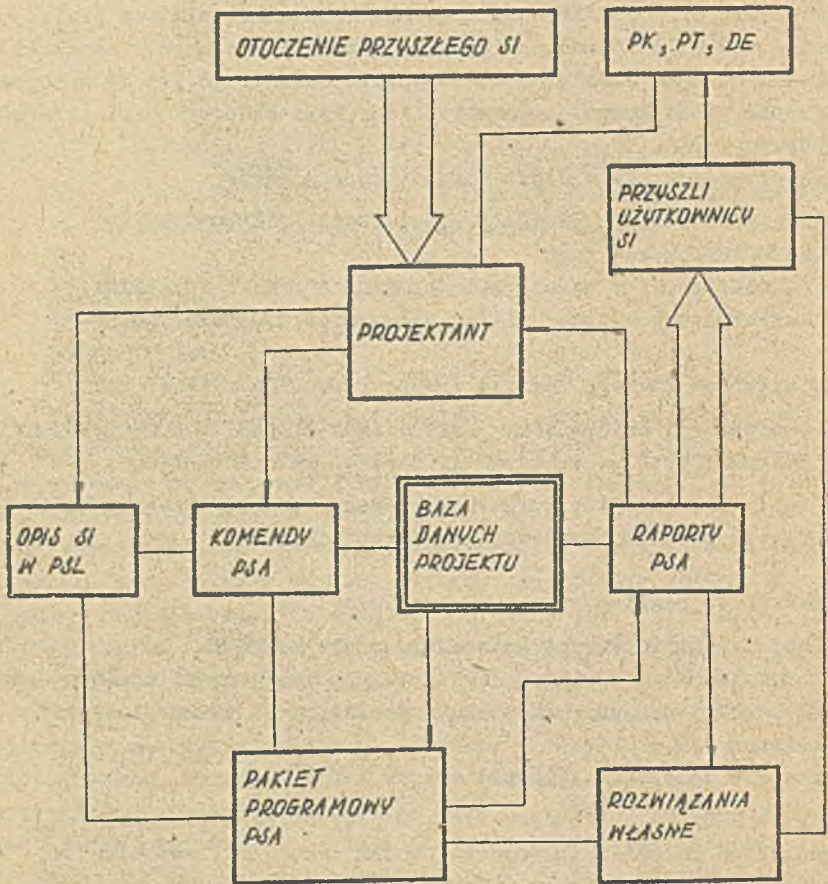
Funkcje te realizowane są w oparciu o:

- opis projektu SI przygotowanego w języku PSL;
- odpowiedni zestaw komend PSA sterujących pracami analizatora;
- system operacyjny komputera pozwalający na pracę w trybie abonentkim.

Powyższe zależności ilustruje rys. 1.

Pakiet PSL/PSA, czyli ogół środków językowych i programowych, służących prowadzeniu procesu projektowania SI, wspomaga ten proces poprzez:

- wprowadzenie ścisłości i jednoznaczności w formułowaniu opisu projektowanego systemu;
- dostarczenie aktualnej dokumentacji projektu i to zarówno globalnej, jak i obejmującej wybrane aspekty projektu;
- odciążenie projektanta systemu od wielu czynności technicznych, takich jak: redagowanie opisu projektu, tworzenie specjalistycznych zestawień, analiz itp.;
- dostarczenie wyników bieżących analiz aktualnego stanu projektu SI ze względu na spójność, zupełność, niesprzeczność, stopień redundancji;



K O M P U T E R

Rys. 1. Komputerowe wspomaganie procesu projektowania SI w oparciu o pakiet PSL/PSA i rozwiązania własne.



- łatwiejsze sterowanie procesem projektowania logicznego systemu informatycznego, wynikające z udokumentowania w bazie danych aktualnego stanu prac nad projektem;
- umożliwienie automatyzacji procesu dokumentowania projektu logicznego SI ze względu na komputerową przetwarzalność jego opisu.

Istotnym walorem pakietu PSL/PSA jest też fakt, iż został on opracowany w języku FORTRAN, co umożliwia jego stosowanie w zasadzie na dowolnym typie komputera.

Z kolei zasadniczą trudnością w efektywnym wykorzystaniu pakietu było rozpowszechnienie w Polsce zaledwie jego wersji drugiej. Nie posiadała ona tzw. generatora /redaktora/ dokumentacji, który pojawił się dopiero w wersji czwartej. Pakiet posiadał też stosunkowo małe możliwości w zakresie wspomaganie projektowania technologicznego, które pojawiły się dopiero w wersji szóstej.

W tej sytuacji w latach 1984/85 prócz próby praktycznego wykorzystania posiadanej wersji pakietu w ZI SOW, prowadzone pewnie, niezakrojone na zbyt dużą skalę, prace zmierzające do uzyskania efektów znanych jedynie z opisu wersji późniejszych. Rozbudowano też możliwość samego pakietu w zakresie jego wykorzystania w procesie projektowania koncepcyjnego, technologicznego oraz podczas wytwarzania dokumentacji. Zadbano przy tym, by forma tych dokumentów była zgodna z obowiązującymi w tym zakresie wymaganiami. Należy zaznaczyć, iż w F2 WII prowadzone były równoległe prace rozszerzające możliwości wykorzystania pakietu, przede wszystkim na etapie projektowania technologicznego.

Obecnie przeprowadzimy bliższą charakterystykę prac zrealizowanych w ZI SOW.

Pakiet PSL/PSA wykorzystano praktycznie przy realizacji dwóch projektów systemów informatycznych. Przy okazji tych prac wykształciła się pewna metodologia, która możliwa jest do zastosowania w następujących, przedstawionych niżej, etapach projektowania SI.

W procesie projektowania koncepcyjnego /PK/ poprzez:

- opis projektu SI w języku PSL, analizę i aktualizację tego projektu;
- automatyczne /komputerowe/ wykonanie dokumentacji projektu koncepcyjnego.

W procesie projektowania technologicznego /PT/ poprzez:

- wykonanie szkieletów programów komputerowych w języku COBOL;
- aktualizację bazy danych PSA podczas PT; ,
- automatyczne /komputerowe/ wykonanie dokumentacji programowej i eksploatacyjnej.

Przy określonym już zaawansowaniu prac projektowych można przystąpić do opisu projektu SI w języku PSL.

W naszym przypadku wykorzystany zakres opisu projektu był następujący:

A. Struktury danych.

opisywano obiekty typu:

- ELEMENT - pole elementarne;
- GROUP - pole grupowe;
- INPUT - wejście /karty dziurkowane, dokumenty źródłowe itp./;
- OUTPUT - wyjście /wydruki/;
- ENTITY - zapis magnetyczny;
- SET - zbiory magnetyczne;

Wybrany obiektom nadawano atrybuty np. dla pola elementarnego określano "długość", "typ", "obraz" /tj. stałe wartości lub zakresy/.

Przykładowy opis struktury danych:

- SET TM-9999-AKTU;
- CSTS ZM-9999-TYP1, ZM-9999-TYP2;
- SET TM-9999-STAN;
- CSTS ZM-9999-TYP3;
- INP KD-9999-TYP1;
- CSTS RP,TK,IM,IL,JM,RR,MM,DD;

OUT WB-9999-STAN;  
ENT ZM-9999-TYP1;  
CSTS SL,RP,TK,R3,IM,IL,JM,DZ,C,NM,SNM;  
ELE RODZAJ-PRACY; SYN RP;  
ATTR QD ZNAKOW-X-4;  
ATTR QK ZNAKOW-X-4;  
ATTR Q1 WAR-PRZY;  
ELE TYP-KARTY; SYN TK;  
ATTR QD ZNAKOW-9-1;  
ATTR QK ZNAKOW-9-1;  
ELE NAZWA-MATERIALU; SYN NM;  
ATTR QD ZNAKOW-X-20;  
ATTR QK ZNAKOW-X-20;  
ELE SLOWO-LICZNIKOWE; SYN SL;  
ATTR QD ZNAKOW-B-24;  
ELE DZIEN; SYN DD;  
ATTR QD ZNAKOW-9-2;  
ATTR QK ZNAKOW-9-2;  
ELE MIESIAC; SYN MM;  
ATTR QD ZNAKOW-9-2;  
ATTR QK ZNAKOW-9-2;  
ELE ROK; SYN RR;  
ATTR QD ZNAKOW-9-2;  
ATTR QK ZNAKOW 9-2;  
GR DATA-ZAPISU; SYN DZ;  
CSTS RR, MM, DD;  
GR DATA-AKTUALIZACJI; SYD DA;  
CSTS RR, MM, DD;  
:  
:  
:  
DEF DLUGOSC-POLA ATTR; SYN QD;  
DEF KARTOWE-POLE ATTR; SYN QK;  
:  
:  
:  
EOF

B. Procesy i przepływ informacji.

Obiekty tego typu interpretowano jako SYSTEM, JEDNOSTKA FUNKCJONALNA /PRZETWARZANIA/, PROGRAM.

Trzykładowy opis procesu "PROGRAM" przedstawiono na rys. 2.

Tak opisany proces należy interpretować następująco:  
proces "X" używa /USES/ zbiór na taśmie magnetycznej /obiekt SET/,  
wykorzystuje /RECEIVES/ zbiór kartowy /obiekt INPUT/ oraz generuje  
/GENERATES/ wydruk /obiekt OUTPUT/ i wprowadza /DERIVES/ nowy  
zbiór na taśmie magnetycznej.

Nadając obiektom określone nazwy, opis projektu w języku  
PSL wyglądałby następująco:

```
PROC X;  
USES TM-9999-STAN;  
RCVS KD-9999-TYP1;  
CEFS WU-9999-AKTU;  
DRVS TM-9999-AKTU;  
DESC;  
ZAKLADANIE ZBIORU TM-9999-AKTU;  
PRCD;  
OPIS PROCEDURY
```

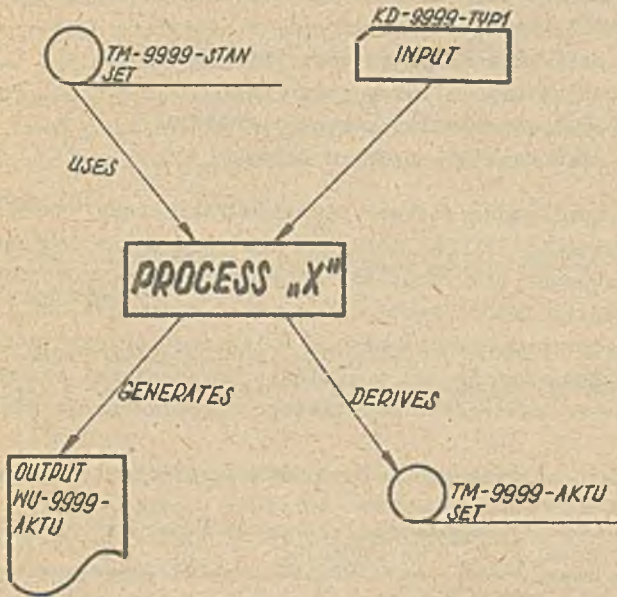
```
⋮
```

```
;
```

```
EOF
```

Po słowie DESC piszemy funkcje programu, a po PRCD opis  
procedury, albo szczegółowe założenia do programu w postaci  
komentarza.

Jeżeli opisywane są obiekty typu INTERFACE /podmioty systemu,  
otoczenie/, to należy opisać relacje między obiektami typu INPUT,  
OUTPUT, SET a obiektami typu INTERFACE.



Rys. 2. Przykładowy schemat procesu

Oczywiście zakres możliwości opisu języka PSL jest znacznie szerszy, jednak głównie ze względu na jednoznaczność opisu jak i rzeczywiste potrzeby proponujemy ograniczyć się do przedstawionego wyżej opisu.

Etap opisu systemu w języku PSL jest dość pracochłonny, głównie ze względu na wielkość informacji wejściowych, długie czasy realizacji komend PSA, w tym stosunkowo najdłuższy czas aktualizacji. Dlatego wybór momentu rozpoczęcia tego etapu jest istotny z punktu widzenia pracochłonności całego przedsięwzięcia. Po opisanie projektu SI w przedstawionym wyżej zakresie i wprowadzeniu opisu do bazy danych /BD/ PSA mamy sytuację taką, że w BD znajdują się wszystkie podstawowe informacje o systemie. Możemy z nich wytworzyć następujące fragmenty dokumentacji:

- struktura zapisów /CONT, NL, FPS, PAV/;

- budowa papierowych nośników informacji /CONT, NL, PPS, PAV/;
- założenia do programów /PRIO/;
- struktury wydruków /np. FPS/;
- ogólne schematy programów /PICTURE/;
- oraz szereg innych raportów.

Aktualizując postać raportów PSA możemy stwierdzić, że jedynie raport PICTURE może być zamieszczony w dokumentacji jako ogólny schemat programu. Nie mamy możliwości wyprowadzenia innych informacji w formie zwartej i zgodnej z wymaganiami, w postaci postronicowanej, zredagowanej, opatrzonej spisem treści.

Wygenerowanie tak rozumianej dokumentacji wymaga pewnych dodatkowych zabiegów i dodatkowego oprogramowania własnego.

Wykaz tego oprogramowania przedstawia poniższa tabela.

Lp.	Program	Funkcje	Stap	
1.	RAPA	Redagowanie i formatowanie tekstów	PK	PT
2.	RAF1	Struktura zapisów, zbiorów	PK	PT
3.	RAP3	Założenia do programów	PK	
4.	RAP4	Budowa kart dziurkowanych	PK	PT
5.	RAP5	Szkielety programów w języku COBOL		PT
6.	RAP6	Ogólna charakterystyka programu		PT
7.	RAP7	Instrukcja obsługi programu		PT
8.	EF10	Wzory wydruków	PK	PT

Tabela 1.

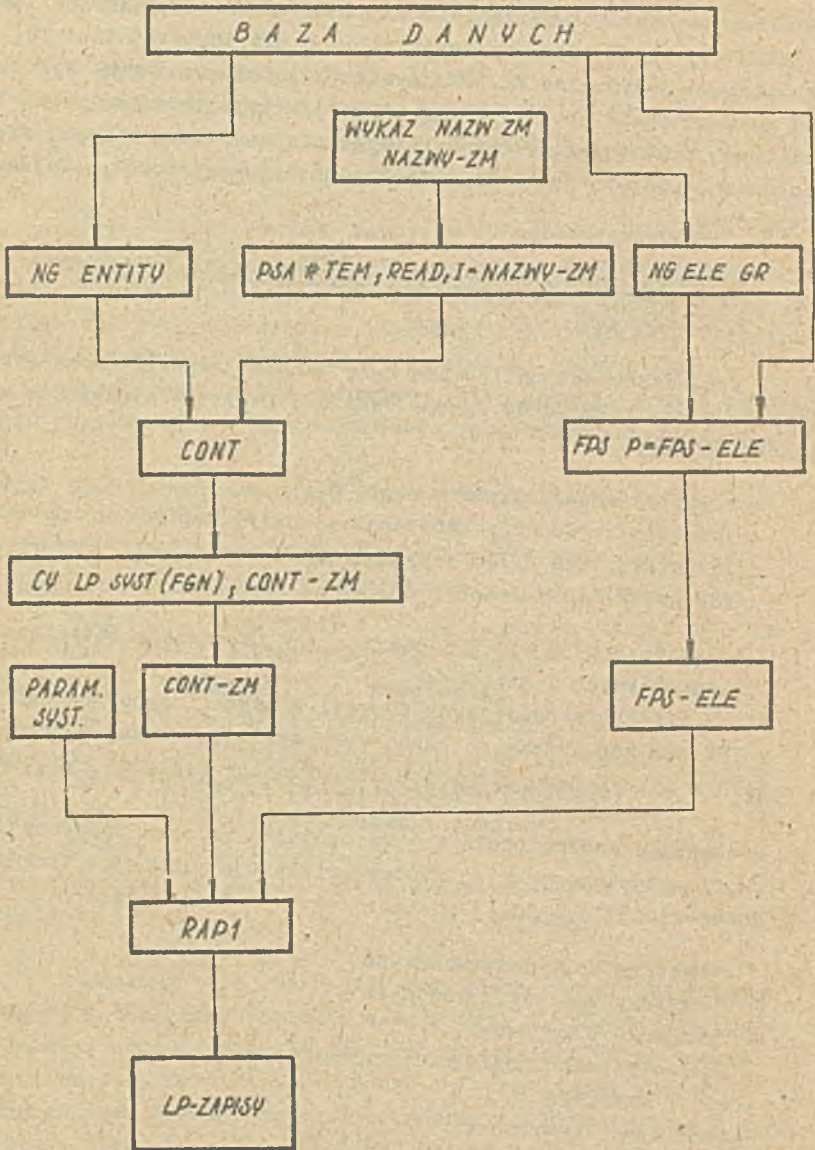
Pominiemy tutaj bardziej szczegółowe opisy wszystkich programów własnych. Niektóre z nich będą trochę szerzej omówione w dalszej części. Chcielibyśmy jednak zwrócić nieco większą uwagę na program RAPA tj. "Redaktor dokumentacji". Jest to program zrealizowany zgodnie ze standardami przyjętymi w jego odpowiedniku dla maszyn typu SM. Dzięki temu teksty przygotowane na tamtych maszynach mogą być formatowane, stronicowane, redagowane na komputerach ODRA i odwrotnie.

Redaktor ten posiada oczywiście znacznie większe możliwości zastosowania w pracach edytorsko-wydawniczych niż tu przedstawione, a ograniczone jedynie do PK i PT systemów informatycznych. Wykorzystanie go w procesie projektowania to zaledwie jedno z bardzo wielu możliwych zastosowań. Próby wykorzystania redaktora w innej sferze zastosowań podjęto już w Śląskim Okręgu Wojskowym oraz w Wojskach Lotniczych.

Metodyka postępowania w procesie tworzenia projektu koncepcyjnego

Posiadając zaktualizowaną bazę danych projektowanego systemu przystępujemy kolejno do wygenerowania dokumentów wymaganych w projekcie. I tak:

1. Tworzymy struktury zapisów /rys. 3/:
  - usaktywniając funkcję generacji struktur zapisów w całości /NG ENTITY/ lub tylko w wymaganym zakresie /PSA /#TEM,READ, I=NAZWY ZBIORÓW/;
  - sporządzając raport FPS zawierający informacje dotyczące pól elementarnych i grupowych.Efekt działania powyższych funkcji w postaci raportów CONT-ZM i FPS-ELE korelujemy ze sobą, wykorzystując własny program RAP1 i otrzymując żądane postaci struktur zapisów /rys. 4/.
2. Postępując analogicznie i wykorzystując kolejne programy z przedstawionego wyżej zestawu, otrzymujemy kolejne fragmenty dokumentacji w żądanej postaci /rys. 5/ zawierające:
  - struktury kart dziurkowanych
  - struktury taśm dziurkowanych
  - założenia programowe
  - schematy technologiczne programów
  - wzory wydruków
  - inne wymagane raporty
  - teksty i opisy dodatkowe.
3. Tak przygotowany komplet dokumentów, wykorzystując do tego celu standardowy mechanizm edytorski systemu operacyjnego GEORGE-3, opatrujemy liniami sterującymi i formujemy wg



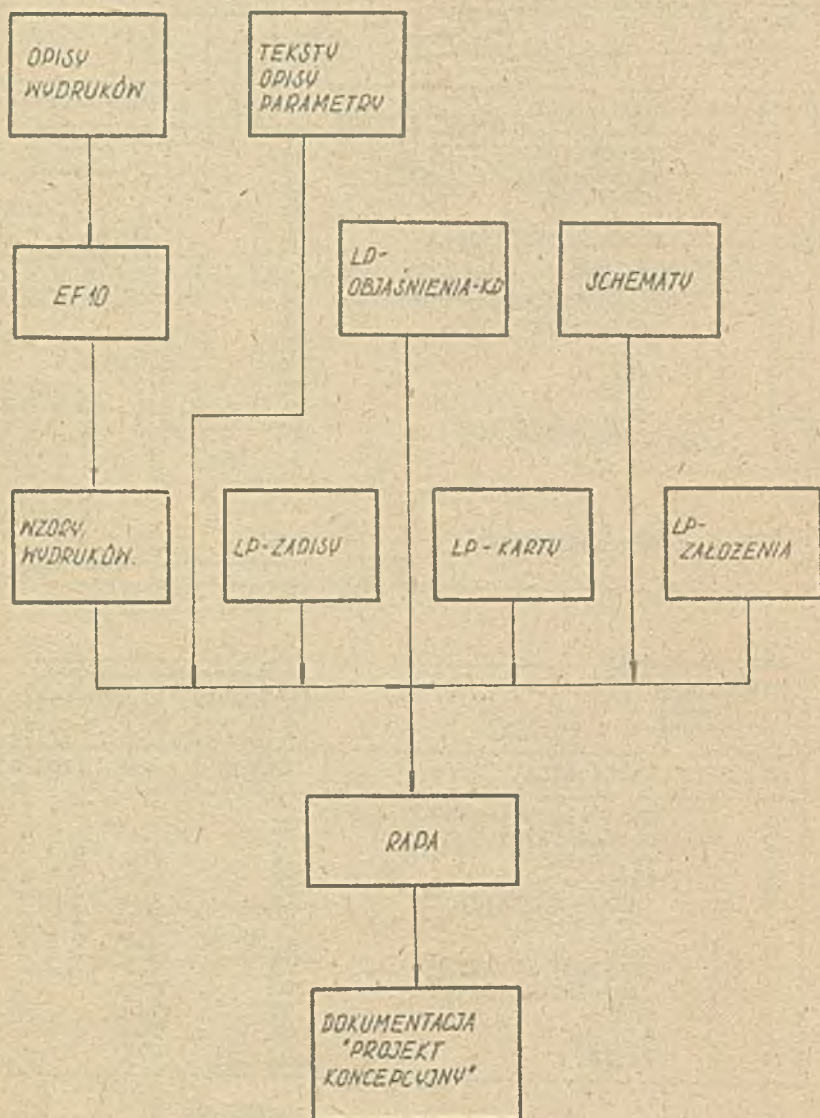
Rys. 3. Schemat wytwarzania struktur zapisów.



PRZYKŁAD		S T R U K T U R A			SZ	ZM-9999-TYP1	
9 9 9 9		ENTITY			1		
LP	POZ	NAZWA POLA	SYMBOL	ADRES	POSTAĆ		
1	1	SŁOWO-LICZNIKOWE	SL		B	B B B B	
2	1	RODZAJ-PRACY	RP	1.0	X	X X X X	
3	1	TYP-KARTY	TK	2.0	9		
4	1	R3	F3	2.1	X	X X X	
5	1	INDEKS-MATERIAŁOWY	IM	3.0	9	9 9 9 9	
6	1	IŁOŚĆ	IL	5.0	B	B B B B	
7	1	JEDNOSTKA-MIARY	JM	6.0	9	9	
8	1	DATA-ZAPISU	DZ				
9	2	ROK	RR	6.2		9 9	
10	2	MIESIĄC	MM	7.0	9	9	
11	2	DZIEŃ	DD	7.2		9 9	
12	1	CENA	C	8.0	B	B B B B	
13	1	NAZWA-MATERIAŁU	NM	9.0	X	X X X X	
					X	X X X X	
					X	X X X X	
					X	X X X X	
					X	X X X X	
14	1	SKRÓCONA-NAZWA	SNM	14.0	X	X X X X	
					X	X X X X	

PRZYKŁAD		S T R U K T U R A			SZ	ZM-9999-TYP2	
9 9 9 9		ENTITY			1		
LP	POZ	NAZWA POLA	SYMBOL	ADRES	POSTAĆ		
1	1	SŁOWO-LICZNIKOWE	SL		B	B B B B	
2	1	RODZAJ-PRACY	RP	1.0	X	X X X X	
3	1	TYP-KARTY	TK	2.0	9		
4	1	R3	F3	2.1	X	X X X	
5	1	INDEKS-MATERIAŁOWY	IM	3.0	9	9 9 9 9	
6	1	IŁOŚĆ	IL	5.0	B	B B B B	
7	1	JEDNOSTKA-MIARY	JM	6.0	9	9	
8	1	DATA-AKTUALIZACJI	DA				
9	2	ROK	RR	6.2		9 9	
10	2	MIESIĄC	MM	7.0	9	9	
11	2	DZIEŃ	DD	7.2		9 9	

RYS.4. PRZYKŁADOWE STRUKTURY ZAPISÓW.



Rys. 5. Schemat wytwarzania dokumentacji "PROJEKT KONCEPCYJNY".

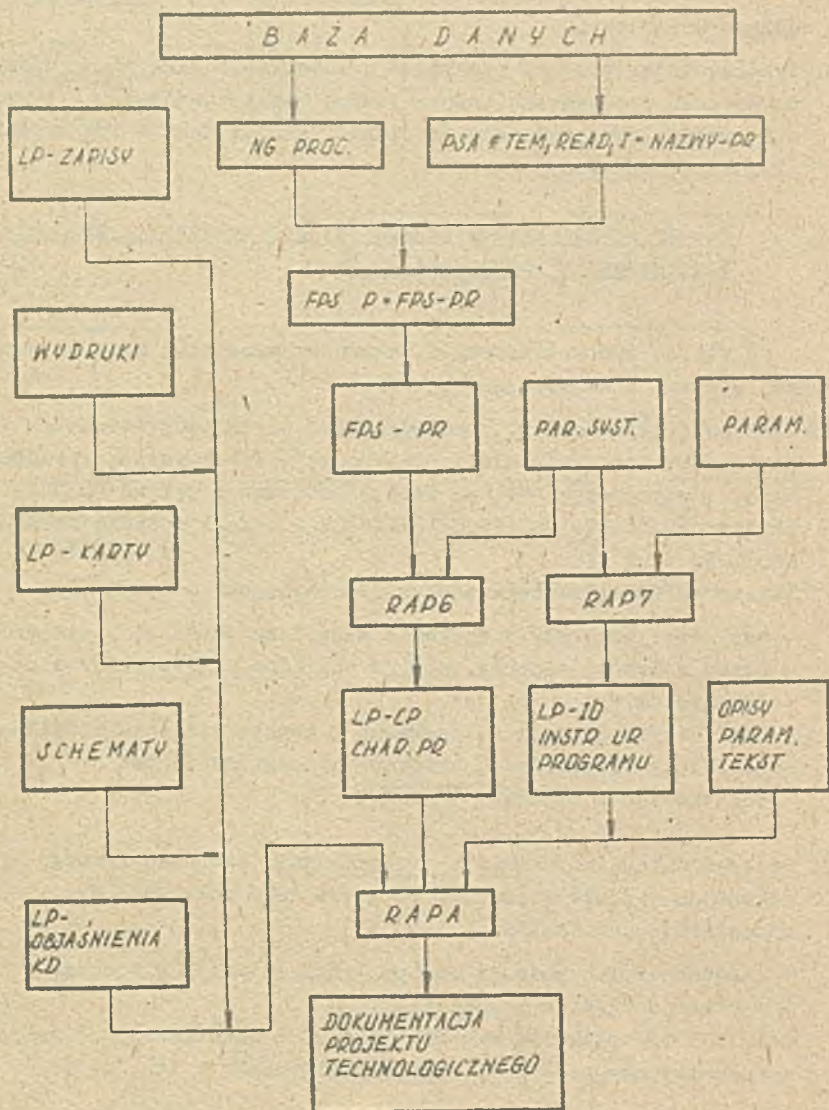
żądaney kolejności.

4. Wykorzystując program redaktora dokumentacji RAPA, generujemy ostateczną zredagowaną, sformatowaną, opatrzoną wstępem i spisem treści formę żądanego dokumentu, którym jest w tym wypadku projekt koncepcyjny.

Zasady wykorzystania przedstawionej metodyki w procesie projektowania technologicznego

W etapie tym korzystamy z założonej wcześniej bazy informacyjnej systemu w następujący sposób:

1. Podczas fazy wstępnej, poprzedzającej okres programowania - generujemy tzw. "szkielety programowe". Wykorzystując program RAP5, otrzymujemy źródłową wersję programu w języku COBOL, pozbawioną działu PROCEDURE DIVISION i sekcji WORKING STORAGE-SECTION.  
Zaleta takiego "szkieletu" jest następująca:
  - wszystkie programy w systemie mają identyczne opisy zbiorów;
  - nazwy zbiorów, zapisów, pól są unikalne i identyczne w całym systemie;
  - szkielety programów są poprawne z punktu widzenia kompilacji;
  - szkielety programów są wykonane automatycznie bez dodatkowych nakładów.
2. Podczas całej fazy trwania projektowania technologicznego - dokonując jej aktualizacji. Potrzeba taka może wynikać z następujących faktów:
  - zażądano zmian podczas obrony lub realizacji projektu;
  - zauważono błędy w projekcie.Istnieje też potrzeba uzupełnienia BD o dodatkowe informacje typu: atrybuty programów, sposoby ich obsługi itp.
3. Wykonując dokumentację eksploatacyjną projektowanego systemu zgodnie z ogólnymi zasadami omówionymi wyżej.



Rys. 6. Schemat wytwarzania dokumentacji technologicznej.

Wniosek:

1. Dotychczasowe doświadczenia z wykorzystywania prezentowanej metodyki pozwalają ocenić przydatność jej zastosowania w procesie projektowania SI. Nie przeprowadzono co prawda dokładnej analizy i oceny efektów, jednak wielkich efektów finansowych nie należy się spodziewać. Są natomiast znaczne efekty niewymierne. Należą do nich, oprócz wymienionych wcześniej:

- uzyskanie poprawnej "szaty graficznej" generowanych dokumentacji;
- poprawność projektu z punktu widzenia identyfikacji jego elementów;
- możliwość łatwej modyfikacji całości projektu, jak też jego części;
- możliwość przechowywania projektu na nośniku magnetycznym i emisji wybranych jego części lub całości w sytuacjach wyjątkowych.

2. W całym procesie technologicznym zauważa się brak procedury automatycznego wykonywania schematów przetwarzania. Wersja czwarta pakietu PSL/PSA ma możliwość tworzenia raportu PROCESS CHAIN REPORT. Jest to graficzny obraz o następstwach procesów. Mógłby on spełnić rolę typowego schematu przetwarzania.

Występuje też szereg innych potrzeb, pojawiających się w procesie projektowania, których PSL/PSA łącznie z rozwiązaniami własnymi spełnić nie mogą.

3. Reasumując, wydaje się rozsądnym rozwijanie prac nad wykorzystaniem pakietu PSL/PSA. W związku z powyższym istotnym byłoby:

- wykorzystanie nowszych wersji pakietu;
- przystosowanie własnych rozwiązań do postaci kompatybilnej ze źródłową wersją PSL/PSA. Obecne rozwiązania stanowią odrębny zestaw programów nie związany w pełni z biblioteką PSA oraz możliwe są do wykorzystania jedynie na komputerze ODRA. Praca powyższa możliwa jest do wykonania we współpracy ZI SOW - WII;

- rozszerzenie możliwości pakietu o bardziej efektywne metody generacji programów.

Możliwe są tutaj co najmniej dwie drogi postępowania. Wdrożenie do czynnej eksploatacji "szkieletów programów" opracowanych w F2 WII przez zespół dr Zaskóreckiego lub ograniczenie do rozsądnych granic standardów opracowanych w F3 WII przez dr R. Głęba, i próba ich połączenia ze "szkieletami programowymi" opracowanymi w SOW. Która z tych dróg byłaby efektywniejsza, trudno określić a priori.

Z całą pewnością, z punktu widzenia pracochłonności, ta ostatnia jest bardziej korzystna.

#### Literatura:

1. Jan Dawidowski, "Instrukcja instalacji i użytkowania pakietu programowego PSA", AE POZNAŃ, 1981 r.
2. Jan Dawidowski i inni, "Komputerowe wspomaganie projektowania systemów informatycznych. Projekt wzorcowy", AE POZNAŃ, 1981r.
3. Anna Danek, "Podręcznik użytkownika języka PSL", AE POZNAŃ, 1980 r.
4. Czesław Benc i inni, "Opis narzędzia programowego PSL/PSA", AE POZNAŃ, 1981 r.
5. Jan Czeczotka, Ewa Kasprzak, "Instrukcja użytkowania implementacji PSL/PSA na EMC ODRA-1305", WII WARSZAWA, 1982r.
6. Zbigniew Gackowski, Daniel Teichroew, "Sprawdzanie opisu systemu w bazie danych PSA", Instytut Organizacji Zarządzania i Doskonalenia Kadr, czerwiec 1980 r.
7. Zbigniew Gackowski, "Przykład zastosowania PSL/PSA", Instytut Organizacji Zarządzania i Doskonalenia Kadr, marzec 1979 r.
8. Zbigniew Gackowski, "Komputerowe wspomaganie procesu projektowania systemów informacyjnych kierowania", Rynia 1980 r.
9. Wojciech Gedo, Janusz Siwek, "Komputerowe redagowanie tekstów na EMC ODRA-1300", ZI SOW, 1985 r.

mgr inż. Józef RAJZER

OPTIMALIZACJA PLANOWANIA EKSPLOATACJI SPRZĘTU  
CZOŁGOWO-SAMOCHODOWEGO NA SZCZEBLU CENTRALNYM  
Z ZASTOSOWANIEM MIKROKOMPUTEROWEGO WSPOMAGANIA

1. Cele i zadania systemu planowania eksploatacji

Planowanie eksploatacji sprzętu czołgowo-samochodowego prowadzone jest na wszystkich szczeblach zarządzania służbą czołgowo-samochodową.

Celem planowania eksploatacji sprzętu czołgowo-samochodowego niezależnie od szczebla zarządzania jest:

- zabezpieczenie procesu szkolenia i utrzymania gotowości bojowej wojska,
- utrzymanie niezawodności i sprawności technicznej sprzętu oraz zapasów eksploatacyjnych wynikających z założeń operacyjnych,
- racjonalne użycie sprzętu czołgowo-samochodowego dla zabezpieczenia działalności szkoleniowej, gospodarczej i socjalnej wojska,
- stworzenie normatywnych podstaw planowo-zapobiegawczego systemu obsługowo-remontowego i systemu zaopatrywania w materiały techniczne, części zamienne i środki finansowe.

Szczegółowość, zakres i kryteria planowania zależą od szczebla, dla którego plan jest sporządzany.

Na szczeblu jednostki wojskowej planuje się eksploatację z dokładnością do pojedynczego egzemplarza sprzętu i do poszczególnych zadań szkoleniowych i gospodarczych realizowanych przez jednostkę. W miarę przechodzenia na coraz wyższy szczebel zarządzania następuje agregacja sprzętu, zadań i środków przeznaczonych na eksploatację stanowiących ograniczenia planu. Na szczeblu centralnym stopień agregacji jest największy. Problem planowania na tym szczeblu jest problemem złożonym i wielowymiarowym. Opracowany plan eksploatacji musi uwzględniać ograniczenia ustalone na szczeblu Sztabu Generalnego WP.

Do ograniczeń tych należą:

- wielkość budżetu przeznaczanego na eksploatację sprzętu czołgowo-samochodowego,
- ilości materiałów pędnych i smarów przeznaczonych na eksploatację sprzętu czołgowo-samochodowego,
- możliwości zaplecza remontowego odzwierciedlającego zapasy eksploatacyjne,
- wymagania na stan ilościowy sprzętu i jego zapasy eksploatacyjne na koniec okresu planistycznego,
- priorytety zadań lub dysponentów.

## 2. Organizacja procesu planowania eksploatacji na szczeblu centralnym.

Proces planowania na szczeblu centralnym odbywa się w cyklu dwuletnim składającym się z dwóch rocznych etapów.

Pierwszy etap stanowi fazę przygotowania i opracowania planu na rok następny.



W ramach tej realizacji są takie przedsięwzięcia jak:

- opracowanie zapotrzebowań na limity eksploatacyjne przez poszczególnych dysponentów limitu,
- bilansowanie potrzeb z uwzględnieniem ograniczeń eksploatacyjnych,
- opracowanie progностyczne planu eksploatacji,
- opracowanie i przekazanie do szczebla koordynującego wymaganych dokumentów planistycznych,
- opracowanie rozdzielników limitów eksploatacyjnych i przekazanie ich dysponentom limitów i dysponentom parków,
- opracowanie rozdzielnika funduszu remontowego dla poszczególnych dysponentów parków.

Wynikiem końcowym tej fazy jest:

- rozdzielnik limitu eksploatacyjnego określający ile jednostek limitu przewiduje się zużyć przez dysponenta limitu u danego dysponenta parku na wykonanie określonego zbioru jego zadań,
- rozdzielnik funduszu remontowego określający ile jednostek remontowych otrzymał dany dysponent parku w danej grupie sprzętu w poszczególnych rodzajach remontu /główny, średni konserwacyjny/ w każdym miesiącu roku.

Drugi etap obejmuje przedsięwzięcia związane z realizacją planu takie jak:

- kontrola i ocena zgodności realizacji planów przez dysponentów limitu zgodnie z otrzymanymi przydziałami,
- korekta rozdzielników limitów eksploatacyjnych,
- końcowa analiza i ocena wykonania planu.

Do sporządzenia planu niezbędny jest określony bank danych, który powinien zawierać:

- dane o stanie parku i stanie realizacji planu w poprzednim okresie planistycznym,
- dane o aktualnym planie eksploatacji,
- zbiór norm wykorzystywanych w planowaniu:
  - normy zużycia mps,
  - normy przebiegów międzyremontowych,
  - normy zużycia limitów eksploatacyjnych przez poszczególne typomarki sprzętu,
  - jednostkowe wskaźniki kosztów eksploatacji,
- dane indeksowo-kodowe:
  - indeks identyfikujący poszczególne marki sprzętu,
  - kody grup eksploatacyjnych sprzętu,
  - kody celów na jakie zużywane są limity eksploatacyjne,
  - kody dysponentów limitu.

### 3. Model matematyczny procesu planowania.

Opracowanie planu eksploatacji sprzętu polega na:

- 1/ Wyznaczeniu macierzy przydziału limitów eksploatacyjnych

$$X = [X_1]$$

w taki sposób aby spełniona była następująca funkcja kryterium

$$K_1 / P - X / \rightarrow \min.$$

p - potrzeby limitów eksploatacyjnych

X - przydziały limitów eksploatacyjnych

przy spełnieniu poniższych ograniczeń:

a/ bilansu finansowego:

$$\sum_i A_i X_i \leq P_k$$

$A_i$  - jednostkowe wskaźniki kosztów eksploatacji typomarki i

b/ bilansu mps:

$$\sum_i B_i^j X_i \leq B_j$$

$B_i^j$  - norma jednostkowego zużycia mps rodzaju  $j$  przez typomarkę  $i$

c/ bilansu remontowego:

$$\sum_i C_i^r X_i \leq R^r$$

$C_i^r$  - odwrotność normy międzyremontowej typu  $r$  dla typomarki  $i$ ,

d/ bilansu limitowego:

$$\underline{S}^s < \sum_i X_i < \bar{S}^s$$

$\underline{S}^s$  - dolne ograniczenie dopuszczalnego przedziału zużycia limitu w okresie planistycznym

$\bar{S}^s$  - górne ograniczenie dopuszczalnego przedziału zużycia limitu w okresie planistycznym.

Z powyższego sformułowania wynikają podstawowe własności planu eksploatacji:

- a/ różnica potrzeb i przydziałów limitów powinna zmierzać do zera /kryterium optymalności/,
- b/ przeznaczone środki na eksploatację sprzętu nie mogą przekroczyć wielkości granicznych /finanse, mps, remonty, przedział limitu eksploatacyjnego/,
- c/ łącznie z wyznaczonym planem przydziałów limitów /macierz  $X$ / obliczone zostaną wymagane ilości finansów, mps i remontów związanych z zabezpieczeniem takiej wielkości potrzeb.

2/ Wyznaczeniu macierzy rozdziału funduszu remontowego

$$Y = \begin{bmatrix} - \\ - \\ - \end{bmatrix}$$

w taki sposób aby spełniona była następująca funkcja kryterium

$$K/P_r - Y_r / \longrightarrow \min.$$

$P_r$  - potrzeby remontowe typu R

$Y_r$  - przydział funduszu remontowego typu R

przy ograniczeniu na bilans możliwości remontowych

$$\sum_1 Y_{r1} \leq MR^r$$

$MR^r$  - możliwości remontowe typu r

Tak sformułowane zagadnienie jest zagadnieniem wielowymiarowym zważywszy liczbę typomarek, dysponentów limitu, dysponentów parku, kodów limitu i norm.

Opracowywane w tradycyjny sposób plany eksploatacji sprzętu opierały się na uproszczonych i wyselekcjonowanych danych i nie były planami optymalnymi. Mimo to sporządzenie tym sposobem planu było bardzo pracochłonne.

Znaczące przyspieszenie i usprawnienie opracowania i optymalizację planu eksploatacji zapewni "System informatyczny wspomaganie rocznego planowania eksploatacji sprzętu w SSCzS". Jest on w końcowej fazie projektowania. Główną funkcją tego systemu jest planowanie eksploatacji sprzętu.

System posiada podsystem realizujący główne jego funkcje, oraz trzy podsystemy pomocnicze do których należą:

1/ Podsystem bazy indeksowo-kodowej.

Celem tego podsystemu jest utrzymywanie i aktualizacja wszystkich indeksów i kodów stosowanych w tym systemie i systemie ewidencji zużycia limitów eksploatacyjnych użytkowanego w OY i RSZ.

2/ Podsystem norm. Podsystem ten utrzymuje i aktualizuje zbiory norm niezbędnych do opracowania planu eksploatacji.

3/ Podsystem sprawozdawczości. Podsystem ten gromadzi dane o zużyciu limitów eksploatacyjnych w całym wojsku w przekroju typowarek sprzętu, kodów limitów i dysponentów limitów oraz sporządza sprawozdania w tym zakresie dla SSCzS i Sztabu Sił Technicznych.

#### 4. Koncepcja komputerowego wspomagania procesu planowania i optymalizacji planu eksploatacji.

Głównym podsystemem systemu informatycznego jest podsystem planowania. Celem tego podsystemu jest wyznaczenie optymalnych macierzy X i Y spełniających nakazane ograniczenia zgodnie z przedstawionym /pkt. 3/ modelem matematycznym.

Koncepcja przetwarzania w tym podsystemie zakłada przejęcie głównego ciężaru prac kalkulacyjno-obliczeniowych i optymalizacyjnych przez komputer.

Planista może otrzymywać wiele wariantów planu zmieniająco w dopuszczalnym przedziale ograniczenia, od których plan zależy /fundusze, mps, liczbę remontów, wymagania na stan ilościowy sprzętu i limitu eksploatacyjnego/.

Głównym zadaniem planisty będzie analizowanie gotowych wariantów planów i ich ocen wyprowadzanych przez komputer.

Koncepcja przetwarzania została dostosowana do struktury organizacyjnej i przepisów obowiązujących w Pionie Techniki oraz do wypracowanego wcześniej algorytmu optymalizacyjnego.

Wymagania organizacyjne związane z dwuletnim cyklem planowania narzucają wymóg ciągłego utrzymywania bazy informacyjnej za okres dwóch lat.

Całość procesu przetwarzania w podsystemie podzielona została na jednostki funkcjonalne realizujące integralne częściowe zadania w ramach podsystemu planowania.

W podsystemie występują następujące jednostki funkcjonalne:

1/ Jednostka funkcjonalna opracowywania zapotrzebowań na limity eksploatacyjne i tworzenie przedmiotu planu.

Zadaniem tej jednostki funkcjonalnej jest utworzenie dwóch zbiorów:

- a/ zbioru opisującego przedmiot planu,
- b/ zbioru zapotrzebowań na limity eksploatacyjne.

Zbiór opisujący przedmiot planu zawiera:

- podzbiór grup sprzętu, objętych planowaniem,
- podzbiór użytkowników limitów eksploatacyjnych,
- podzbiór relacji określających przyporządkowanie dysponentom parków dysponentów limitu.

Powyższe podzbiory tworzone są dla dwóch poziomów agregacji sprzętu czołgowo-samochodowego tj. na:

- poziomie typowarek sprzętu /wg. IM Pano.-Sam. /68/,
- poziomie grup sprzętu /np. czołgi, transportery, samochody ciężarowe, itp./.

Wprowadzenie do systemu poziomu typowarek uzasadnione jest istnieniem dla nich zbiorów norm /mps, przebiegów międzyremontowych, kosztów eksploatacji/.

Próba tworzenia norm zagregowanych dla grup sprzętu wykazała, że są one obarczone dużym błędem co znacznie zmniejsza dokładność obliczeń. Zgłaszanie natomiast zapotrzebowań na limity eksploatacyjne może odbywać się na poziomie typomarek jak i grup sprzętu,

Zbiór zapotrzebowań na limity eksploatacyjne może być tworzony dwuwariantowo. :

- przez wprowadzenie do systemu przez użytkownika zapotrzebowań na limity eksploatacyjne za pośrednictwem odpowiedniego dokumentu źródłowego.
- poprzez opracowanie przez SI propozycji listy potrzeb w oparciu o dane statystyczne z lat ubiegłych i przedstawienie jej użytkownikowi do akceptacji, a następnie wprowadzenie do SI zmian dokonanych przez użytkownika. Ten wariant może być realizowany po zgromadzeniu w SI odpowiedniej informacji statystycznej.

## 2/ Jednostka funkcyjna opracowywania ograniczeń remontowych.

Zadaniem tej jednostki jest utworzenie dwóch zbiorów:

- a/ zbioru opisującego przedmiot planu dostaw funduszu remontowego,
- b/ zbioru możliwości remontowych na dany rok planistyczny.

Zbiór opisujący przedmiot planu remontów jest analogiczny do zbioru opisującego przedmiot planu eksploatacji. Zaletą jest, że grupy sprzętu w tej jednostce mogą być agregowane w innym układzie niż w jednostce tworzenia zbioru opisującego przedmiot eksploatacji planu.

Zbiór możliwości remontowych na dany rok planistyczny opracowany zostaje na podstawie danych zawartych w dwuletnim planie remontów.

W tej jednostce wyliczone zostają również potrzeby remontowe jako konsekwencja określonego rozdziału limitów eksploatacyjnych do zużycia przez dysponentów. Limity te muszą być odtworzone drogą remontów.

3/ Jednostka funkcjonalna opracowania stanu parku eksploatacji na początek roku i wymagań na koniec roku planistycznego.

Zadaniem tej jednostki jest utworzenie zbioru zawierającego dane o stanie parku eksploatacji.

Stan ten opisywany jest poprzez:

- symbol grupy eksploatacyjnej,
- przedział zapasu eksploatacyjnego,
- licznosc sprzętu w danym przedziale zapasu eksploatacyjnego,
- średni zapas eksploatacyjny jednego egzemplarza sprzętu.

Pierwsze cztery parametry zbioru są znane z danych sprawozdawczych natomiast piąty parametr, średni zapas eksploatacyjny jednego egzemplarza sprzętu w przedziałach zapasów eksploatacyjnych system oblicza z zależności

$$SR_i = \frac{G_i - D_i}{2}$$

$SR_i$  - średni zapas eksploatacyjny w i -tym przedziale

$G_i$  - górna granica i-tego przedziału /np. 500, 1000, 2000 km, itp./

$D_i$  - dolna granica i-tego przedziału /np. 0, 501, 1001 km, itp./

- współczynnik korekcyjny określony w ten sposób aby spełniał zależność:

$$\sum_{i=1}^{i=5} \frac{G_i - D_i}{2} \alpha \cdot S_i = Z_0$$

$Z_0$  - ogólny zapas eksploatacyjny grupy sprzętu z i-tego przedziału,

$S_i$  - liczba sprzętu w grupie sprzętu z i-tego przedziału,



$i = 5$  - liczba przedziałów zapasu eksploatacyjnego.

Zakłada się ponadto, że każdy egzemplarz sprzętu może posiadać zapas eksploatacyjny

$$N_n \leq Z_n \leq M_m$$

$N_m$  - norma międzyremontowa  $m$ -tej typomarki

$M_m$  - minimalny zapas eksploatacyjny  $m$ -tej typomarki

$Z_n$  - rzeczywisty zapas eksploatacyjny  $n$ -tego egzemplarza sprzętu  $m$ -tej typomarki.

Zawarto w zbiorze dane określają stan zapasu eksploatacyjnego parku na początek roku sprawozdawczego.

Z drugiej strony planista może narzucić wymagania na stan zapasu eksploatacyjnego parku na koniec roku planistycznego.

Jezeli ze strony planisty nie będzie takich wymagań to system obliczy ten stan przy założeniu, że w danym roku zapas eksploatacyjny parku nie powinien się pogorszyć co w konsekwencji spowoduje się do przyjęcia identycznych wartości na początek i koniec roku planistycznego.

4/ Jednostka funkcyjonalna obliczania zapotrzebowań na limity dla typomarek pojazdów.

Zadaniem tej jednostki jest przekształcenie zbioru zapotrzebowań na limity eksploatacyjne zgłoszonych na poziomie grup sprzętu w zbiór zapotrzebowań na limity eksploatacyjne na poszczególne typomarki. W praktyce oznacza to rozdzielenie jednej liczby na kilkanaście, a niekiedy kilkadziesiąt składników.

Kryterium dokonania tego rozdziału stanowić będzie historia o zużyciu zapasów eksploatacyjnych w tej grupie sprzętu w latach poprzednich.

Potrzeby eksploatacyjne dla typomarek obliczane będą z zależności:

$$ZM_i = \alpha_i \cdot ZG_g \quad = 1, 2 \dots I_g$$

gdzie  $ZM_i$  - potrzeby eksploatacyjne i-tej typomarki w danej grupie sprzętowej,

$ZG_g$  - potrzeby eksploatacyjne grupy sprzętu o numerze  $g$

Współczynniki  $\alpha_i$  muszą spełniać zależności:

$$\alpha_i = \frac{Z_i}{\sum_{i=1} Z_i}$$

oraz  $\sum \alpha_i = 1$

gdzie  $Z_i$  - zużycie zapasu eksploatacyjnego przez i-tą typomarkę sprzętu w latach poprzednich.

5/ Jednostka funkcyjalna obliczania parametrów do procedury optymalizacji planu zabezpieczenia potrzeb eksploatacyjnych.

Zadaniem tej jednostki jest przygotowanie danych niezbędnych do planu zabezpieczenia potrzeb eksploatacyjnych poprzez przygotowanie:

- a/ zbiorów ograniczeń planistycznych,
- b/ opisu zmiennej decyzyjnej i jej powiązań z ograniczeniami.

Zbiór ograniczeń planistycznych zawiera wykaz ograniczeń wraz z ich specyfiką określona przez :

- typ ograniczeń /finansowe, mps, remontowe/,

- identyfikatora jednorodnego rodzaju zasobu w ramach typu /rodzaje mps, remontów, itp./,
- wartość liczbowa tych ograniczeń.

Opis zmiennej decyzyjnej i jej powiązań z ograniczeniami zawiera pięciolomiarowa tablica o zawartości:

- rodzajów sprzętu,
- dysponentów przydzielonych limitów eksploatacyjnych,
- kodów limitów eksploatacyjnych,
- dysponentów parku,
- jednostek miar limitu eksploatacyjnego,

6/ Jednostka funkcjonalna obliczania wielkości finansów i mps na pełne pokrycie potrzeb limitów eksploatacyjnych.

Zadaniem tej jednostki jest wyznaczenie wielkości potrzeb finansowych i mps niezbędnych do zabezpieczenia wykorzystania przydzielonych limitów eksploatacyjnych zgłoszonych przez dysponentów limitów. Wielkości finansów i mps wyznacza się na podstawie:

- wskaźników kosztów zużycia jednostki limitu eksploatacyjnego bez kosztów amortyzacji i mps,
- norm zużycia mps na jednostkę limitu eksploatacyjnego.

Potrzeba istnienia tej jednostki funkcjonalnej wynika z przyjętej koncepcji wielowariantowości planowania i sposobu wspomagania wykonania tych zadań.

7/ Jednostka funkcjonalna obliczania wariantu planu rozdziału zasobów eksploatacyjnych oraz potrzeb funduszu remontowego na jego zabezpieczenie.

Zadaniem tej jednostki jest obliczenie wariantu rozdziału zasobów eksploatacyjnych oraz sprzężonego z tym wariantem, wariantu potrzeb na fundusz remontowy.

Wariant pierwszy nazywa się wariantem bazowym a kolejne warianty, wariantami operacyjnymi.

Wariant bazowy jest obliczony przy następujących założeniach:

- zapotrzebowanie na zasoby eksploatacyjne są takie jakie zostały zgłoszone,
- istnieje dostateczna ilość środków finansowych i mps,
- istnieje ustalona liczba remontów i ilość limitów eksploatacyjnych do zużycia.

W wyniku otrzymujemy:

- rozdzielnik limitów eksploatacyjnych uwzględniający ograniczenia remontowe i dopuszczalne zużycie limitu,
- wielkości finansów i mps, wymagane na zabezpieczenia zużycia limitu eksploatacyjnego obliczonego w rozdzielniku.

Zmieniając wielkości mps, finansów, danych o zasobach eksploatacyjnych, wagę dysponenta parku itp., można otrzymać następny /operacyjny/ wariant planu.

Operację tę można powtarzać dotąd, dopóki nie uzyska się wariantu planu spełniającego wszystkie wymagania planisty.

8/ Jednostka funkcjonalna obliczenia wariantu planu rozdziału funduszu remontowego.

Zadaniem jednostki jest obliczenie projektu planu rozdziału funduszu remontowego na:

- poszczególne OW/RSZ,

- poszczególne miesiące roku,
- występujące w planie typy remontów.

Plan rozdziału funduszu remontowego polega na wyznaczeniu macierzy

$$Y = \begin{bmatrix} Y_1 \end{bmatrix}$$

w taki sposób aby były spełnione:

a/ kryterium:

$$K / P_R - Y \rightarrow \min.$$

b/ ograniczenie - bilans możliwości remontowych

$$\sum_i Y_i \leq M_R$$

gdzie:  $P_R$  - potrzeby remontowe wyznaczone w jednostce funkcjonalnej ich wyliczenia /ppkt. 7/,

$M_R$  - możliwości remontowe.

Uzyskanie kolejnego wariantu planu następuje poprzez zmianę:

- możliwości remontowych,
- układu czasowego potrzeb,
- prorytetu poszczególnych dysponentów parku.

Przyjęcie wariantu nastąpi po spełnieniu zadanych ograniczeń przez planistę przy:

- jak najlepszym pokryciu potrzeb,
- przydzielone wielkości nie będą przekraczać możliwości remontowych w poszczególnych typach sprzętu i rodzajach remontu.

9/ Jednostka funkcjonalna opracowywania dokumentów planistycznych.

Zadaniem tej jednostki jest opracowywanie żądanych przez użytkownika dokumentów planistycznych.

Użytkownik otrzyma wszystkie lub żądane wydruki ze zbioru wydruków.

1. Prognoza zużycia limitów eksploatacyjnych,
2. Rozdzielnik limitów eksploatacyjnych na zamierzenia IC MON.
3. Rozdzielnik limitów eksploatacyjnych dla SSCzS MON.
4. Rozdzielnik limitów eksploatacyjnych dla OW i RSZ.
5. Plan dostaw funduszu remontowego.

10/ Jednostka funkcjonalna przygotowania danych planistycznych do korekty planu w fazie realizacji.

Jednostka ta wykonuje dwa zadania:

- a/ przygotowuje i aktualizuje zbiory danych wykorzystywanych w fazie opracowania planu /tzn. w roku N na rok N+1/,
- b/ przygotowuje i aktualizuje zbiory do ich użycia w fazie realizacji planu w roku N tj. do korekty planu.

W praktyce mogą wystąpić dwie zasadnicze przyczyny korekty planu tj.:

- w trakcie realizacji planu uległy zmianie warunki /np. wezły nowe zadania, zmieniły się ograniczenia/,
- w wyniku oceny w trakcie roku planista doszedł do wniosku że istnieją zbyt duże rozbieżności między planem a realizacją i niezbędna jest zmiana rozdzielnika.

#### 5. Środki techniczne eksploatacji systemu.

System będzie eksploatowany bezpośrednio u użytkownika tj. w SSCzS MON na mikro-komputerze IMP-86 /MAZOWIA, LABO/.

Mikrokomputer ten charakteryzuje się dużą mocą i dużą szybkością obliczeniową a także pamięciami o dużej pojemności.

- pamięć operacyjna - 640 kB
- pamięć dyskowa /mikrodyski typu Winchester/, - 20 MB.

Pojemności pamięci w pełni zabezpieczają eksploatację SI w pełnym zakresie typomarek sprzętu, dysponentów, kodów limitów oraz funduszu remontowego.

Większość jednostek funkcjonalnych pracuje w trybie konwersacyjnym. W związku z tym planista może zobaczyć natychmiast skutki swojej decyzji i ocenę tej decyzji wypracowaną przez komputer.

#### 6. Przewidywane efekty eksploatacji systemu.

Przewiduje się, że eksploatacja systemu przyniesie efekty w postaci:

- opracowania optymalnego w istniejących warunkach planu eksploatacji,
- zapewnienia racjonalnego gospodarowania przydzielonymi na eksploatację środkami finansowymi i mps,
- zmniejszenia o ok. 100-krotnie pracochłonności opracowania planu w stosunku do i tak uproszczonych tradycyjnych metod liczenia,
- możliwości oceny skutków realizacji planu w trakcie jego opracowywania a nie dopiero po jego realizacji a tym samym zapobieżenie stratom, które powstałyby w przypadku błędnego ustalenia ograniczeń lub ich niewłaściwych proporcji,
- przyspieszenia obiegu informacji o realizacji planu, które zawarte są w podsystemie sprawozdawczości.

Literatura:

1. Leopold Kowalski, Lech Kozłowski, Tomasz Stanik  
Projekt koncepcyjny systemu wspomagania rocznego planowania eksploatacji w SSCzS MON, Filia nr 2 WII - 1983 r.
2. Mieczysław Wasylko - Ekonomia eksploatacji urządzeń technicznych w wojsku, Wydawnictwa MON - 1983 r.



prof. dr hab.inż. Piotr SIENKIEWICZ

## WOJSKOWE ZASTOSOWANIA ANALIZY SYSTEMOWEJ

### 1. Wprowadzenie

Minione ćwierćwiecze było okresem poszukiwań metodologicznych podstaw analizy, oceny i syntezy procesów dowodzenia i sterowania środkami walki. Było okresem rozwoju metod i środków racjonalizacji tych procesów, wśród których szczególną uwagę zwracają metody modelowania matematycznego oraz metody projektowania systemów informatycznych.

Ze względu na to, co budziło szczególne zainteresowanie zarówno wśród teoretyków, jak i praktyków wojskowych, można zapewne wyróżnić trzy fazy rozwojowe:

- fazę cybernetyki wojskowej i badań operacyjnych,
- fazę systemów informatycznych /informatyki/,
- fazę inżynierii systemów /inżynierii systemów kierowania, inżynierii systemów informatycznych, analizy systemowej/.

W każdej z wyróżnionych faz uwagę przyciągały pewne nowe dziedziny /niekiedy tylko nazwy, pojęcia/, z którymi wiązano szczególne nadzieje, co nader często przynosiło niemałe rozczarowania. One powodowały "reorientację", zaniechanie pewnego języka, a raczej jego modyfikację oraz lansowanie nowych ujęć metodologicznych i koncepcji rozwojowych. Najczęściej pojawiał się pod adresem przedstawicieli "minionego" okresu zarzut "przeteoretyzowania". Nowe tendencje pragmatyczne także przynosiły efekty często

mniejsze niż oczekiwane, czego powodem był równie często brak pożądaných rozwiązań teoretycznych. Można zapewne na interesujący okres rozwoju cybernetyki wojskowej i informatyki wojskowej oraz ich praktycznych zastosowań spojrzeć dialektycznie, dostarczając różnego rodzaju sprzeczności, których rezultatem były zarówno zahamowania rozwoju, jak i niepodważalny postęp.

Niniejsze rozważania poświęcono wybranym problemom wojskowych zastosowań - szeroko rozumianej - analizie systemowej, przyjmując za podstawę dotychczasowe doświadczenia uzyskane w Akademii Sztabu Generalnego WP, a także wnioski z imprez, których autor był współorganizatorem m.in. w Polskim Towarzystwie Cybernetycznym.

## 2. Pojęcie analizy systemowej /AS/.

Pojęciu "analiza systemowa" będziemy nadawać dwójakie znaczenie. W znaczeniu pierwszym AS traktować będziemy jako dział badań systemowych, zaś w drugim jako pewną metodę /grupę metod/.

Analizą systemową nazywamy taką dziedzinę współczesnych badań systemowych, obejmującą metody analizy systemów rzeczywistych, których celem jest formułowanie i rozwiązywanie systemowych problemów decyzyjnych oraz określanie warunków niezbędnych dla realizacji decyzji.

Systemowym problemem decyzyjnym nazywać będziemy taki problem, który został sformułowany w sytuacji decyzyjnej dotyczącej konkretnego systemu rzeczywistego. Realizatorem systemowego problemu decyzyjnego może być określony system rzeczywisty /np. zespół analizy systemowej/. O systemie, dla którego określono sytuację decyzyjną będziemy mówić, że generuje potrzeby decyzyjne, a w związku z tym rozwiązanie systemowego problemu decyzyjnego równoznaczne będzie z faktem zaspokojenia tych potrzeb.

Celem AS jest dostarczenie analitykom, badaczom i decydyntom różnych szczebli środków skutecznych do:

- identyfikacji sytuacji decyzyjnej dla dowolnego systemu rzeczywistego,
- poprawnego sformułowania systemowego problemu decyzyjnego,
- budowy matematycznego modelu decyzyjnego,
- rozwiązania systemowego problemu decyzyjnego i oceny poprawności uzyskanych rozwiązań,
- określenia warunków niezbędnych dla efektywnej realizacji decyzji.

W drugim znaczeniu mówić będziemy o metodzie AS, która według Józefa Koniecznego "...jest programem systemu analizy i w praktyce sprowadza się do uporządkowanego zbioru procedur analitycznych. Procedury te oparte są o bank pytań, możliwych odpowiedzi i testów możliwych odpowiedzi". Stwierdza się także, że metoda AS pozwala "rozłożyć" obiekt na elementy proste w postaci elementów funkcjonalnych, problemów decyzyjnych oraz kompleksowych informacji dotyczących danego systemu.

W innych rozważaniach zauważa się, że do rozwiązywania tzw. problemów o słabo określonej strukturze, czyli takich które zawierają zarówno elementy jakościowe, jak i ilościowe, przy czym dominują w nich te pierwsze - służyć ma AS.

Oto inne określenia AS, trafnie oddające jej sens:

- a/ AS jest systematycznym sposobem analizowania złożonych problemów zmierzających do zapewnienia osiągnięcia szerszych celów i bardziej efektywnie niż w przypadku, gdyby poszczególne części systemu analizowano w izolacji;
- b/ AS może być najlepiej określona jako stały dialog między decydentem a analitykiem systemów, w którym decydent pyta o różne warianty rozwiązania swoich problemów, analityk zaś stara się wyjaśnić konceptualny układ odniesienia, w którym decyzja musi być podjęta, zdefiniować możliwie alternatywne cele i kryteria

i określić w możliwie najjaśniejszej formie /skwantyfikowanej/ koszty i efektywność tych kierunków działania;

c/ AS nie służy poznaniu, lecz zmianie. Jej celem, podobnie jak celem projektowania, jest rekomendacja określonych sposobów działania: jak robić coś dobrze i tanio! Istota jej polega na zbudowaniu i badaniu uproszczonego modelu sytuacji rzeczywistej. Model może przyjmować takie formy jak: symulacja na maszynie cyfrowej, gra operacyjna lub czysto słowny scenariusz.

AS jest w każdym przypadku odmiennym, konkretnym zastosowaniem ogólnej metody systemowej do rozwiązywania systemowych problemów decyzyjnych. Wynika stąd konieczność stosowania w AS zarówno metod i technik analitycznych /matematycznych/, jak i heurystycznych. Stwierdza się przy tym, że praktyka AS nie jest ani dogmatycznym zastosowaniem zbioru reguł do sytuacji, która może nie poddawać się działaniom regulującym, ani rezygnacją z przywileju podejmowania decyzji na rzecz mistycznego zbioru równań matematycznych lub komputera. W obecnym stadium praktyka AS jest w znacznym stopniu sztuką. Podstawowym założeniem tej sztuki jest przyswojenie zarówno podstaw nauki, jak i praw logiki i stworzenie solidnej bazy analitycznej jako struktury konceptualnej. Jednak w praktyce intuicja i sądy ludzkie odgrywają najważniejszą rolę w samym procesie podejmowania decyzji oraz analizie i w ustalaniu kryteriów, którymi należy się posługiwać.

Czym AS nie jest? Nie jest zapewne: klasyfikacją systemów, typologią ich cech itp., modelowaniem systemów, badaniem prowadzonym dla samej wiedzy, działem matematyki stosowanej /optymalizacją/, ani działem logiki /czystą logiką wyboru/, teorią decyzji, analizą systemów /w technicznym tego słowa znaczeniu/ itd. Nie można jej utożsamiać z inżynierią systemów ani z badaniami operacyjnymi, aczkolwiek związki z tymi dziedzinami są wyraźne.

Warto przypomnieć ogólne reguły postępowania podczas AS podane przez E. Quade:

- /1/ Sformułuj prawidłowo problem, który masz rozwiązać.
- /2/ Wyraźnie ukierunkuj badania.
- /3/ Nie wykluczaj żadnego z wariantów rozwiązania a priori.
- /4/ Wysuń z góry hipotezy.
- /5/ Model ma stanowić odwzorowanie całego problemu, a nie pojedynczego zjawiska.
- /6/ W poszukiwaniu rozwiązania skupiaj uwagę na problemie, a nie na modelu.
- /7/ Nie przeceniaj znaczenia ujęć matematycznych i otrzymanych wyników obliczeń.
- /8/ Analizuj starannie strategię i taktykę wroga.
- /9/ Uwzględniaj w sposób bezpośredni, że działasz w warunkach niepewności.
- /10/ Uwzględniaj elementy istotne, pomijając szczegóły.
- /11/ Szukaj ostrożnie rozwiązań suboptymalnych.
- /12/ Zrób to, co rzeczywiście możesz zrobić. |

Trudno odmówić racjonalności powyższym regułom, które mają charakter ogólnych dyrektyw praktycznych. Nie wolno ponadto zapominać o tym, że AS podobnie jak wiele innych racjonalnych sposobów postępowania może być wykorzystana do stworzenia fasady "eksperytyzy" dla popierania z góry powziętych działań lub "alibi" dla braku działania lub jego opóźnienia.

Oprócz cech, które były niejednokrotnie przedmiotem krytyki AS charakteryzuje się niwątliwymi zaletami; do nich można zaliczyć: wprowadzanie pewnej dozy obiektywizmu do procesu, który jest w zasadzie subiektywny; uwzględnienie czynnika niepewności i ryzyka; wprowadzenie szerszego kontekstu analizy; koncentrowanie uwagi na efektach działania; stworzenie lepszych

warunków dla ujawniania nieprzewidzianych następstw działań; jednolity i systematyczny sposób oceny i porównywania wariantów działania itp.

Obecnie można wyróżnić dwa nurty działań związanych z "uprawianiem" AS: poznawczy<sup>1/</sup> i pragmatyczny. Dla drugiego z wymienionych charakterystyczne wydaje się być traktowanie AS jako rzemiosła wykorzystującego konkretne metody naukowe oraz działalności usługowej dla konkretnych klientów. Klientem zaś może być decydent polityczny, ekonomiczny i wojskowy. Należy sądzić iż w najbliższym czasie wzrośnie rola AS jako działalności usługowej prowadzonej dla dowódców i szefów wyższych szczebli kierowania.

### 3. AS w siłach zbrojnych.

AS stanowi istotny element nowoczesnych badań obronnych. Wyniki analizy i oceny efektywności systemów wojskowych stanowią podstawę decyzji rozwojowych i szkoleniowych oraz prognoz rozwojowych we wszystkich obszarach działalności sił zbrojnych. Są także elementem analitycznych i symulacyjnych modeli walki.

Najogólniej można powiedzieć, że potencjalne zastosowania AS w siłach zbrojnych wiążą się z uzyskaniem możliwie obiektywnych odpowiedzi na następujące pytania:

- w jakim stopniu aktualnie funkcjonujące w ramach systemu obronnego państwa systemy organizacyjne i techniczne zaspokajają potrzeby i spełniają wymagania wynikające z celów obronnych państwa /koalicji/ oraz współczesnego pola walki?

- w jakim stopniu przyszłe /przewidywane, projektowane/ systemy organizacyjne i techniczne będą zaspokajać przyszłe potrzeby i spełniać przyszłe wymagania systemu obronnego państwa

---

1/ Np. Dżermen Gwieszjani uważa, że "AS znajduje się na pierwszym froncie badań naukowych".

twa? - jakie są rezultaty porównania efektywności systemów własnych i potencjalnego przeciwnika, których użycie przewidywane jest na przyszłym polu walki?

- za pomocą jakich kryteriów i metod należy oceniać i porównywać systemy własne i potencjalnego przeciwnika oraz jakie procedury analityczne i ocenowe należy stosować w modelach walki /operacji/ oraz, szeroko rozumianej, praktyce wojskowej?

- jakie cechy /własności/ systemów wojskowych, oraz w jaki sposób, należy kształtować, aby spełniać podstawowe warunki wysokiej efektywności bojowej, organizacyjnej, technicznej i ekonomicznej?

Wyżej sformułowane pytania, a także wiele innych o podobnym charakterze, były, są i będą stawiane na różnych szczeblach i w różnych podsystemach funkcjonalnych systemu obronnego państwa. Sedno stosowania AS tkwi w tym, aby odpowiedzi na te pytania były oparte na naukowych przesłankach, zobiektywizowanym materiale empirycznym oraz wszechstronnych ilościowych ocenach.

Należy stwierdzić, że dotychczas stosowano również ilościowe techniki pomiaru i oceny wartości podstawowych własności systemów wojskowych, jednakże nie stanowiło to rezultatu kompleksowych i systematycznych badań efektywności /za wyjątkiem może badań techniczno-eksploatacyjnych techniki bojowej/, lecz były do-  
rażnym zaspokajaniem określonych potrzeb informacyjnych organów kierowania. Dotychczas stosowane metody i techniki analizy i oceny, po ich zweryfikowaniu, mogą zostać z powodzeniem wykorzystane w różnego rodzaju zastosowaniach analizy systemowej w siłach zbrojnych.

#### 4. Modele walki w AS.

Na podstawie obserwowanych tendencji rozwojowych proponuje się wyróżnić następujące grupy modeli walki, zwane umownie

generacjami:

- /1/ modele I generacji, czyli "proste" modele walki /np. liniowe modele Lanchestera/, odwzorowujące przede wszystkim procesy walki zbrojnej /procesy rażenia/;
- /2/ modele II generacji, czyli "kompleksowe" modele walki odwzorowujące procesy rażenia, a ponadto procesy wspomagania /zabezpieczenia bojowego/ i/lub/ procesy zasilania /zabezpieczenia materiałowo-technicznego i medycznego/;
- /3/ modele III generacji, czyli "globalne" modele walki /np. modele wojny/, odwzorowujące także procesy walki niezbrojnej oraz procesy gospodarcze /np. funkcjonowanie gospodarki wojennej/, demograficzne itp., a także np. zachowanie środowiska naturalnego w warunkach wojny.

Ze względu na przeznaczenie każdy z modeli danej "generacji" może być modelem: A. przyczynowo-skutkowym, B. prognostycznym, C. decyzyjnym, natomiast ze względu na formę użytkowania modeli można mówić o modelach: a/ pasywnych /analitycznych/, b/ symulacyjnych, c/ interaktywnych /np. komputerowa gra wojenna, optymalizacja dialogowa.

Rozwój modeli walki wiąże się przede wszystkim z postępowaniem w dziedzinie technik modelowania, stąd w ostatnich latach uwaga koncentrowała się na eksperymentach symulacyjnych, grach komputerowych itp. Brak jest w zasadzie bliższych danych na temat nowych, doskonalszych sposobów formalnego odwzorowania procesów rzeczywistych, z natury nieliniowych, stochastycznych i niestacjonarnych. Zauważyć można natomiast zainteresowanie takimi dziedzinami, jak: teoria zbiorów rozmytych, teoria równań różniczkowych, teoria katastrof itp.

Poza modelami normatywnymi /analitycznymi/ od lat rozwijane



są modele symulacyjne i gry komputerowe. Wystarczy wymienić takie znane modele, jak: INS /Inter-Nation Simulation/, WPS /World Political Simulation/, TEMPER /Technological Economic Military and Political Evaluation Routine/, JANUS itp. Ten ostatni pozwala na symulowanie globalnego konfliktu nuklearnego i wszechstronną ocenę jego skutków.

Należy także wspomnieć o modelu, który wydaje się być szczególnie użyteczny w analizie systemowej procesów walki. Jest to QJMA /Quantified Judgement Method of Analysis/ - metoda opracowana przez Trevora Nevitta Dupuy<sup>1/</sup>. Metoda ta jest wykorzystywana do analizy historycznych operacji /bitew/. W modelu tym wykorzystywane są pojęcia efektywności bojowej, siły bojowej, potencjału bojowego itp. wraz z syntetycznymi wskaźnikami efektywności działania. Wśród tzw. zmiennych rozpatruje się wpływ: terenu, warunków atmosferycznych, pór roku, przewagi w powietrzu, położenia, mobilności, zaskoczenia, podatności na niszczenie itp. Wykorzystywany jest bardzo rozbudowany system wskaźników ilościowych i ilościowo-jakościowych.

Przewiduje się, że wysiłki zmierzać będą do stworzenia laboratoriów systemowych, w których - w procesie badań lub szkolenia - wykorzystywane będą komputerowe modele wszystkich trzech "generacji" wraz z klasycznymi narzędziami typu gry wojenne /dowódczo-sztabowe/ i eksperymenty poligonowe.

W rozważaniach nie można pominąć dużego zainteresowania tzw. modelowaniem globalnym. W sytuacji braku widocznego postępu w dziedzinie modelowania "mikroprocesów" społeczno-politycznych, uwaga niejako przenosi się coraz bardziej na zagadnienia modelowania "makroprocesów". Znane dotychczas przykłady potwierdza/1/ T.N. Dupuy: Liczby, prognozy i wojna. IBSO ASG WP, Warszawa 1985. P. Sierkiewicz: Inżynieria systemów. MON, Warszawa 1983.

dzają celowość podejmowania badań nad modelami III generacji. Wydają się one być wyrazem rozszerzania zakresu zastosowań analizy systemowej na zagadnienia podejmowania decyzji politycznych i strategicznych. Jeszcze jeden czynnik rozwoju techniki informatycznej przemawia za celowością powyższych badań, a mianowicie postęp w dziedzinie sztucznej inteligencji i systemów typu "ekspert". Już dziś natomiast symulacja komputerowa i gry komputerowe stają się podstawowym narzędziem analizy systemowej ze względu na jej zastosowania w politologii i nauce o wojnie, strategii, sztuce operacyjnej i taktyce.

#### 5. Pojęcie efektywności w analizie systemowej.

Każdy system działania charakteryzują pewne cechy systemowe wyrażające jego własności strukturalne, funkcjonalne i rozwojowe. Zakłada się, że znane są potrzeby, których zaspokojenie jest nadrzędnym celem działania systemu. Dążenie do osiągnięcia zamierzonego /pożądanego/ celu równoznaczne jest z realizacją określonych procesów zasileniowych i informacyjnych. Realizacja procesów wiąże się z użyciem określonych zasobów /pracy, energii, materiałów, techniki, informacji/.

System działania jako całość charakteryzują następujące cechy systemowe: celowość, spójność /koherentność/, obserwowalność, sterowalność, równowaga /equilibrium/, adaptacyjność, aktywność, stabilność, kreatywność, efektywność. Wszystkie te pojęcia mają ścisłą interpretację na gruncie cybernetyki i teorii systemów.

Efektywność stanowi ponadto także naturalne kryterium oceny systemów z punktu widzenia ich przeznaczenia, zdolności zaspokajania określonych potrzeb społecznych.

Punktem wyjścia do badań nad efektywnością systemów działania jest pojęcie potrzeby społecznej. Potrzeba danego systemu jest taką jego cechą, ze względu na którą warunkiem niezakłóconego

runkcjonowania systemu jest pewien określony stan jego otoczenia /np. potrzeba zachowania równowagi dynamicznej lub uzyskania przewagi nad innym systemem, zaspokojenie zapotrzebowania otoczenia na określone dobra itp./. Niezaspokojenie potrzeby wywołuje zakłócenie funkcjonowania systemu, co może oznaczać naruszenie wartości takich cech systemowych, jak: stabilność, równowaga, kreatywność /zdolność rozwoju/ itp.

Analizując związki między potrzebami oraz skutki niezaspokojenia ich przyjęto następującą hierarchię dla dowolnego systemu działania /organizacji/:

- /1/ potrzeba egzystencji /trwania, przetrwania/;
- /2/ potrzeba integralności /równowagi funkcjonalnej/;
- /3/ potrzeba racjonalnego funkcjonowania;
- /4/ potrzeba rozwoju.

Niezaspokojenie jednych stanowić może barierę dla zaspokojenia innych potrzeb. Taka hierarchia odpowiada podstawowym aspektom modelowania systemowego wykorzystywanego w AS, a mianowicie: strukturalnym, funkcjonalnym i rozwojowym.

Możliwości zaspokojenia potrzeb wyraża potencjał systemu, który tworzą: potencjał ludzki, potencjał techniczny, potencjał zasileniowy i potencjał sterowniczy. Zdolność trwania i rozwoju systemu jest zarazem zdolnością racjonalnego użycia potencjału w procesie zaspokojenia potrzeb.

Efektywność systemu działania jest zatem relacją systemową między potrzebami /bieżącymi i przyszłymi/ a potencjałem systemu /użytym lub przewidywanym do użycia/.

Systemowa koncepcja efektywności stosowana w AS obejmuje następujące postulaty:

- efektywność systemu działania jest mierzalną cechą systemową,
- efektywność powinna wyrażać podstawowe aspekty działania

- systemu w różnych horyzontach czasowych,
- efektywność systemu powinna wyrażać zarówno relację między celami zamierzonymi a celami osiągniętymi, /skuteczność działania/, jak i relację między korzyściami a nakładami /ekonomiczność działania/,
  - efektywność systemu powinna umożliwiać ocenę prospektywną /ex ante/ i ocenę retrospektywną /ex post/ działania,
  - efektywność systemu jest cechą wiążącą potrzeby społeczne i potencjał systemu, bądź w aspekcie działań przyszłych /planowanych, przewidywanych/, bądź w aspekcie działań przeszłych /zrealizowanych/.

Powyższa koncepcja legła u podstaw metodologicznych prac prowadzonych w Instytucie Badań Strategiczno-Obronnych ASG WP, a zmierzających do opracowania metod i technik oceny efektywności bojowej, technicznej, organizacyjnej i ekonomicznej systemów wojskowych. Wyniki badań są sukcesywnie prezentowane na organizowanym od stycznia 1986 roku seminarium poświęconym wojskowym zastosowaniom analizy systemowej.

#### 6. Zakończenie.

Rozważania, których celem była ogólna prezentacja podstawowych kierunków rozwoju AS i jej zastosowań w siłach zbrojnych, zakończy zarys ogólnej "kompleksowej" metodyki stosowania AS.

Obejmuje ona następujące etapy:

#### I Faza analiz "zewnętrznych":

1. Analiza potrzeb i celów działania systemu.
2. Analiza bliższego otoczenia systemu /określenie warunków, wymagań i ograniczeń/.

#### II Faza analiz "wewnętrznych":

3. Analiza morfologiczno-strukturalna systemu.
4. Analiza funkcjonalna systemu.

5. Analiza rozwojowa systemu.
6. Analiza i ocena efektywności systemu.

III Faza wyników analizy:

7. Analiza decyzyjna.
8. Projekty decyzji /warianty/.

Każda z analiz cząstkowych powinna pozwolić na zidentyfikowanie "barier efektywności", czyli ustalić te zjawiska, które obniżają efektywność /skuteczność i ekonomiczność/ systemu oraz potencjalnych /lub realnych/ źródeł powstawania krytycznych sytuacji systemowych /zagrożeń, konfliktów, kryzysów/. Ponadto w wyniku AS powinny zostać określone racjonalne sposoby pokonywania tych barier.

Jako przykład podstawowych pytań analitycznych stawianych podczas AS mogą służyć następujące:

a/ w fazie I:

- jakiego rodzaju potrzeby zaspokaja system /lub w zaspokojeniu jakich potrzeb uczestniczy/,
- czy układ odpowiadających im celów działania jest adekwatny i spójny,
- czy cele odpowiadają przeznaczeniu systemu,
- jaki inny system zaspokaja potrzeby analizowanego systemu,
- jakie związki /interakcje/ i jakiego rodzaju /współdziałania, funkcjonalne, energetyczne, informacyjne/ występują pomiędzy systemem a otoczeniem i z jaką intensywnością,
- naruszenie jakich więzi może przynieść krytyczne sytuacje systemowe itp.

b/ w fazie II:

- jakie cechy systemowe decydują o efektywności systemu,
- wartości których cech systemowych nie spełniają przyjętych wymagań i, czy wymagania te są racjonalne,
- jaki jest typ struktury systemu,

- czy parametry strukturalne spełniają przyjęte wymagania i, czy są to wymagania racjonalne,
- jakie funkcje realizuje system i, czy są to funkcje odpowiadające celom systemu,
- jakiego typu procesy realizuje system i, jakie są ich wzajemne powiązania,
- jakiego typu zasobami dysponuje system, jakie są ich rezerwy i możliwości zdobywania w otoczeniu,
- w jakim stopniu procesy wspomagające zaspokajają potrzeby procesów podstawowych,
- w jakim stopniu procesy informacyjne zaspokajają potrzeby procesów decyzyjnych,
- jakie są perspektywy rozwojowe systemu i jego zdolności kreatywne /innowacyjne/,
- czy perspektywy rozwojowe systemu odpowiadają ogólnym tendencjom rozwojowym itp.

c/ w fazie III:

- jakie są możliwości postępu organizacyjnego, technologicznego itp. w systemie,
- jakie są możliwości wzrostu efektywności działania oraz warianty jego uzyskania,
- jakie są możliwości realizacji dopuszczalnych wariantów decyzji,

- który z wariantów rozwoju systemu jest najkorzystniejszy itp.

Odpowiedź na powyższe pytania, jak i wiele im podobnych, jest możliwa w warunkach istnienia metodologicznie racjonalnych metod i technik identyfikacji, diagnozy, prognozy oraz analizy i oceny efektywności systemów. W dążeniu do ich stworzenia konieczne staje się wykorzystanie wieloletniego dorobku cybernetyki wojskowej, badań operacyjnych i teorii systemów.

mgr inż. Adam SOBCZAK

PROCES PROJEKTOWANIA SYSTEMÓW INFORMATYCZNYCH  
JAKO PRZEDMIOT ANALIZY SYSTEMOWEJ

W minionym pięcioleciu /obejmującym lata 1980-85/ w Zespole Informatyki ŚOW prowadzono między innymi prace projektowo-programowe zmierzające do usprawnienia kierowania zasobami materiałowymi w Wojskach Inżynieryjnych oraz w Służbie Uzbrojenia i Elektroniki Sił Zbrojnych PRL. Wynikami tych prac są eksploatowane systemy informatyczne ARSZYN-M i DUKAT, będące systemami typu sprawozdawczo-ewidencyjnymi z pewnymi elementami planistyczno-prognostycznymi.

Realizatorem obu projektów był ten sam zespół analityczno-projektowy, który ponadto w trybie nadzoru autorskiego jest wyłącznym wykonawcą wszelkich modyfikacji wymaganych w fazie eksploatacji.

Zebrał przez zespół projektantów doświadczenia organizacyjne i technologiczne pozwalają w sposób całościowy spojrzeć na wszystkie fazy kompletnego cyklu rozwojowego produktu, jakim jest system informatyczny /SI/.

Uogólnień w dziedzinie organizacji procesu projektowania dokonano metodą analizy systemowej, będącej jedną z gałęzi ogólnej teorii systemów.

W marksistowskiej literaturze ostatnich lat przekonywająco wykazano, że zasada systemowości stanowi istotny aspekt metody dialektycznej w ogóle i dialektyczno-materialistycznej teorii poznania /W.P. KUZMIN "Princip sistiemnosti w teorii i metodologii K. Marksa", E.G. JUDIN "Stanowlenije i suszcznost sistiemnogo podchođa"/.

Prawdą jest, iż systemowe zasady i idea nie wywarły istotnego wpływu na rozwój nauki w ogóle. Niezależnie od tego, rozpatrując

historię rozwoju koncepcji metodologicznych, można zaobserwować dość wyraźną tendencję do uwzględniania systemowej natury wiedzy.

Koncepcja podejścia systemowego przy tworzeniu systemu informatycznego.

Podejście systemowe przy tworzeniu systemu informatycznego /SI/ potraktowano tutaj jako metodę porządkującą działania. Pełen cykl powstawania SI jest złożonym zespołem działań, zwłaszcza w przypadkach SI, od których żąda się dodatkowo dużej pewności działania lub też stabilności zachowania się.

W praktyce tworzenia SI rozróżnić można dwa graniczne przypadki sytuacji problemowych:

1. SI istnieje realnie i konieczne jest zbadanie go w określonym celu poznawczym lub praktycznym;
2. SI nie istnieje i powinien być zaprojektowany.

Analizując drugą z wymienionych sytuacji problemowych można wyróżnić następującą sekwencję:

a/ zidentyfikowany jest praktyczny cel C związany z zaspokojeniem określonej potrzeby.

Identyfikacja celu odpowiadającego zaspokojeniu potrzeby równoważna jest takiemu przeformułowaniu zadania projektowego, aby nie sugerowało ono rozwiązania;

b/ ustalona zostaje funkcja  $F_C$ , którą powinien spełniać SI, aby zamierzony cel został osiągnięty.

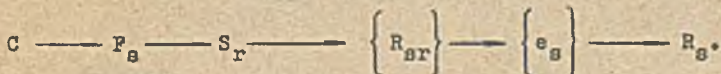
Przystępując do ustalenia funkcji  $F_C$ , napotyka się na trudność charakterystyczną dla wielu działań złożonych, a mianowicie - wieloznaczność. W tym przypadku od razu widać, że ten sam cel może być osiągnięty za pomocą wielu funkcji. Tak więc ustalenie funkcji realizującej, najlepiej według przyjętego kryterium, założony cel wymaga przeglądu wszystkich możliwych funkcji oraz dokonania wyboru funkcji "najlepszej".



Jak się później okaże, analogiczna sytuacja powtarzać się będzie w dalszym ciągu postępowania;

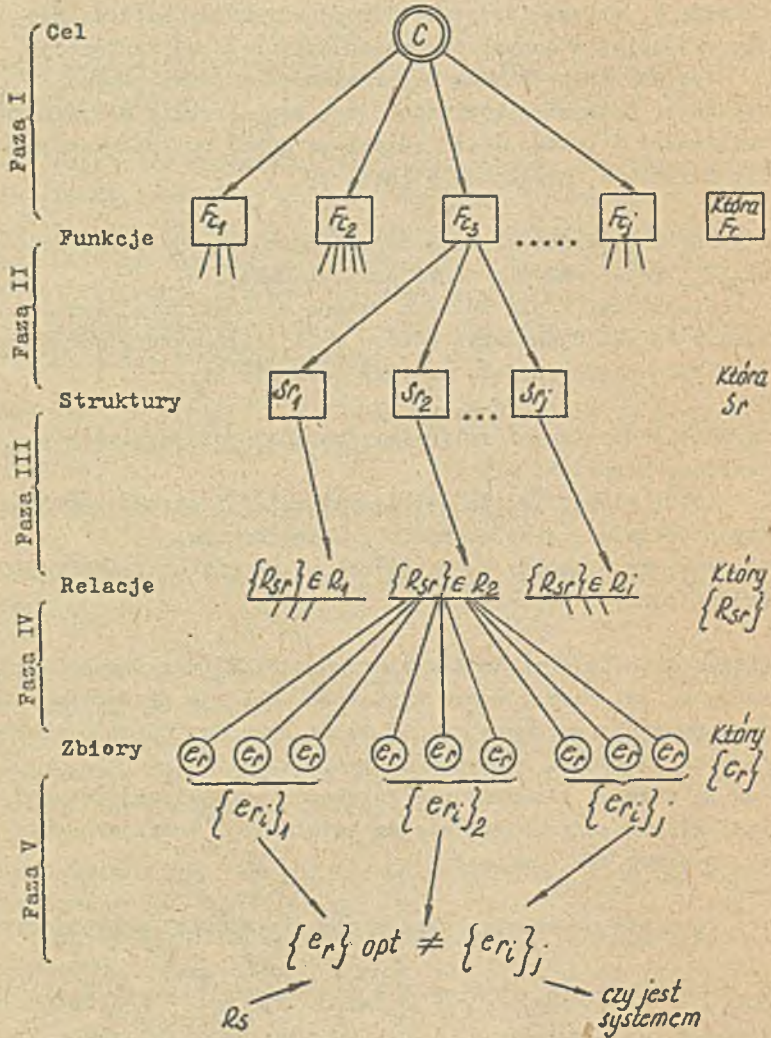
- o/ funkcja  $F_c$  stanowi podstawę doboru struktury materialnej  $S_r$ , najlepiej w danych warunkach spełniającej tę funkcję. Wybrana funkcja może być realizowana przez wiele struktur. Znow więc konieczne jest rozpatrzenie wszystkich możliwości i redukcji ich za pomocą metod optymalizacyjnych dla uzyskania określonej struktury;
- d/ dobrane i ustalone zostają odpowiednie relacje strukturotwórcze  $R_{gr}$  konieczne dla funkcjonowania SI. Struktura, która została uznana za najlepszą, istnieć będzie dzięki ujawnieniu zbioru relacji strukturotwórczych, w których znajdować się powinny elementy SI;
- e/ zgodnie z ustalonymi relacjami dobrane zostają elementy  $e_s$  tworzące strukturę SI. Dobór elementów dla ustalonych relacji strukturotwórczych także nie jest czynnością jednoznaczną. Wiadomo, że elementy tworzące całość SI można klasyfikować według różnych kryteriów;
- f/ ustalona zostaje relacja systemotwórcza  $R_s$  weryfikująca SI, która kończy postępowanie systemowe. Relacja systemotwórcza jednoznacznie wyznaczająca SI ma na celu weryfikację dobranego zespołu elementów w aspekcie systemowości. Innymi słowy - elementy nie należące do ustalonej relacji, tzn. nie przyczyniające się do istnienia i funkcjonowania SI, powinny być usunięte.

Powyższą sekwencję można zapisać w sposób następujący:



Cechą charakterystyczną proponowanego schematu postępowania systemowego jest maksymalne rozszerzanie pola możliwych

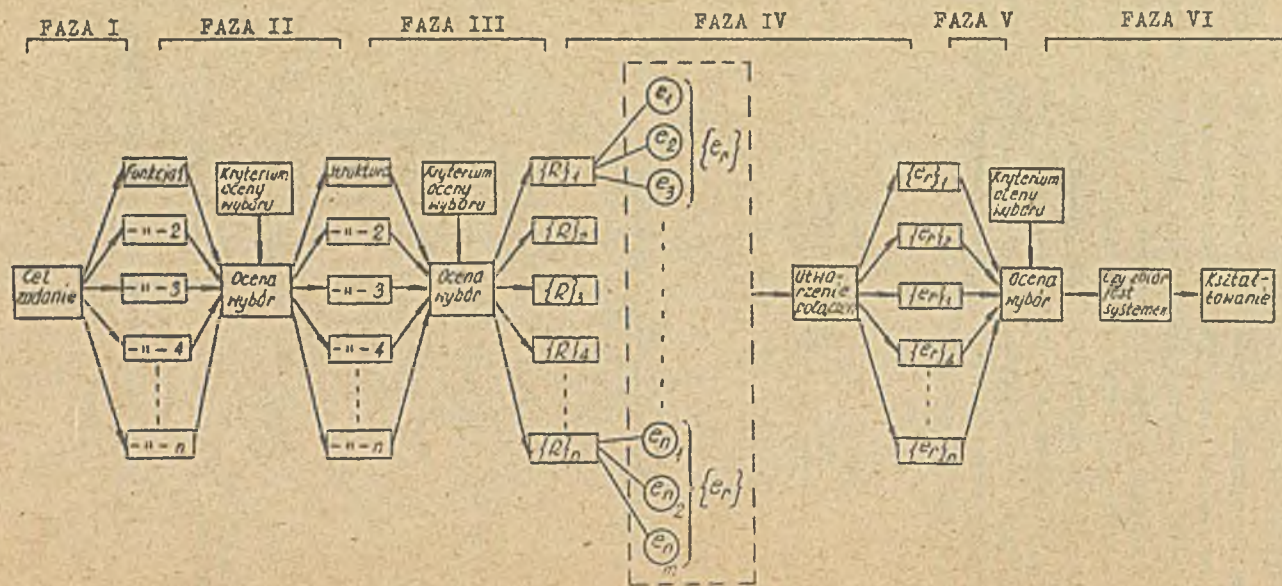
rozwiązań w każdym etapie postępowania, z każdorazowym wyborem rozwiązania najkorzystniejszego /rys. 1/.



Rys. 1. Schemat postępowania systemowego.

Podejście tego typu porządkuje działania i stanowić może podstawę do opracowania metod szczegółowych.

Dla skomplikowanych, a nawet dość prostych SI, wykonanie specyfikacji, przeglądu i oceny wszystkich rozwiązań jest niemożliwe, ze względów czasowych. Proponowane podejście systemowe pozwala znacznie złagodzić tego typu trudności przez wprowadzenie trzykrotnej eliminacji rozwiązań potencjalnych, zawartych we wczesnych etapach projektowania, uwzględniających jednak maksymalną liczbę rozwiązań alternatywnych, odpowiadających danemu etapowi. Widać to na schemacie /rys. 2/, który z uwzględnieniem proponowanej struktury postępowania został graficznie przetworzony do postaci blokowej.



Rys. 2. Postępowanie systemowe.

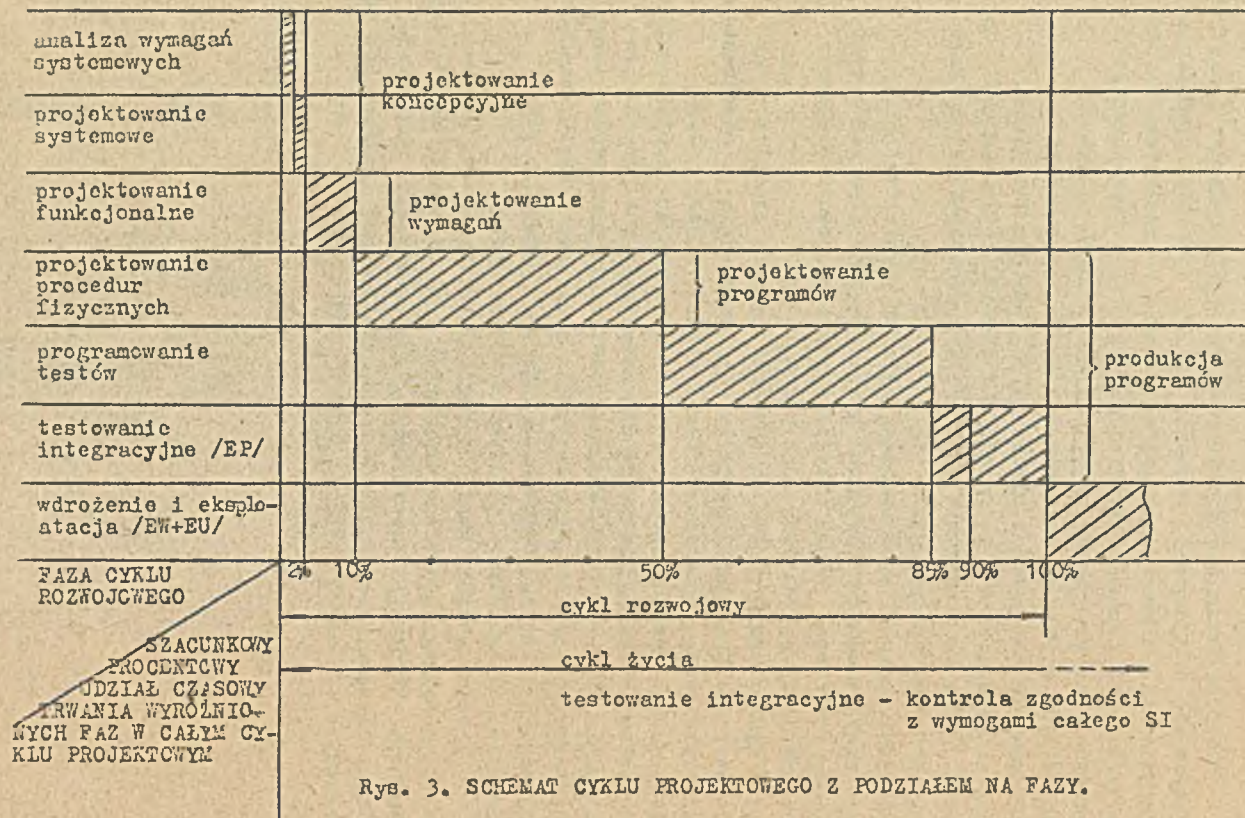
## Potrzeba modelowania i analizy systemowej procesu projektowania.

Od pojawienia się komputerów, czy ogólnie maszyn liczących, dających się programować, rozmyśla się nad sposobami ułatwienia programowania. Potrzeba wyższej wydajności programistów, skrócenia cyklu projektowania, wyższej poprawności i niezawodności programów doprowadziła do powstania rozlicznych pomocy dla programistów w postaci systemów i technik programowania. Programowanie modułowe i strukturalne, tablice decyzyjne, techniki generacyjne i programowanie konwergencyjne, wszystko to stanowi próbę udoskonalenia drogiego i pracochłonnego programowania metodami tradycyjnymi.

Istniejące techniki programowania są w większości technikami organizacyjno-administracyjnymi projektowania, gdyż sam proces myślowy nie został jednak przyspieszony i tworzenie programów trwa mniej więcej tak długo jak przed laty.

Wysiłki zmierzające do zautomatyzowania niektórych faz procesu projektowania SI wywołały zapotrzebowanie na modelowanie i algorytmizację wspomnianych faz i relacji między innymi. Należy jednak wyraźnie zaznaczyć, że automatyzacja projektowania nie oznacza w żadnym razie, że dla wszystkich faz procesu projektowania /rys. 3/ można znaleźć rozwiązania przy użyciu technik komputerowych. Również, nie wszystkie działania ludzkie wchodzące w skład tak złożonego działania, mogą być zastąpione przez działania jakiegokolwiek urządzenia technicznego.

Sprawą istotnej wagi, do pełnej lub częściowej automatyzacji dowolnego ludzkiego działania, jest uzyskanie modeli tego działania, zarówno strukturalnych /wejście-wyjście/ jak i formalnych /matematycznych, logicznych, graficznych itp./. Wymóg ten rozciąga się w całej pełni na proces projektowania.



Rys. 3. SCHEMAT CYKLU PROJEKTOWEGO Z PODZIAŁEM NA FAZY.

Źródłem potrzeby zautomatyzowania niektórych procedur, stanowiących istotne fazy procesu projektowania /zwągnego dalej projektowaniem/, są pewne charakterystyczne tendencje dające się zauważyć podczas projektowania:

1. Występują zwiększające się wymagania dotyczące liczby danych i rozmiarów baz danych.  
Związane jest to z koniecznością uwzględniania coraz szerszych powiązań i relacji, zwłaszcza, iż coraz większa liczba dziedzin działalności jest informatyzowana. Daje się również zaobserwować wzrost wymagań co do przygotowania informacji dotyczącej nie tylko samego projektowania, lecz także celów i intencji określonych w zadaniu projektowym.

2. Wzrastają wymagania, złożoność i trudność obliczeń, stosowanych zwłaszcza w modułach planistyczno-prognostycznych i symulacyjnych.  
Jeszcze do niedawna, w zastosowaniach informatyki, rozróżniano dwie odrębne sfery: przetwarzania danych oraz obliczenia inżyniersko-naukowe.  
Obie wymienione tendencje powodują zągębianie się obu sfer zastosowań informatyki.

3. Złożoność projektowania zmusza do badania, oceny i weryfikowania.  
Oczywiście, działania te /wstępne oceny/ pochłaniają więcej czasu, ale upewniają w poprawności realizacji projektu.

Podstawowym zarzutem w odniesieniu do stosowanego obecnie, tradycyjnego etapowania prac nad oprogramowaniem, jest odwlekanie momentu przeprowadzenia decydujących doświadczeń. Zdaje to egzamin wówczas, gdy rozwiązanie problemu wymaga jedynie opracowania technologii i wdrożenia. Podejście takie w odniesieniu do prac nad produktami programowymi zwiększa w sposób nieuzasadniony ryzyko końcowego niepowodzenia.  
Praktycznie, już na etapie badań modelowych, podstawowym celem

jest przeprowadzenie doświadczenia /przez testowanie/, które wykaże czy model oprogramowania jest realny.

Stosując tradycyjne etapowanie prac nad oprogramowaniem, dopiero eksploatacja próbna - jako decydujące doświadczenie - może wykazać, że poniesione nakłady nie dały spodziewanych rezultatów, natomiast niezbędne zmiany założeń pociągają za sobą konieczność dokonania istotnych zmian całego modelu, a więc bardzo poważnego zwiększenia kosztów i wydłużenia czasu realizacji.

Warto jeszcze podkreślić, że znacznie większe od bezpośrednich korzyści ekonomicznych są korzyści polegające na zdecydowanym podniesieniu jakości oprogramowania oraz nowoczesności przyjmowanych rozwiązań w wyniku bardziej wnikliwego analizowania rezultatów prac.

4. We współczesnym projektowaniu na znaczeniu zyskuje wciąż ten jego aspekt, który można nazwać prognostycznym wymiarem projektu.

Każde działanie projektowe powinno być wsparte na możliwie najnowszej bazie naukowej i technicznej, jednocześnie powinno być wspierane autorytatywnym gronem przyszłych użytkowników.

Jednocześnie - i w tym kryje się pewien paradoks projektowania - projektant musi zawsze brać pod uwagę wymiar czasowy, obejmujący mniejszy lub większy wycinek przyszłego rozwoju informatyzowanej dziedziny działalności, jak i samego systemu informatycznego.

#### Poziomy analizy procesu projektowania SI.

Projektowanie SI w sferze inżynierii można opisać jako uwarunkowany celem zbiór zorganizowanych i wzajemnie powiązanych działań, które pozwalają dowieść wykonalności pożądanego SI przy użyciu wiedzy i techniki.

Kależy zauważyć, że projektowany SI powinien mieć następujące cechy:

- powinien odpowiadać określonym potrzebom;



- powinien uwzględnić techniczne i materialne możliwości współczesnych i przyszłych użytkowników;
- SI należy wybrać ze zbioru możliwych rozwiązań na podstawie przyjętego systemu kryteriów;
- dla SI należy opracować dokumentację, która zapewni nie tylko sprawną jego eksploatację, ale również stanowić będzie podstawę dla przyszłych modyfikacji;
- projektowany SI powinien umożliwić osiągnięcie celu przy przyjętym kryterium sprawności i ekonomiczności.

Projektowanie SI jest zorganizowaną sekwencją działań uporządkowanych szeregowo lub równoległe. W modelu całości procesu projektowania można zatem wyróżnić sieć powiązań informacyjnych, łączących poszczególne działania.

Konstruując modele projektowania, warto wyróżnić kilka poziomów analizy tego procesu.

Jednocześnie należy zaznaczyć, że na poszczególnych poziomach analizy potrzebne są różne metody i techniki modelowania, prezentacji i formalizacji:

1. Na poziomie "makro" mamy do czynienia z systemową prezentacją całego kompleksu działań wchodzących w skład projektowania. Kompleks ten obejmuje różne działania wykonywane przez różne podmioty. Na tym poziomie analizy można zatem różnicować działania:

- w/g rodzajów podmiotów poszczególnych działań; zbiór podmiotów poszczególnych działań może obejmować pojedyncze osoby, zespoły projektowe, instytucje reprezentowane przez swych przedstawicieli;
- w/g typów działań;  
można tu wyróżnić działania projektowania właściwego, działania zmierzające do zgromadzenia niezbędnych informacji wstępnych, działania oszacowania i oceniania, podejmowania decyzji i akceptacji.

Typologię działań wchodzących w skład projektowania uszcze-

góławia się różnie, zależnie od przyjętego sposobu projektowania.

W codziennej pracy warto wyróżnić co najmniej dwa typy działań:

- a/ operacyjne /pomiarowe, projektowe/,
- b/ oszacowania i podejmowania decyzji /akceptacje, oceny i dalsze analogiczne działania, włączając w to konieczne posunięcia administracyjne/.

Analiza tego modelu wykazuje znaczny przerost działań drugiego typu.

Rozróżnienie rodzajów podmiotów działań i typów tych działań, wchodzących w skład projektowania, zwiększa adekwatność makromodeli stosowanych najwięcej na tym poziomie analitycznym. Odnosi się to zwłaszcza do schematów sieciowych, opracowywanych przy użyciu np. metody ścieżki krytycznej PERT. Dotyczy także metod służących do ustalania trwania poszczególnych części składowych projektowania oraz do metod służących do analizy powiązań informacyjnych.

2. Poziom "mikro" obejmuje analizę poszczególnych działań wchodzących w skład projektowania.

Dla tego poziomu podstawowe znaczenie ma pojęcie działania oraz różne możliwości modelowania tych działań.

Rozległe możliwości modelowania stwarzają:

matematyczna /statystyczna/ i semantyczna teoria informacji, które rozwinęły się w ścisłym związku z teorią decyzji.

Dotyczy to zwłaszcza uszczegółowienia informacji wstępnych, potrzebnych w projektowaniu, określenia metod transformacji, które umożliwiają badania procedur zmniejszających pierwotny poziom entropii.

W modelowaniu działań wchodzących w skład projektowania przydatna okazuje się również teoria rozwiązywania zadań, w tym także nienumerycznych. Możliwości heurystyki i analizy heurystycznej nie są jeszcze należycie doceniane.

Analiza działań wchodzących w skład projektowania, wskazuje na znaczną rolę w pracach projektowych konsultanta, z ramienia przyszłego użytkownika, który na bieżąco, w miarę postępu prac projektowych, uszczegóławia wymagania dotyczące informacji wynikowej /formy i stopnia szczegółowości/. Ten "współprojektant" reprezentujący instytucję przyszłego użytkownika lub instytucję zlecającą zbyt często narzuca swoje punkty widzenia i kryteria właściwe dla niego osobiście, co w efekcie końcowym prowadzi do rozwiązań jednostronnych.

Komputeryzacja procesów ewidencyjno-sprawozdawczych stwarza duże możliwości zaspokajania ciekawości, które nie temperowane świadomością tego, co obiektywnie wiedzieć potrzeba, prowadzą do rozrostu sprawozdawczości. Zjawisko to, niestety trudne do wykorzenia, nie jest skutkiem komputeryzacji, ale przy komputeryzacji wstępuje za wzmożoną siłą.

Dla tych użytkowników, których zastosowania wymagają tworzenia i utrzymania złożonych struktur danych oraz charakteryzują się zmiennymi wymaganiami co do informacji wynikowej, najstosowniejsza okazuje się technologia bazy danych. Technologia ta, w swej klasycznej formie, nie była jednak stosowana z powodu braku dużej i niezawodnej pamięci masowej komputera w wojskowych ośrodkach obliczeniowych.

3. Jako następny poziom analizy działań projektowych można wymienić analizę procesów informacyjnych.

Komunikacja między blokami działań może odbywać się jedynie za pomocą pewnych środków lingwistycznych, wyrażających dane pierwotne i uzyskane w trakcie projektowania. Znaczenie, przypisywane środkom lingwistycznym stosowanym w projektowaniu, uległo poważnemu zwiększeniu na skutek rozwoju automatyzacji produkcji dokumentacji. Środki przenoszenia dokumentacji projektowej powinny być skonstruowane za pomocą takich środków lingwistycznych i w takiej formie, aby zostały spełnione wszelkie wymogi narzucone zarówno przez wewnętrzne powiązania komunikacyjne, jak i przez szeroki krąg użytkowników.

Istnienie złożonych SI o długim cyklu życia nie byłoby możliwe bez jednoznacznej i odpowiednio szczegółowej

dokumentacji. Umiejętność dokumentowania SI jest tą umiejętnością, która decyduje o efektywności działania realizatorów, o sprawnym wdrażaniu i wieloletniej eksploatacji systemu. Dokładna dokumentacja zaprojektowanych SI ułatwia również tworzenie nowych SI, gdyż jedną z zasadniczych przyczyn dużej pracochłonności i długotrwałości projektowania SI w minionych latach było wielokrotne oprogramowywanie tych samych algorytmów z nieco innymi ograniczeniami.

Większość tych programów była przy tym tak źle dokumentowana, że nie mogła być dalej modyfikowana lub rozwijana nie tylko przez inne zespoły projektowe, ale również przez samych autorów.

Stąd też, wydaje się być słuszny, postulat tworzenia w czasie projektowania SI dokumentacji nie tylko eksploatacyjnej ale również:

- dokumentacji realizacyjnej SI, obrazującej przebieg procesu powstawania systemu;
- dokumentacji konstrukcyjnej, służącej do usuwania ewentualnych błędów wykrytych w toku eksploatacji oraz do wprowadzenia modyfikacji i dalszego rozwoju systemu;
- dokumentacji wdrożeniowej /w tym dokumentacji szkoleniowej dla użytkownika/.

Należy dodać, że bez odpowiedniej dokumentacji niemożliwa jest praca w dużych zespołach projektowych.

W projektowaniu można dostrzec dobrze znane zjawisko, zwane niekiedy eksplozją informacyjną. Jeżeli przez informację będziemy rozumieć taką właściwość danych, która może doprowadzić do zmniejszenia początkowego poziomu entropii, to wspomniane zjawisko oznacza wzrost rozmiarów danych i kartotek, przy czym tylko niektóre z nich będą mogły pełnić funkcję informacyjną. Proces przetwarzania danych w informacje, podczas projektowania SI, obejmuje także wybór odpowiednich /relewantnych/ danych i redukcję danych o relewancji zerowej lub pomijalnej z punktu widzenia potrzeb rozwiązania zadania danej klasy.

4. Kolejny poziom analizy procesu projektowania SI, to poziom analizy procedur szacowania i oceny.

Problemy szacowania i oceny odnoszą się zarówno do części składowych, jak i do całego projektu SI.

Z reguły najwięcej trudności w konkretnej sytuacji sprawia połączenie zbioru różnorodnych kryteriów, które zazwyczaj nie dają się sprowadzić do jednej skali obowiązującej dla wszystkich wartości.

Ważną częścią procedur szacowania i oceny jest szacowanie częściowych i całkowitych rezultatów w świetle obowiązujących przepisów i norm /unifikacja i standaryzacja/. Wielu projektantów traktuje przepisy i normy jako więzy narzucane ich działaniom, a nie jako wyzwanie dla wyobraźni i umiejętności. Źródłem pewnych trudności są dla wielu projektantów znaczne rozbieżności między systemami przepisów i norm, z którymi mają do czynienia w swej pracy, a tymi, które sami wyznają.

Kolejna grupa problemów z kręgu procedur szacowania i oceny to problemy niezawodności. Ta problematyka jest stosunkowo nielicznie opracowana matematycznie, zwykle w kategoriach probabilistycznych.

#### Zamiast zakończenia.

Wiele obserwowanych w praktyce zastosowań informatyki nie przyniosło oczekiwanych efektów, pomimo wysokich nakładów pracy. Można przytoczyć przykłady eksploatacji systemów "martwych" /nikomu niepotrzebnych/.

Informatycy często dociekają przyczyn takiego stanu rzeczy, tym bardziej niepokojącego, gdy zauważają, że postępowali w sposób identyczny jak w innych przypadkach.

Wydaje się, że ważną sprawą w budowie SI są problemy motywacji, które nie zawsze są dostrzegalne na co dzień, ale istnieją obiektywnie.

W najbliższej przyszłości zastosowanie sprzętu informatycznego, głównie mikrokomputerów, będzie rozszerzane na nowe dziedziny, równoległa zaś zwiększać się będzie liczba

ludzi związanych z praktycznym stosowaniem techniki komputerowej, uczestniczących w procesach projektowania i wdrażania SI. Ludzie ci będą odgrywać coraz większą rolę. Od poziomu ich umiejętności zawodowych, a zwłaszcza przyjętych postaw, zależeć będzie powodzenie SI. Stymulatorem projektowania SI są potrzeby, nie zaś zwykła ciekawość.

Trzeba jednak stwierdzić, iż dociekliwość i inicjatywa twórcza, w sensie poznawczym, reprezentuje ważny element projektowania. Postawą użytkownika może być albo ślepa wiara w cudowne właściwości techniki komputerowej, albo skrajna obawa przed dehumanizacyjnym wpływem komputera.

Postawy użytkowników mogą więc ewoluować od entuzjazmu do sprzeciwu.

Podstawowym warunkiem wytworzenia właściwych postaw użytkowników jest tylko ścisłe współdziałanie informatyków z użytkownikami SI.

Współpraca ta przejawia się w udzielaniu użytkownikom niezbędnej pomocy technicznej, w stałym badaniu ich potrzeb i wnikliwym analizowaniu reakcji na wykonane usługi.

mgr inż. Jerzy STANIK

## STEROWANIE REKONFIGURACJĄ KOMPUTEROWEGO SYSTEMU ZAUTOMATYZOWANEGO DOWODZENIA

### STRESZCZENIE

Opisano w sposób formalny problem sterowania procesorem rekonfiguracji systemu po wystąpieniu awarii. Sterowanie to będzie rozpatrywane z punktu widzenia operatora systemu, który jest specjalnym elementem funkcjonalnym, ograniczającym przetwarzanie informacji w komputerowym systemie zautomatyzowanego dowodzenia /KSZD/. Działanie operatora systemu w tym zakresie polega na przystosowywaniu bieżących właściwości użytkowych KSZD do wymaganych zapotrzebowań poprzez powoływanie różnych konfiguracji systemu. Obejmuje ono ustalanie zbiorów dopuszczalnych konfiguracji systemu po wystąpieniu kolejnych awarii, formułowanie ocen i dokonywanie wyboru obowiązujących konfiguracji ze zbiorów dopuszczalnych.

### 1. Wstęp

Obserwowany w ostatnich latach szybki rozwój architektur sprzętowych KSZD wyprzedza w znacznym stopniu wiedzę na temat organizacji przetwarzania informacji w tych systemach. Daje się zauważyć między innymi brak ogólnego podejścia do problemu sterowania procesem rekonfiguracji po wystąpieniu awarii, mającego na celu utrzymanie wymaganego poziomu bieżącej niezawodności funkcjonalnej. Wynika to częściowo z faktu że:

- są to systemy czasu rzeczywistego o działaniu sytuacyjnym, w których występują zmienne opóźnienia w przesyłaniu informacji pomiędzy poszczególnymi elementami systemu, co istotnie utrudnia racjonalne organizowanie przetwarzania informacji w tych systemach,

- niezawodność współczesnych środków informatyki często jest jeszcze niezadawalająca, co prowadzi do skomplikowanych sytuacji awaryjnych spowodowanych uszkodzeniami,

- brak jest odpowiednich mechanizmów zapewniających utrzymywanie wymaganego poziomu bieżącej niezawodności funkcjonalnej.

Pod pojęciem bieżącej niezawodności funkcjonalnej rozumie się pewność wykonania zadań należących do wymaganego zbioru  $Z(t)$ , niezależnie od występujących awarii. Zbiór zadań  $Z(t)$  wymaganych do wykonania zmienia się losowo w czasie i implikowany jest przez otoczenie systemu.

Awarja rozumiana jest jako zdarzenie, polegające na przeprowadzeniu systemu ze stanu bieżącej zdatności [1] do stanu niezdatności zadaniowej [1].

Przyczyną przeprowadzenia systemu ze stanu bieżącej zdatności do stanu niezdatności zadaniowej może być:

1) zmiana zapotrzebowania w zakresie pożądaných usług - napięcia do systemu takiej informacji, że system w bieżącej chwili nie jest zdolny jej przetworzyć w oparciu o aktualną konfigurację,

2) pojawienie się uszkodzeń urządzeń do współpracy człowiek-maszyna, niezbędnych do prawidłowej realizacji pożądanego zbioru zadań.

Sterowanie procesem rekonfiguracji ma na celu przeprowadzenie systemu ze stanu niezdatności do stanu bieżącej zdatności zadaniowej i sprowadza się do przystosowywania bieżących właściwości użytkowych systemu do wymaganych zapotrzebowań, poprzez powoływanie bieżących dopuszczalnych konfiguracji systemu.

## 2. Podmiot, przedmiot i cel działania systemu

Podmiotem w KSZD jest zbiór takich elementów systemu, których pożądaný stan może ustalać element sterujący. Jego funkcję w rozpatrywanym systemie spełnia operator systemu.

Z punktu widzenia operatora systemu, podmiot działania stanowi zbiór urządzeń do współpracy człowiek - maszyna SP zwanych dalej stanowiskiem pracy.

Opis systemu sterowania właściwościami użytkowymi  $j$ -tych stanowisk pracy dla celów sterowania właściwościami użytkowymi systemu może być następujący:

$$sp_j = \langle b_j, ZT_j, D_j, \Gamma_j \rangle, j \in J$$



gdzie:

- $J$  - zbiór numerów wyróżnionych stanowisk pracy,
- $b_j$  - typ j-tego stanowiska pracy,
- $ZT_j$  - zbiór urządzeń współpracy operator - maszyna j-tego stanowiska pracy,
- $D_j$  - zbiór dostępnych operacji dyrektyw na j-tym stanowisku pracy,
- $\Gamma_j$  - przestrzeń możliwych stanów niezawodnościowych j-tego stanowiska pracy.

Przedmiotem w KSZD jest zbiór takich elementów systemu, na których określa się cel działania systemu.

Z punktu widzenia celu działania systemu przedmiotem systemu są zbiory danych, formułowane według określonych zasad przez system, podlegające przetwarzaniu przez podmiot systemu, zwane dalej obiektami. Zbiory te charakteryzują rzeczywiste obiekty powietrzne i są tworzone na podstawie informacji:

- dosłanych z obiektów otoczenia i wprowadzone do systemu w sposób zautomatyzowany lub ręczny przez operatorów stanowisk,
- będących wynikami realizacji dyrektyw.

Opis systemu przetwarzania informacji o p-tych obiektach i dla celów sterowania przebiegiem przetwarzania może być następujący

$$O_p = \langle g_p, C_p, \mathcal{C}_p, R_p, T_p \rangle, p \in P^*$$

gdzie:

- $g_p$  - typ p-tego obiektu,
- $C_p$  - zbiór wyróżnionych cech p-tego obiektu,
- $\mathcal{C}_p$  - zbiór pożądaných stanów p-tego obiektu,
- $R_p$  - zbiór relacji wiążących  $g_p$  z  $\mathcal{C}_p$ ,
- $T_p$  - dopuszczalny przedział czasu, w którym p-ty obiekt winien osiągnąć pożądaný stan.

Cel działania można zdefiniować poprzez wyspecyfikowanie pożądaných chwilowych własności użytkowych, obiektów  $p \in P^*$

Oznaczając przez

$$\mathcal{C} = \left\{ \mathcal{C}_q^p : \langle p, q \rangle \in V_D \right\}$$

zbiór wymagań nałożonych na wartości wybranych cech określonej grupy obiektów, gdzie:

$\mathcal{O}_{q_p}^N$  - zbiór wymagań nałożonych na wartość q-tej cechy i p-tego obiektu,

$V_D$  - zbiór par typu  $\langle p, q \rangle \in P \times Q$ ,

to cel możemy zdefiniować jako parę:

$$\mathcal{C} = \langle \mathcal{C}, T \rangle$$

gdzie:

$\mathcal{C}$  - zbiór wymagań nałożonych na właściwości wybranych cech określonej grupy obiektów,

$T$  - pożądany przedział czasu, w którym określona grupa obiektów winna mieć pożądane właściwości.

### 3. Model systemu

Punkt wyjścia do konstrukcji modelu KSZD stanowi wymaganie aby zmienne i parametry opisujące ten model uwzględniały wzajemne zależności pomiędzy pożądanymi a bieżącymi właściwościami użytkowymi systemu oraz zależności pomiędzy strukturą techniczną a zakresem osiągalnych właściwości użytkowych stanowisk pracy.

#### 3.1. Model poświadczonych właściwości użytkowych systemu

Uwzględniając różnorodność zadań poświadczonych do wykonania przez system oraz różnorodność informacji przekazywanych między poszczególnymi elementami funkcjonalnymi systemu i jego otoczeniem, model poświadczonych właściwości użytkowych systemu można przedstawić w postaci:

$$W^P = \langle Z(t), ZT(t), R1 \rangle$$

gdzie:

$Z(t)$  - zbiór bieżących zadań wymaganych do wykonania przez system,

$ZT(t)$  - zbiór zasobów technicznych umożliwiających przepływ ściśle określonych informacji,

$R1 \subset Z(t) \times ZT(t)$  - relacja realizowalności zadań.

Powyższa definicja określa zbiór wszystkich tych dopuszczalnych wariantów właściwości użytkowych systemu, które mogą być pożądane podczas pracy systemu. Relacja  $R_1$  ogranicza zakres wariantów do takich, które są dopuszczalne i możliwe ze względu na pożądane właściwości, implikowane przez otoczenie systemu.

### 3.2. Model bieżących właściwości użytkowych systemu

Bieżące właściwości użytkowe systemu można określić następująco:

$$W^B = \langle SP(t), ZF(t), R_2 \rangle$$

gdzie:

$SP(t)$  - zbiór uaktywnionych stanowisk pracy,

$ZF(t)$  - zbiór zasobów funkcyjnych, umożliwiających wymianę informacji pomiędzy stanowiskami pracy i otoczeniem systemu,

$R_2 \subset 2^{SP(t) \times ZF(t)}$  - relacja identyfikacji dopuszczalnych zestawów stanowisk pracy.

Para uporządkowana  $\langle SP(t), ZF(t) \rangle \in R_2$  oznacza, że możliwe i dopuszczalne jest powołanie zbioru  $SP(t)$  stanowisk pracy i zbioru  $ZF(t)$  zasobów funkcyjnych.

Jeżeli znane są funkcje:

$\beta: SP(t) \rightarrow 2^{Z(t)}$  - przyporządkowania zadań do stanowisk pracy,

$\gamma: ZF(t) \rightarrow 2^{ZT(t)}$  - realizowalność zasobów funkcyjnych za pomocą odpowiednich zasobów technicznych,

to można sformułować warunek adekwatności struktury funkcjonalnej do struktury technicznej

$$WASF \equiv \bigwedge_{\langle SP(t), ZF(t) \rangle \in R_2} \left\langle \bigcup_{sp \in SP(t)} \beta(sp), \bigcup_{zf \in ZF(t)} \gamma(zf) \right\rangle \in R_1$$

### 3.3. Model bieżącej konfiguracji systemu

Jako model bieżącej konfiguracji systemu przyjęto uporządkowaną "piątkę"

$$KS(t) ::= \langle Z(t), SP(t), D(t), ZF(t), ZT(t) \rangle$$

gdzie:

- Z(t) - zbiór zadań możliwych do wykonania przez system w oparciu o daną konfigurację systemu,
- SP(t) - zbiór stanowisk pracy powołanych w ramach danej konfiguracji,
- D(t) - zbiór operacji dyrektyw możliwych do wykonania przez osoby funkcyjne stanowisk pracy, powołanych w ramach danej konfiguracji,
- ZF(t) - zbiór zasobów funkcyjnych niezbędnych do wymiany informacji pomiędzy stanowiskami pracy i otoczeniem systemu,
- ZT(t) - zbiór zasobów technicznych niezbędnych do realizacji zbioru stanowisk pracy.

Przestrzeń możliwych konfiguracji systemu tworzy produkt kartezjański:

$$\Omega = 2^Z \times 2^{SP} \times 2^D \times 2^{ZF} \times 2^{ZT}$$

Nie każdy element tej przestrzeni jest konfiguracją dopuszczalną. Zbiór dopuszczalnych konfiguracji systemu musi uwzględniać konieczność dostosowania bieżących właściwości użytkowych systemu do pożądanego zapotrzebowania, adekwatność struktury funkcjonalnej  $\langle SP, ZF \rangle$  i możliwość realizacji tej struktury przy pomocy istniejącego zbioru zasobów technicznych ZT.

Zbiór dopuszczalnych konfiguracji systemu można określić następująco:

$$KS^D = \left\{ \langle Z, SP, D, ZF, ZT \rangle \in \Omega : \begin{array}{l} \bigcup_{sp \in SP} (sp) \supseteq Z \\ \bigwedge_{z \in Z} \exists (z) \subseteq D \wedge \left\langle \bigcup_{sp \in SP} \beta(sp), \bigcup_{zf \in ZF} \gamma(zf) \right\rangle \in R1 \\ \bigwedge \langle SP, ZF, ZT \rangle \in H \end{array} \right\}$$

gdzie:

$\xi$  - funkcja przyporządkowania zbioru dyrektyw do poszczególnych zadań,

H - relacja realizowalności właściwości użytkowych systemi,

przy czym:

$$\xi: Z \rightarrow 2^D$$

$$H \subseteq 2^{SP} \times 2^{ZF} \times 2^{ZT}$$

### 3.4. Model komputerowego systemu zautomatyzowanego dowodzenia

Jako model KSZD przyjęto uporządkowaną "piątkę":

$$\text{MKSZD} = \langle W^P, W^B, KS^D, FR, Q \rangle$$

gdzie:

$W^P$  - zbiór pożądaných właściwości użytkowych systemu,

$W^B$  - zbiór bieżących właściwości użytkowych systemu,

$KS^D$  - zbiór dopuszczalnych konfiguracji systemu,

FR - funkcja rekonfiguracji,

Q - wskaźnik jakości.

Model ten wyraża powiązanie pomiędzy modelami: pożądaných właściwości użytkowych systemu oraz bieżących właściwości użytkowych systemu. Powiązanie to jest reprezentowane przez funkcję rekonfiguracji, którą można formalnie zapisać następująco:

$$FR: KS \rightarrow KS$$

określaną następująco:

$$FR(KS) = KS', \quad KS, KS' \in KS, \quad KS \neq KS'$$

Odzworowanie FR wyznacza się zazwyczaj na etapie projektowania systemu, tak aby zapewniło ono optymalizację przyjętego wskaźnika jakości Q.

#### 4. Optymalizacja sterowania procesem rekonfiguracji

##### 4.1. Model działania operatora systemu

Działanie operatora systemu polega na dostosowywaniu, w chwilach wystąpienia awarii, bieżących właściwości użytkowych systemu do zapotrzebowań poprzez powoływanie różnych konfiguracji systemu i obejmuje:

- ustalenie dla wyróżnionych chwil  $t_a$  zbiorów dopuszczalnych konfiguracji systemu,
- formowanie ocen i dokonywanie wyboru obowiązujących konfiguracji ze zbiorów dopuszczalnych.

Niech  $KS(t_a)$  oznacza zbiór dopuszczalnych konfiguracji systemu, w chwili  $t_a$  wystąpienia awarii typu  $a \in A$ , przy czym:

$$KS(t_a) = \left\{ KS_m(t_a) \in KS ; m \in M^a \right\},$$

gdzie  $M^a$  - zbiór indeksów elementów zbioru  $KS(t_a)$ .

Zbiór  $KS(t_a)$  dopuszczalnych konfiguracji systemu po wystąpieniu awarii typu  $a \in A$  określa się według następującej reguły:

$$(*) \quad KS(t_a) = \left\{ \begin{array}{l} \left\{ \langle Z(t_a), SP(t_a), D(t_a), ZF(t_a), ZT(t_a) \rangle \in R^a \right\} \text{ jeżeli} \\ \bigcup_{sp \in SP(t_a)} \beta(sp) \supseteq Z(t_a) \wedge \bigcup_{z \in Z(t_a)} \gamma(z) \subseteq D(t_a) \wedge \\ \wedge \left\langle \bigcup_{sp \in SP(t_a)} \beta(sp), \bigcup_{zf \in ZF(t_a)} \gamma(zf) \right\rangle \in R1 \quad \wedge \\ \wedge \langle SP(t_a), ZF(t_a), ZT(t_a) \rangle \in H; \\ \emptyset, \text{ w pozostałych przypadkach.} \end{array} \right.$$

gdzie

$R^a$  - przestrzeń konfiguracji systemu możliwych do utworzenia po wystąpieniu awarii typu  $a$ .

Podstawę oceny każdej konfiguracji jest wskaźnik jakości  $Q$ . Konfiguracją optymalną jest ta, dla której wskaźnik jakości osiąga wartość maksymalną. Konfigurację optymalną ustalają zbiory  $SP(t_a)$ ,  $D(t_a)$ ,  $ZF(t_a)$ ,  $ZT(t_a)$ , tworzące dopuszczalną konfigurację

$KS(t_a)$ , w oparciu o którą istnieje możliwość wykonania pożądanego zbioru zadań  $Z(t_a)$ .

Prostym i racjonalnym kryterium optymalizacji procesu rekonfiguracji KSZD może być użyteczność zbioru stanowisk pracy, uaktywnianych w ramach obowiązującej konfiguracji.

Wartość wskaźnika użyteczności zbioru stanowisk pracy, powołanych w ramach  $m$ -tej konfiguracji,  $m \in M^A$  po wystąpieniu awarii typu  $a \in A$  określić można następująco:

$$a(\pi, t_a) = \frac{\sum_{j \in J(m, a)} \lambda_j \sum_{g \in G(t_a)} \left( \frac{N_j^g(t_a)}{N_j^g} \right) \sum_{d \in D_j(a)} \omega_d}{\sum_{j \in J^B} \lambda_j \sum_{d \in D_j} \omega_d}$$

gdzie:

$J^B$  - zbiór numerów stanowisk pracy wchodzących w skład bazowej (wzorcowej) konfiguracji systemu,

$J(m, a)$  - zbiór numerów stanowisk pracy powołanych w ramach  $m$ -tej konfiguracji po wystąpieniu awarii typu  $a$ ,

$G(t_a)$  - zbiór numerów typów obiektów które powinien obsłużyć system od chwili  $t_a$ ,

$D_j$  - zbiór numerów dyrektyw dostępnych na  $j$ -tym stanowisku pracy,

$D_j(a)$  - zbiór numerów dyrektyw dostępnych na  $j$ -tym stanowisku pracy po wystąpieniu awarii typu  $a$ ,

$N_j^g$  - maksymalna liczba obiektów typu  $g$ , jaka może być zobrazowana na urządzeniach współpracy operator - maszyna na  $j$ -tym stanowisku pracy,

$N_j^g(t_a)$  - liczba obiektów typu  $g$ , jaka może być zobrazowana na  $j$ -tym stanowisku pracy po wystąpieniu awarii typu  $a$ ,

$\lambda_j$  - ważność  $j$ -tego stanowiska pracy,

$\omega_d$  - waga  $d$ -tej dyrektywy.

#### 4.2. Sformułowanie zadania optymalizacji

Dla zadanego zbioru  $KS(t_a)$  rozwiązań dopuszczalnych należy ustalić taką konfigurację systemu o numerze  $m \in M^a$ , aby wskaźnik użyteczności zbioru stanowisk pracy  $Q(m, t_a)$  osiągnął wartość maksymalną.

Tak postawione zadanie optymalizacji można formalnie zapisać następująco:

$$Q(m, t_a) = \max_{m \in M^a} Q(m, t_a)$$

gdzie:

$M^a$  - zbiór indeksów elementów zbioru  $KS(t_a)$ ,

$Q(m, t_a)$  - wskaźnik użyteczności zbioru stanowisk pracy powołanych przez operatora systemu w ramach  $m$ -tej konfiguracji po wystąpieniu awarii typu  $a$ , określony (\*).

#### 5. O sposobie rozwiązania zadania optymalizacji

Rozwiązanie zadania optymalizacji polega na opracowaniu algorytmu, realizacja którego pozwala ustalić optymalną lub suboptymalną konfigurację systemu w sensie przyjętej miary jakości  $Q$ .

Zaprezentowane modele pożądaných właściwości użytkowych systemu, bieżących właściwości użytkowych systemu oraz konfiguracji systemu uwzględniają bardzo silne uwarunkowania realizacyjne. Opis modelu systemu z uwzględnieniem typów zasobów funkcyjnych i technicznych pozwala na przeniesienie modelu do oprogramowania i umożliwia bezpośrednią kontrolę poprawności konfiguracji systemu.

Zakładając, że w KSZD zrealizowane są programowo funkcje identyfikacji awarii, celowe jest, aby realizacja algorytmu dokonywana była w dwóch etapach:

- w pierwszym etapie ustala się zbiór dopuszczalnych konfiguracji systemu  $KS(t_a)$ ,
- w drugim etapie dokonuje się wyboru obowiązującej konfiguracji ze zbioru dopuszczalnego w oparciu o ustalone kryterium.

Pierwsza faza może być zrealizowana na etapie projektowania



systemu. Do realizacji tej fazy można wykorzystać modele konfiguracji systemu i w oparciu o nie opracować algorytm symulacyjny umożliwiający dla każdego typu awarii określenie zbioru dopuszczalnych konfiguracji. Wyniki realizacji algorytmu symulacji można zestawić w postaci tablicy i umieścić w bazie danych systemu. Postać tej tablicy może być następująca:

Numer awarii	1	2	...	a	...	A
Zbiór dopuszczalnych konfiguracji	$KS_1$	$KS_2$		$KS_a$		$KS_A$

Faza druga powinna być realizowana na bieżąco stosunkowo szybko. Realizacja tej fazy sprowadza się do wyznaczenia optymalnej lub suboptymalnej konfiguracji systemu ze zbioru  $KS(t_a)$  i oparta jest na ukierunkowanym, pełnym lub niepełnym przeszukiwaniu zbioru rozwiązań dopuszczalnych.

#### Literatura

- [1]. Będkowski L., Elementy ogólnej teorii diagnostyki technicznej. Dodatek do biuletynu nr 3 (343) Wojskowej Akademii Technicznej, Warszawa 1981.
2. Kapica A., Model informatycznego systemu zarządzania dla potrzeb sterowania właściwościami użytkowymi - Materiały V Konferencji "Cybernetyka w gospodarce morskiej", Sopot - 1985, zeszyt nr 2, tom II s. 74+82.
3. Piasecki S., Teoria organizacji w świetle analizy systemowej jako teoria języka problemowo zorientowanego - Prace IBS PAN, zeszyt nr 82.

mgr inż. Zbigniew SUSKI

## DETEKCJA BŁĘDÓW STRUKTURALNYCH W ŚRODOWISKU OPERACYJNYM PROCESÓW

Typowym zjawiskiem towarzyszącym projektowaniu i produkcji systemów informatycznych jest przekraczanie planowanych kosztów i terminów realizacji projektów oraz niska jakość produkowanego oprogramowania. Główną przyczyną tego zjawiska są błędy projektowe popełnione w różnych fazach cyklu rozwojowego systemów. Znaczna ich część dotyczy tych własności procesów przetwarzania informacji, które nie są zależne od techniki implementacji. Błędy tego typu nazywamy strukturalnymi.

Błędy strukturalne można identyfikować analitycznie pod warunkiem, że projektant dysponowałby odpowiednim modelem strukturalnym, zaimplementowanym w dokumentacji projektowej.

Proponuje się wykorzystać do tego celu dwa typy modeli :

- struktury operacyjne
- sieci Petriego

Struktura operacyjna jest grafem skierowanym dwudzielnym

$$S = \langle \Omega, B, \Theta \rangle$$

gdzie :

$\Omega$  jest zbiorem obiektów funkcjonalnych ;

$B$  jest zbiorem obiektów obszarowych ;

$\Theta = \langle en, ex \rangle$  jest parą relacji  $en \subset B \times \Omega$   
 $ex \subset \Omega \times B$ .

Para obiektów /obszarowy  $\beta$ , funkcjonalny  $\omega$ / jest w relacji  $en$ , jeżeli obiekt obszarowy  $\beta$  jest obszarem argumentów dla obiektu funkcjonalnego  $\omega$ .

Para obiektów /funkcjonalny  $\omega$ , obszarowy  $\beta$ / jest w relacji  $ex$ , jeżeli obiekt obszarowy  $\beta$  jest obszarem wyników dla obiektu funkcjonalnego  $\omega$ .

Jak można się zorientować, przedstawiony aparat umożliwia opis tylko i wyłącznie struktury projektowanego systemu. Brak w nim możliwości opisu przebiegów realizowanych w takiej strukturze.

Sterowanie przebiegami w strukturze operacyjnej definiuje się w oparciu o rachunek zdarzeń. Sposobem formalnego ujęcia relacji przyczynowej między parą zdarzeń jest implikacja zdarzeniowa im

$$E_j \in \text{im} (E_i)$$

ozn. skutkiem zdarzenia  $E_i$  jest zdarzenie  $E_j$ .

Implikacje im nazywamy implikacją ze skutkiem natychmiastowym.

Oznacza to, że zdarzenia  $E_i$ ,  $E_j$  występują w tej samej chwili dyskretnego czasu, ale w kolejności wynikającej z relacji przyczyny do skutku /przyczyna poprzedza skutek/.

Innym rodzajem implikacji zdarzeniowej jest implikacja ze skutkiem przesuniętym im /przyczyna wyprzedza skutek o czas  $\Delta t > 0$ /.

Operacje obiektów funkcjonalnych sterowane są czterema standardowymi zdarzeniami: otwarciem  $\text{opn}[\omega]$ , zawieszeniem  $\text{ssp}[\omega]$ , wznowieniem  $\text{res}[\omega]$ , zamknięciem  $\text{cls}[\omega]$ .

Skutkiem zdarzenia  $\text{opn}[\omega]$  mogą być również zdarzenia polegające na zmianie wartości logicznej pewnych warunków zwanych warunkami sterującymi. Można tutaj wykorzystać tzw. implikację potencjalną  $\hat{\text{im}}$ .

Zapis  $E_j \in \hat{\text{im}} (E_i)$  oznacza, że zdarzenie  $E_j$  może /ale nie musi/ pojawić się jako skutek zdarzenia  $E_i$ .

Do reprezentowania implikacji zdarzeniowych proponuje się zastosować aparat sieci Petriego.

Formalnie sieć Petriego definiuje się czwórka

$$N = \langle P, T, f, M_0 \rangle$$

gdzie:

P jest zbiorem wierzchołków zwanych miejscami;

T jest zbiorem wierzchołków zwanych przejściami;

f jest relacją incydentności:  $f \subset P \times T \cup T \times P$ ;

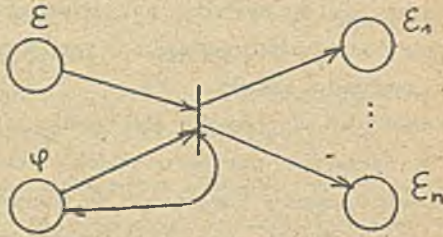
$M_0$  jest funkcją znakowania początkowego sieci.

Reguły sterowania przebiegami zapisane w postaci implikacji zdarzeniowych można w prosty sposób odwzorować w sieć Petriego.

Odwzorowanie to przedstawione zostało na rys. 1, 2, 3.

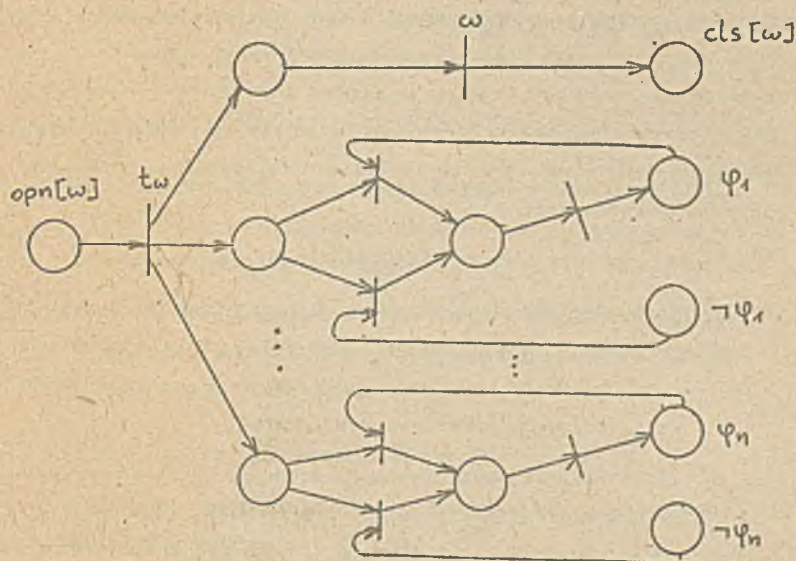
Po zamodelowaniu w postaci sieci Petriego każdej implikacji zdarzeniowej, łączymy skonstruowane sieci w całość i ustawiamy znakowanie początkowe.

$$\text{im}(\xi * \varphi) = \{\xi_1, \dots, \xi_n\}$$



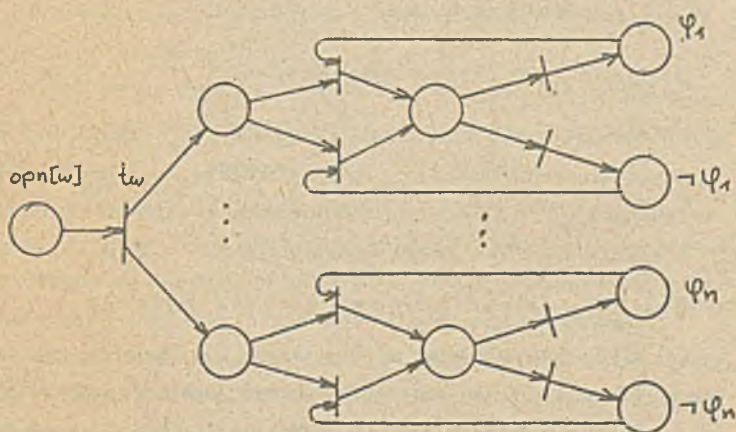
Rys. 1. Odwzorowanie implikacji ze skutkiem natychmiastowym w sieć Petriego

$$\tilde{im}(opn[\omega]) = \{cls[\omega], \varphi_1, \dots, \varphi_n\}$$



Rys. 2. Odwzorowanie implikacji ze skutkiem przesuniętym w sieć Petriego.

$$\hat{im}(opn[\omega]) = \{\varphi_1, \dots, \varphi_n\}$$



Rys. 3. Odwzorowanie implikacji potencjalnej w sieć Petriego.

Dysponując tak określonym modelem systemu można sformułować formalne kryteria jego poprawności, a następnie rozstrzygnąć je opierając się na metodach analizy struktur operacyjnych i sieci Petriego. W niniejszym referacie kryteria te zostaną sformułowane w sposób werbalny, gdyż sformułowania formalne wymagałyby wprowadzenia definicji szeregu dodatkowych pojęć, co spowodowałoby nadmierną rozbudowę objętości opracowania:

### 1. Zawartość struktury operacyjnej

- a/ Zbiór obiektów obszarowych nie będących obszarami wyników dla żadnego obiektu funkcjonalnego /tzw. domknięcie wejścia struktury operacyjnej/ musi zawierać się w specyfikacyjnym wejściu danych /przyjmowanych arbitralnie/.
- b/ Zbiór obiektów obszarowych nie będących obszarami argumentów dla żadnego obiektu funkcjonalnego /tzw. domknięcie wyjścia struktury operacyjnej/ musi zawierać się w specyfikacyjnym wyjściu danych /przyjmowanym arbitralnie/.
- c/ Ze specyfikacyjnych wejść danych muszą być potencjalnie osiągalne specyfikacyjne wyjścia danych. Czyli w strukturze operacyjnej musi istnieć droga od specyfikacyjnych wejść do specyfikacyjnych wyjść danych.

### 2. Spójność struktury operacyjnej

Każdy obiekt funkcjonalny i obszarowy potencjalnie bierze udział w przetwarzaniu zawartości któregoś z obszarów specyfikacyjnego wejścia danych lub w wytwarzaniu zawartości któregoś z obszarów specyfikacyjnego wyjścia danych.

### 3. Słaba zawartość środowiska operacyjnego

- a/ Każde specyfikacyjne wejście danych jest obszarem argumentów przynajmniej dla jednego obiektu funkcjonalnego spośród obiektów aktywowanych w czasie przynajmniej jednego przebiegu.

- b/ Każde specyfikacyjne wyjście danych jest obszarem wyników przynajmniej dla jednego obiektu funkcjonalnego spośród obiektów, aktywowanych w czasie przynajmniej jednego przebiegu.

#### 4. Silna zwartość środowiska operacyjnego

- a/ Każde specyfikacyjne wejście danych, w każdym przebiegu jest obszarem argumentów dla przynajmniej jednego aktywowanego obiektu funkcjonalnego.
- b/ Każde specyfikacyjne wyjście danych, w każdym przebiegu jest obszarem wyników dla przynajmniej jednego aktywowanego obiektu funkcjonalnego.

#### 5. Słaba spójność środowiska operacyjnego

Każdy obiekt funkcjonalny jest aktywowany przynajmniej w jednym przebiegu.

#### 6. Silna spójność środowiska operacyjnego

W każdym przebiegu aktywowane są wszystkie obiekty funkcjonalne.

Oczywiście są to tylko kryteria przykładowe. W miarę potrzeb można formułować inne.

Należy sobie zdawać sprawę z faktu, że algorytmy weryfikacji przedstawionych kryteriów są bardzo pracochłonne i w sposób ręczny praktycznie nie realizowalne.

Niniejsze spostrzeżenie legło u podstaw projektu systemu CYWAT.

W skład systemu CYWAT wchodzi: język opisu struktury i sterowania projektowanego systemu, procedury weryfikacji przedstawionych kryteriów oraz procedury sporządzania dokumentacji projektowej.

Na podstawie zdań umieszczonych w specjalnych formularzach źródłowych tworzona jest baza danych projektu zawierająca model badanego systemu w postaci struktury operacyjnej i sieci Petriego.

Formularze te wzorowane są w pewnej mierze na języku PSL.

Przykłady formularzy przedstawione są poniżej.

Formularz definiowania obiektów funkcjonalnych :

1. OBIEKT FUNKCJONALNY podwozie ;
2. OPIS wyznacza siły i momenty pojawiające się wskutek styku kół podwozia z ziemią ;
3. FUNKCJA CHRONOMETRAŻOWA 0.760 ms ;
4. PRODUKUJE faxw, fayw, mayw, mazw  
NA PODSTAWIE v, fzww, s5, fo, mi1, mi2;
5. W 0.65 ms AKTYWNOŚCI OBIEKTU WARUNEK STERUJĄCY  
got-pod PRZYJMUJE WARTOŚĆ LOGICZNĄ prawda.

Formularz definiowania obiektów obszarowych :

1. OBIEKT OBSZAROWY fo ;
2. OPIS określa wartość współczynnika stanu nawierzchni lotniska ;
3. JEST WEJŚCIEM SPECYFIKACYJNYM.

Formularz definiowania zdarzeń zewnętrznych :

1. ZDARZENIE ZEWNĘTRZNE pocz - cykl ;
2. OPIS określa początek cyklu obliczeniowego ;
3. JEST TO ZEWNĘTRZNE ZDARZENIE SPRAWCZĘ.

Formularz definiowania warunków sterujących :

1. WARUNEK STERUJĄCY got - pod ;
2. OPIS wartość logiczna prawda określa nowe wartości s11 i momentów od podwozia zostały wypracowane i są dostępne.
3. POCZĄTKOWA WARTOŚĆ LOGICZNA nieprawda.



Formularz definiowania procesów :

1. PROCES cykl obliczeniowy ;
2. OPIS wyznacza nowe położenie samolotu ;
3. SKŁADA SIĘ Z otoczenie, podwozie, aerodynamika, napęd,  
dynamika ;
4. INICJOWANY PRZEZ pocz - cykl ;
5. ZAKONCZONY PRZEZ koniec - cykl ;
6. WEJŚCIE SPECYFIKACYJNE fo, mi1, mi2, tho, pho, dl, dk,  
dw, gsl, gsp ;
7. WYJŚCIE SPECYFIKACYJNE rh, rv, rpsi, rte, rfi, rx, ry ;
8. SKUTKIEM ZDARZENIA pocz - cykl ;  
JEST opn otoczenie ;  
SKUTKIEM ZDARZENIA end [ otoczenie ]  
SA opn [ podwozie ] , opn [ aerodynamika ] , opn [ napęd ] ;  
:  
SKUTKIEM ZDARZENIA end [ dynamika ]  
JEST koniec - cykl ;

Procedury weryfikacji kryteriów analizują model zapisany w bazie danych i sporządzają odpowiednie raporty diagnostyczne. Procedury sporządzania dokumentacji projektowej nie zostały jeszcze opracowane. System CYWAT zrealizowany został na minikomputerze SM-4. Wykorzystano w nim system DATATRIEVE.

S P I S T R E Ś C I

Str.

Cz. I REFERATY WYGLĄSZANE

1. K. BADŹMIROWSKI	"Kierunki rozwoju metod i środków informatyki w kraju w latach 1986-1990" .....	7
2. A. BARCZAK	"Komputerowe gry wojenne, projektowanie i wykorzystanie" .....	47
3. J. BOROWIAK	"Problemy związane z utrzymaniem pełnej zdolności użytkowej urządzeń wchodzących w skład zestawu EMC ODRA-1305" .....	63
4. M. CIECIURA, G. KOZAKIEWICZ, E. KUŚNIERZ	"Doświadczenia z eksploatacji systemów wspomagających działalność orzeczniczo-lekarską personelu latającego" .....	77
5. C. FLANEK	"Rola użytkownika w procesie projektowania i wdrażania systemów informatycznych" .....	81
6. K. GŁĄB	"XXV-lecie rozwoju informatyki i jej zastosowań w siłach zbrojnych PRL" .....	96
7. R. GŁĄB	"Problemy zastosowania mikrokomputerów w dydaktyce" .....	108
8. J. IWANIAK, L. KOWALSKI, J. PISKORZ, L. ŻUREK	"Informatyka w terytorialnym systemie kierowania siłami zbrojnymi i efektywność zastosowań" .....	117
9. S. JAROSIŃSKI	"Stan aktualny i tendencje rozwojowe architektury komputerów cyfrowych" .....	133

10. E. KASPRZAK W. SKURZAK	"Aktualny stan i tendencje rozwojowe oprogramowania podstawowego" .....	163
11. S. KLASSEK, R. KUJSZCZYK	"Zastosowania techniki mikroprocesorowej w trenażerach załóg BWP" .....	181
12. J.L. KULIKOWSKI	"Systemy ekspertowe - stan obecny i perspektywy rozwojowe" ...	190
13. W. OSZYWA, M.KARPETA	"Zastosowanie mikroprocesorów w sprzęcie łączności" .....	212
14. A. SOKOŁOWSKI	"Analiza oceny ochrony informacji w systemach informatycznych" .....	224
15. B. SZAFRAŃSKI	"Systemy baz danych, tendencje rozwoju i oceny" .....	241
16. B. URBAŃSKI, R. TOMZIK	"Organizacja eksploatacji sprzętu komputerowego a problemy niezawodności i efektywności systemów informatycznych" .....	255
17. W.M. TURSKI	"Tendencje rozwoju metod i środków informatyki użytkowej" ....	267
18. P. ZASKÓRSKI	"Przegląd metod projektowania systemów informatycznych zarządzania" .....	295

CZ. II REFERATY ZGŁOSZONE DO MATERIAŁÓW KONFERENCYJNYCH

1. S. BARTOSZCZE, M. MALESZKO, Z. PRYCIASZEK	"Stan aktualny i perspektywy informatyzacji wojskowych zakładów motoryzacyjnych Nr 4" .....	319
2. M. CIECIURA, W. KUZAK	"Konwersacyjny system analizy matematyczno-statystycznej danych biomedycznych - CMS" .....	332
3. K. FRĄCZKOWSKI	"Komputery szóstej generacji w świetle badań biocybernetycznych" .....	348

4. A. KAWECKI	"Doświadczenia z wdrażania i eksploatacji systemu operacyjnego GEORGE-3 w ZI WOW" .....	365
5. M. KEMPKA, J. MARASEK	"Charakterystyka rozwoju procesu projektowania wojskowych systemów informatycznych w ujęciu praktycznym" .....	372
6. G. KONOPACKI	"Wiarygodność danych wejściowych do systemu informatycznego" ...	388
7. K. KOZIEROWSKI	"NIMBUS, system zbierania, selekcji i dyslokacji depesz meteorologicznych" .....	403
8. Z. KUDIURA	"Informatyzacja dołowych ogniw kierowania na bazie doświadczeń dywizyjnego ośrodka przetwarzania danych" .....	407
9. Z. PRYCIASZEK, J. KRYWENKO	"Komputerowe wspomaganie procesu projektowania systemów informatycznych na bazie wykorzystania pakietu PSL/PSA oraz rozwiązań własnych" .....	414
10. J. RAJZER	"Optymalizacja planowania eksploatacji sprzętu czołgowo-samocho- dowego na szczeblu centralnym z zastosowaniem mikrokomputerowego wspomagania" .....	431
11. P. SIENKIEWICZ	"Wojskowe zastosowania analizy systemowej" .....	419
12. A. SOBCZAK	"Proces projektowania systemów informatycznych jako przedmiot analizy systemowej" .....	463

13. J. STANIK	"Sterowanie rekonfiguracją komputerowego systemu zautomatyzowanego dowodzenia" .....	479
14. Z. SUSKI	"Detekcja błędów strukturalnych w środowisku operacyjnym procesów" .....	490

