

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO

IM. GENERAŁA BRONI KAROLA ŚWIERCZEWSKIEGO

Do użytku służbowego

POUFNE

Egz. nr 4

BIBLIOTEKA GŁÓWNA - ARCHIWUM
Nr ewid. 1577

Mjr mgr inż. Józef BUCZYŃSKI
Mjr mgr inż. Andrzej KALINOWSKI

ANALIZA SYSTEMOWA ROZWOJU INFORMATYKI W SIŁACH ZBROJNYCH

Rozprawa doktorska

BIBLIOTEKA GŁÓWNA - ARCHIWUM
Nr ewid.
Akademia Obrony Narodowej
12065

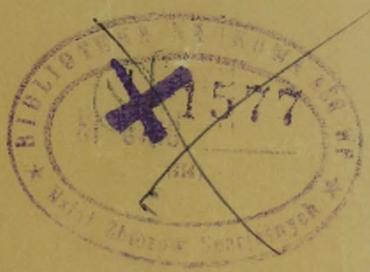
WARSZAWA GRUDZIEŃ 1983



AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO

IM. GENERAŁA BRONI
KAROLA ŚWIERCZEWSKIEGO

Do użytku służbowego
POUFNE
Egz. nr 4



Mjr mgr inż. Józef BUCZYŃSKI
Mjr mgr inż. Andrzej KALINOWSKI

ANALIZA SYSTEMOWA ROZWOJU INFORMATYKI W SIŁACH ZBROJNYCH

Rozprawa doktorska



12065

WARSZAWA GRUDZIEŃ 1983

A K A D E M I A S Z T A B U G E N E R A L N E G O W P

im. gen.broni Karola Świerczewskiego

Do użytku służbowego
POUFNE

Prakt. Prot. 779/21.08.95

Egz.nr 4

mjr mgr inż. Józef BUCZYŃSKI
mjr mgr inż. Andrzej KALINOWSKI

BIBLIOTEKA NAUKOWA AON WP
Nr inw. 4577
Dział Zbiorów Specjalnych

ANALIZA SYSTEMOWA ROZWOJU INFORMATYKI W SIŁACH ZBROJNYCH

Rozprawa doktorska

BIBLIOTEKA GŁÓWNA - ARCHIWUM
Nr ewid. 12065
Akademii Obrony Narodowej

WARSZAWA PAŹDZIERNIK 1983 R.

S P I S T R E Ś C I

str.

WPROWADZENIE 6

ROZDZIAŁ 1 - PODSTAWY ANALIZY SYSTEMOWEJ ROZWOJU INFORMATYKI W SIŁACH ZBROJNYCH 19

1.1. Zasady modelowania systemowego 19

1.2. Wstępna analiza identyfikacyjna 32

1.2.1. Opis identyfikacyjny systemu obrony państwa 33

1.2.2. Opis identyfikacyjny sił zbrojnych 38

1.2.3. Opis identyfikacyjny systemu kierowania SZ 44

ROZDZIAŁ 2 - MODEL IDENTYFIKACYJNY OBIEKTU BADAŃ 55

2.1. Opis identyfikacyjny systemu informacyjnego SZ 55

2.1.1. Własności funkcjonalne 56

2.1.2. Podstawowe elementy 57

2.2. Opis identyfikacyjny systemu informatyzacji SZ 62

2.2.1. Własności funkcjonalne 63

2.2.2. Podstawowe elementy 65

2.3. Modelowanie 66

2.3.1. Model identyfikacyjny systemu informacyjnego SZ 66

2.3.2. Model identyfikacyjny systemu informatyzacji SZ 67

ROZDZIAŁ 3 - MODEL FORMALNY OBIEKTU BADAŃ 73

3.1. Model relacyjny systemu informacyjnego 73

3.1.1. Skład systemu 73

3.1.2. Relacje strukturotwórcze 76

3.1.2.1. Relacja hierarchii 76

3.1.2.2. Relacja kompetencji 78
3.1.2.3. Relacja komplementarności 80
3.1.2.4. Relacja zabezpieczenia 83
3.1.3. Relacja powierzchni 86
3.2. Model relacyjny systemu informatyzacji 90
3.2.1. Skład systemu 90
3.2.2. Relacje strukturotwórcze 92
3.2.2.1. Relacja kierowania 92
3.2.2.2. Relacja technologiczna 96
3.2.2.3. Relacja eksploatacyjna 99
3.2.3. Relacje powierzchni 102
3.3. Obszar koniunkcji 106
3.4. Czas systemowy 109
3.4.1. Czas własny systemu 109
3.4.2. Przestrzeń czasowa systemu 111
3.5. Stan systemu 113
3.5.1. Cechy strukturalne systemu 115
3.6. Charakterystyki strukturalne systemu 120
3.7. Procesy 121
ROZDZIAŁ 4 - MODELOWANIE ROZWOJU SYSTEMU INFORMATYZACJI 127
4.1. Cechy strukturalne systemu 127
4.2. Charakterystyki strukturalne systemu .. 132
4.3. Procesy systemu 134
4.3.1. Procesy klasy repertuaru centralny organ systemu 135
4.3.2. Procesy klasy repertuaru organów sztabowych systemu 141
4.3.3. Procesy klasy repertuaru organów wykonawczych systemu 150
4.3.4. Procesy jednorodne 163

4.3.5. Procesy klasy repertuaru techniki komputerowej systemu 166

4.3.6. Procesy klasy repertuaru rozwiązań informatycznych 180

4.3.7. Pełny proces systemu 193

4.4. Rozwój systemu 194

4.4.1. Wskaźniki dynamiki rozwoju systemu 197

ROZDZIAŁ 5 - KOMPUTEROWY SYSTEM ANALIZY ROZWOJU INFORMATYKI 202

5.1. Założenia modelowe i projektowe 202

5.1.1. Główne cele systemu KSAR 204

5.1.2. Zakres tematyczny 206

5.2. Koncepcja BANKU DANYCH "ROZWÒJ" 207

5.2.1. Schemat BANKU DANYCH "ROZWÓJ" 209

5.3. Koncepcja bazy procedur /metod/ prognostycznych KSAR 221

5.4. Organizacja systemu KSAR 233

5.4.1. Warstwa operacyjna 234

5.4.2. Warstwa użytkowa 235

5.5. Program komputerowy 238

5.6. Przykład wykorzystania programu 240

ROZDZIAŁ 6 - STAN SYSTEMU INFORMATYZACJI SIŁ ZBROJNYCH 270

ZAKOŃCZENIE 279

LITERATURA 285

W P R O W A D Z E N I E

Pod wpływem najnowszych osiągnięć nauki i techniki, dokonują się głębokie przemiany i przeobrażenia w sztuce i technice wojennej, a zwłaszcza pojawiają się nowe środki przeznaczone do prowadzenia walki zbrojnej.
Do podstawowych rodzajów nowoczesnej techniki wojskowej zalicza się przede wszystkim:

- broń nuklearną,
- pociski międzykontynentalne i eurostrategiczne,
- samoloty uzbrojone w kierowane pociski rakietowe,
- śmigłowce szturmowe,
- poduszkowce,
- bojowe wozy piechoty,
- przeciwpancerne i przeciwlotnicze kierowane pociski rakietowe,
- sprzęt noktowizyjny,
- sprzęt laserowy,
- broń radiacyjna,
- broń WRE.

Wymienione środki walki charakteryzują się jakościowo nowymi parametrami taktyczno-technicznymi i właściwościami bojowymi, o czym decyduje wysoki poziom wymogów konstrukcyjnych i założeń eksploatacyjnych. Jednocześnie gruntowne przeobrażenia zachodzą w tzw. klasycznej technice wojskowej. Dzięki jej intensywnemu doskonaleniu, osiągane parametry taktyczno-techniczne w pełni odpowiadają wymogom współczesnego pola walki. Przykład: nowoczesny czołg T-72 posiada znacznie ulepszone parametry w stosunku do czołgu T-34 z okresu II wojny światowej.

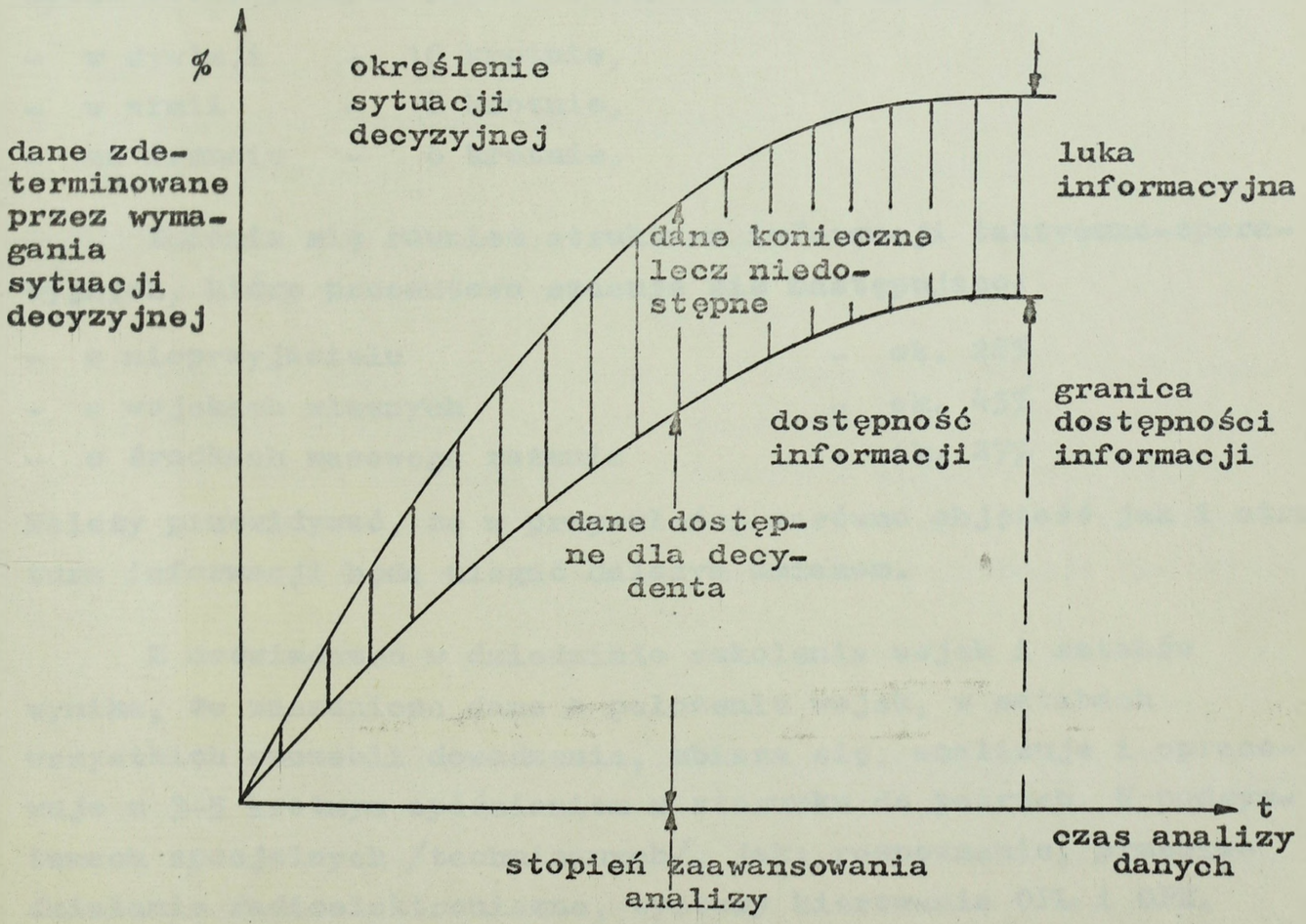
Te nowe jakościowo okoliczności sprawiły, że między współczesnymi możliwościami sił i środków walki, a tradycyjnymi środkami i metodami kierowania /dowodzenia/ wojskami pojawiło się szereg rozbieżności.

Nowoczesna technika wojskowa wywiera decydujący wpływ na sposób prowadzenia działań bojowych. W związku z tym, współczesne sposoby prowadzenia walki zbrojnej nie tylko się zmieniają, lecz również stają się coraz bardziej złożone i różnorodne. Charakter i rozmach przewidywanych działań bojowych, częste i szybkie zmiany sytuacji na polu walki, wynikające z możliwości szerokiego użycia broni masowego rażenia oraz nowoczesnej broni konwencjonalnej powodują, że dotychczasowe środki i metody kierowania nimi, nie w pełni odpowiadają wymaganiom stawianym kierowaniu współczesną operacją lub walką.

Podobnie, w działalności wojskowych organów kierowania w okresie pokoju, występują także coraz większe trudności w zakresie efektywnego kierowania procesami przygotowania sił zbrojnych do realizacji koalicyjnych zadań obronnych i obrony terytorium kraju. Spowodowane jest to między innymi zwiększającą się liczbą i złożonością zadań wojska w obliczu zmian zachodzących w sytuacji politycznej i militarnej na świecie oraz uwarunkowaniami ekonomicznymi.

Postęp w działalności bojowej wojsk spowodował między innymi znaczny przyrost informacji w sferze kierowania /dowodzenia/ wyrażający się gwałtownym wzrostem ilości danych niezbędnych do podjęcia decyzji. Ogromna ilość napływających i często dublujących się strumieni informacji, przedstawianych w różnorodnej postaci dokumentów informacyjnych /planistycznych, rozkazodawczych, sprawozdawczych/, których przetworzenie i właściwe wykorzystanie wymaga dużego nakładu pracy manualnej - niejednokrotnie przekraczającej możliwości poszczególnych sztabów, powoduje duże opóźnienia w przygotowaniu danych niezbędnych do podjęcia decyzji, tym samym zmniejszając ich wartość pod względem aktualności, dokładności, wiarygodności i przydatności. Sytuacja ta wpływa niekorzystnie na jakość podejmowanych decyzji a w konsekwencji na skutki operacyjno-taktyczne lub polityczne i gospodarczo-obronne wynikłe z ich podjęcia.
Powstaje znaczna przewaga ilościowa informacji nad potencjalnymi możliwościami ich przetworzenia. Lecz sedno sprawy tkwi nie tylko we wzroście objętości informacji, ale przede wszystkim

w tym, że informacje te nadzwyczaj szybko się "starzeją", dezaktualizuje się ich wartość informacyjna.
Tymczasem do podjęcia decyzji dowódcy każdego szczebla potrzebne są tylko dane aktualne, dokładnie odzwierciedlające rzeczywistą sytuację na polu walki.
W procesie decyzyjnym powstaje zatem zjawisko tzw. luki informacyjnej, która nie może przekraczać pewnej wartości granicznej, kiedy podejmowane decyzje mieszczą się jeszcze w ramach dopuszczalnego ryzyka wykonania zadania. Decyzje podejmowane są zawsze w warunkach niepełnej informacji, a zatem i niepełnej znajomości stanu obiektu /obszaru, dziedziny/, której ta decyzja dotyczy; należy zawsze uwzględnić określony stopień ignorancji problemu [35] .
Nie można dopuścić, by tzw. luka informacyjna na kolejnych szczeblach dowodzenia była zbyt szeroka, co może spowodować, że reakcja na zaistniałą sytuację będzie spóźniona lub niedostatecznie przygotowania i nie w pełni skuteczna.



Schemat ilustrujący lukę informacyjną

Uzupełnieniem powyższych rozważań a zarazem ich ilustracją są dane, charakterystyczne dla współczesnych działań bojowych wojsk [145].

W okresie natężonych działań bojowych organy dowodzenia mogą otrzymywać informacje o wojskach własnych z następującą intensywnością:

- na SD dywizji - do 8000 słów na godzinę,
- na SD armii - do 40000 słów na godzinę.

Jednocześnie z różnych rodzajów rozpoznania napływają informacje o nieprzyjacielu z intensywnością:

- na SD dywizji - 2400 ÷ 5300 słów na godzinę,
- na SD armii - 4200 ÷ 9000 słów na godzinę.

Informacje te nie zawsze docierają do adresata i nie są w pełni uwzględniane w toku podejmowania decyzji, gdyż tradycyjnymi metodami, komórki sztabowe nie są w stanie na czas je przetworzyć.

W porównaniu z okresem II wojny światowej objętość informacji otrzymywanych przez sztaby wzrosła, np.:

- w dywizji - 10 krotnie,
- w armii - 8 krotnie,
- na froncie - 6 krotnie.

Zmienia się również struktura informacji taktyczno-operacyjnych, które procentowo szacuje się następująco:

- o nieprzyjacielu - ok. 28%
- o wojskach własnych - ok. 45%
- o środkach masowego rażenia - ok. 27%

Należy przewidywać, że w przyszłości zarówno objętość jak i struktura informacji będą ulegać dalszym zmianom.

Z doświadczeń w dziedzinie szkolenia wojsk i sztabów wynika, że zasadnicze dane o położeniu wojsk, w sztabach wszystkich szczebli dowodzenia, zbiera się, analizuje i opracowuje z 3-5 krotnym opóźnieniem w stosunku do potrzeb. W podsystemach specjalnych /technicznych/, jak: rozpoznanie, przeciwdziałanie radioelektroniczne, systemy kierowania OPL i OPK, opóźnienia te dochodzą nawet do 10÷12 krotnych.

Ocenia się, że czas zużywany na opracowanie informacji i przekazanie ich w formie wniosku do decyzji dowódcy jest za długi, co powoduje, że informacje te tracą na aktualności, a podejmowane decyzje są mało adekwatne do wymogów sytuacji operacyjno-taktycznej. Na przykład, dla opracowania i przekazania informacji rozpoznawczych zużywa się następującą ilość czasu:

- w dywizji - informacje b.pilne - 20 min.
  - informacje pilne - 30÷40 min.
- w armii - informacje b.pilne - 35 min.
  - informacje pilne - 120÷180 min.

Jednocześnie obserwuje się zjawisko małej wydajności źródeł informacji w stosunku do wymagań i potrzeb decydentów, z tych źródeł korzystających. Na przykład w wojskach OPK wymagana ilość meldunków jaką należy przekazać z posterunku radiolokacyjnego do organu decyzyjnego powinna wynosić 120÷240 meldunków/min., a realna osiągalna wydajność wynosi 6-8 meldunków/min. Czas przekazywania danych o celu powietrznym od momentu wykrycia do przekazania meldunku na SD wynosi:

- na szczeblu taktycznym - 2,5 min.,
- na szczeblu taktyczno-operacyjnym - 4 min.,
- na centralnym SD - 5 min.

Zgodnie z wymaganiami czasy te powinny odpowiednio wynosić: 15 sekund, 30 sekund i 6 sekund.

Stąd też najistotniejszym problemem w procesach informacyjno-decyzyjnych jest usunięcie rozbieżności między zwiększającym się czasem niezbędnym na zebranie i opracowanie informacji potrzebnych do podjęcia decyzji przez dowódcę, a koniecznością skracania czasu reakcji na zaistniałą sytuację decyzyjną.

Sprzeczności narosłe w procesie kierowania rozwiązać można różnymi drogami. Należy jednak zwrócić uwagę na fakt, że postęp w doskonaleniu coraz bardziej złożonych systemów kierowania na drodze usprawniania struktur organizacyjnych, funkcjonalnych a także informacyjnych tradycyjnymi metodami i środkami, nie spowodował dotychczas zasadniczych zmian

jakościowych. W dalszym ciągu bowiem nie udało się w pełni zlikwidować dysproporcji między możliwościami sił i środków nowoczesnej armii a efektywnością kierowania nimi.

Poszukiwania w dziedzinie usprawniania wojskowych systemów kierowania prowadzone są jednocześnie w kilku wzajemnie powiązanych płaszczyznach, takich jak:

- doskonalenie struktury organizacyjnej i funkcjonalnej organów kierowania,
- doskonalenie struktur, procesów i systemów informacyjnych w systemach kierowania,
- doskonalenie technicznych środków kierowania,
- doskonalenie metod kierowania,
- doskonalenie kadr dowódczo-sztabowych i specjalistycznych.

Spośród wszystkich wymienionych płaszczyzn usprawnień, największe możliwości tkwią potencjalnie w doskonaleniu struktur organizacyjnych i funkcjonalnych ogniw kierowania oraz ich systemów informacyjnych. Wynika to z rangi jaką procesy informacyjne - zbierania, przechowywania, przetwarzania oraz przesyłania informacji - odgrywają w sprawnym funkcjonowaniu systemu kierowania oraz z faktu, że w przeważającej większości tradycyjne struktury organów kierowania są nieprzystosowane do bezpośredniego wdrożenia nowoczesnych metod i środków usprawniających ich pracę. Doskonalenie realizacji procesów informacyjnych przy wykorzystaniu metod i środków jakie dostarcza informatyka określa się mianem informatyzacji systemów kierowania /SK/. Informatyka należy do stosunkowo młodych sfer działania a jednocześnie spełnia stymulującą rolę wobec innych dziedzin nauki, techniki i gospodarki, kształtując informacyjną "infrastrukturę" tych dziedzin. Jej ogromne znaczenie we współczesnym świecie porównywane jest do rewolucyjnych zmian spowodowanych wynalazkiem druku czy wynalezieniem i rozpowszechnieniem maszyny parowej, silnika spalinowego i elektrycznego.

Wśród powszechnie przyjętych opinii i ocen na ten temat, znamienna wydaje się następująca wypowiedź: "metody informatyczne są pomostem umożliwiającym wejście w nowy etap rozwoju

społeczeństw - w cywilizację informacyjną. Kraj, który nie potrafi zbudować takiego pomostu, zacznie odgrywać w przyszłości służebną rolę wobec prominentów. Nie ma innej alternatywy. Przy tak gwałtownym rozwoju /urbanistycznym, demograficznym, naukowym etc./ społeczeństwa nie mogą rezygnować ze środków nowoczesnej techniki informacyjnej"[x/].

Wychodząc z instrumentalnego traktowania informatyki jako dziedziny usługowej, jej szeroki zakres przedmiotowy można z powodzeniem zawęzić do dwóch podstawowych działów: podstaw informatyki oraz inżynierii systemów informatycznych [115]. Podstawy informatyki obejmują wszelkie dyscypliny naukowe z zakresu informatyki teoretycznej. Zaliczamy do nich między innymi:

- teorię systemów liczących,
- teorię programowania,
- teorię struktur danych,
- teorię systemów informatycznych,
- teorię informacji,
- teorię procesu przetwarzania informacji.

Inżynieria systemów informatycznych to całokształt metod i technik tworzenia systemów informatycznych - optymalnych w sensie przyjętych kryteriów zaspokajania potrzeb użytkowych. Obejmuje ona:

- analizę systemową obiektów informatyzacji,
- metody i techniki projektowania systemów informatycznych,
- inżynierię programowania /całokształt metod projektowania programów/,
- analizę efektywności systemów informatycznych.

Doskonalenie systemu kierowania sił zbrojnych przy wykorzystaniu środków i metod informatyki prowadzone jest we wszystkich dziedzinach jego działalności. Jest ono ukierunkowane

---

x/ Zob. W.Turski [122].

na usprawnienie funkcjonowania systemów informacyjnych poprzez automatyzację procesów informacyjnych w nich zachodzących, w tych obszarach zastosowań gdzie jest to w pełni uzasadnione potrzebami operacyjnymi i względami ekonomicznymi.

Informatyzacja systemu kierowania sił zbrojnych przebiega z uwzględnieniem istniejących struktur organizacyjno-funkcjonalnych w sferze trzech wzajemnie powiązanych systemów informacyjnych:

- terytorialnym okresu "P",
- polowym,
- terytorialnym okresu "W".

Systemy te tworzą obecnie właściwie jedną całość, charakteryzują się pewnymi wzajemnymi zależnościami i określonymi powiązaniami, szczególnie podczas rozwijania tych systemów w okresie zagrożenia i wojny. Jednak poszczególne systemy działając w różnym czasie i w odmiennych warunkach posiadają pewną specyfikę pozwalającą i wymagającą, aby rozpatrywać je w sposób względnie odosobniony [141].
Na podkreślenie zasługują przede wszystkim istotne różnice między podstawowymi elementami tych systemów np. w strukturze zadań, strukturze organizacyjnej i funkcjonalnej organów dowodzenia i ich przestrzennym rozmieszczeniu.

W rozległej sferze informatyzacji systemu kierowania wyróżnia się w szczególności następujące charakterystyczne obszary usprawnień obejmujące:

1. Informatyzację procesów dowodzenia i zarządzania w zakresie:
   - polowego systemu dowodzenia wojskami,
   - zautomatyzowanych systemów dowodzenia rodzajów sił zbrojnych,
   - terytorialnego systemu kierowania.
2. Informatyzację procesów kierowania środkami walki.
3. Informatyzację prac naukowo-badawczych, projektowo-inżynierskich, procesów dydaktyczno-szkoleniowych.

Informatyzacja procesów dowodzenia i zarządzania praktycznie sprowadza się do projektowania, wdrażania i eksploatacji systemów informatycznych będących kompleksem urządzeń, metod, procedur i programów przeznaczonych do wspomagania kierowniczej działalności dowódcy i sztabu, dzięki skróceniu czasu realizacji procesów kierowania, a tym samym zwiększeniu szybkości reagowania na zaistniałe zmiany sytuacji operacyjnej lub gospodarczej.

Informatyzacja procesów kierowania środkami walki jest specyficzną dziedziną zastosowań polegającą na wprzęgnięciu techniki informatycznej /najczęściej specjalizowanych komputerów/ do automatyzacji przebiegu procesów przygotowania i bojowego wykorzystania tych środków. Procesy kierowania środkami walki przebiegają w sposób automatyczny, tj. z ograniczonym udziałem dowódcy. Jego rola zaś sprowadza się przede wszystkim do nadzorowania realizacji funkcji systemu.

W obszarze prac naukowo-badawczych i projektowo-inżynierskich informatyzacją objęty jest rozległy repertuar zrutynizowanych procedur i obliczeń naukowo-technicznych. Dzięki wykorzystaniu komputera w charakterze szybkiego i sprawnego "rachmistrza", praca projektanta bądź naukowca wykonana zostaje bardziej precyzyjnie. Gwarantuje się uzyskanie dokładniejszych wyników obliczeń w niewspółmiernie krótszym czasie.

Informatyka wykorzystywana jest szeroko w procesach szkoleniowo-dydaktycznych. W tej dziedzinie główny wysiłek skierowany jest na odpowiednie przygotowanie kadry wojskowej do wykorzystywania metod i środków informatyki w dowodzeniu i zarządzaniu. Stanowi czynnik aktywizujący uczestników procesu dydaktycznego /np. zastosowanie symulacji procesów walki i komputerowych gier wojennych/.

Doświadczenia wynikające z dotychczasowego rozwoju informatyki i jej zastosowań w siłach zbrojnych pozwalają na:

- oszacowanie uzyskanych efektów,
- określenie przyczyn niespełnienia niektórych oczekiwań użytkowników związanych ze wzrostem efektywności systemów kierowania,

- oszacowanie wielkości poniesionych nakładów,
- określenie dynamiki informatyzacji, a tym samym identyfikację tych czynników, które działają na jej rozwój stymulująco bądź hamująco.

W świetle dotychczasowych doświadczeń szczególnej rangi nabiera problem racjonalnego i efektywnego kierowania rozwojem informatyki w skali sił zbrojnych. Uważamy, że celowi temu winny służyć kompleksowe studia i analizy badawcze poświęcone dotychczasowemu i perspektywicznemu rozwojowi informatyki wojskowej.

Głównym bodźcem prowadzenia tych badań jest naszym zdaniem historyczne tło rozwoju i dynamika dotychczasowych przemian zachodzących w informatyce, analiza skutków, a zwłaszcza przyczyn powstawania zjawisk negatywnych, hamujących jej rozwój. Efektem naszych badań będzie zebranie danych, które będą stanowiły podstawę uchwycenia występujących prawidłowości, a przede wszystkim wyodrębnienie tych parametrów, które określają największe zmiany zachodzące w procesie rozwoju /tzn. tych parametrów, które ten rozwój stymulują, a także tych, które działają hamująco/.

Systematyczne prowadzenie badań nad rozwojem informatyki wojskowej na drodze obiektywnej analizy zjawisk ma na celu wyłonienie prawidłowości postępowania zweryfikowanego w praktyce, pośrednio zaś eliminowanie błędnych poglądów i koncepcji. Jest to nieodzowny warunek podejmowania trafnych decyzji w działalności badawczo-rozwojowej, między innymi dzięki informowaniu decydentów o tym co można osiągnąć, bądź czego należy oczekiwać w tej dziedzinie, ze wskazaniem luk rozwojowych i możliwości ich wypełnienia.

Zadaniem niniejszej pracy jest opracowanie podstawowych elementów procedury analityczno-heurystycznej w ujęciu systemowym, zmierzającej do rozpoznania czynników i prawidłowości dotychczasowego rozwoju informatyki wojskowej oraz modelowania jej rozwoju w zakresie systemu terytorialnego sił zbrojnych.

Inspirację do badań - które ze względu na założony cel i metodę stanowią novum w zakresie poznania złożonych i trudnych

do sformalizowania procesów - zaczerpnięto z praktyki dnia codziennego, wykorzystując w szerokim zakresie prace prognostyczno-planistyczne prowadzone w Zarządzie XIV Sztabu Generalnego WP z zakresu rozwoju informatyki w wojsku.

Duży wpływ na głębokość prowadzonych analiz oraz metodę badań wywarł szczególnie udział autorów niniejszej rozprawy w pracach prowadzonych pod kierownictwem płk.prof.dr hab. Juliana Kaczmarka dotyczących rozwiązania problemu naukowego pod kryptonimem MEPROG "Metodyka prognozowania rozwoju SZ", nad opracowaniem metodyki prognozowania rozwoju informatyki w wojsku.

Na kształt i właściwy przebieg rozprawy wpłynął niewątpliwie udział autorów rozprawy w konferencjach naukowych i seminariach organizowanych w Instytucie Systemów Zabezpieczenia Materiałowo-Technicznego Wojsk WAT pod kierownictwem płk.doc.dr inż. Józefa Koniecznego oraz w Polskim Towarzystwie Cybernetycznym pod kierownictwem ppłk.doc.dr hab. Piotra Sienkiewicza.

Wybór tematu i układ treści rozprawy został podyktowany przede wszystkim zapotrzebowaniem praktyki, przydatnością w praktyce organizatorskiej w dziedzinie rozwoju zastosowań informatyki w wojsku. Opracowaniu niniejszej rozprawy przyświecał zasadniczy cel - dokonania uogólnienia teoretycznego w zakresie identyfikacji informatyki w siłach zbrojnych i procesów w niej zachodzących oraz opracowania konkretnych wskazań i rozwinięć metodologicznych umożliwiających analizę rozwoju tych procesów.
Rozległy obszar badań charakteryzujący się złożonymi wielowymiarowymi uwarunkowaniami wymagał zastosowania metodologii badań systemowych. W szerokim zakresie wykorzystano dorobek takich dyscyplin naukowych jak: nauki wojenne, ogólna teoria systemów, teoria mnogości, informatyka, prakseologia, cybernetyka, teoria grafów, statystyka matematyczna, prognostyka, teoria organizacji i zarządzania a ponadto skorzystano z wiedzy empirycznej zebranej podczas realizacji w trybie służbowym prac prognostyczno-planistycznych.

Zamierzony układ treści rozprawy został przedstawiony w 6 rozdziałach. W rozdziale pierwszym spełniającym rolę tła do dalszych rozważań przedstawione są wybrane aspekty metodologii badań systemowych oraz zapoczątkowany zostaje wstępny etap badań - analiza identyfikacyjna - uruchamiająca proces analizy systemowej. Gros rozważań dotyczy identyfikacji otoczenia systemowego obiektu badań. Prezentowane są kolejno opisy i modele identyfikacyjne SOP, SZ oraz SK SZ. Kontynuację analizy identyfikacyjnej stanowi treść rozdziału drugiego.
Na tle modelu Systemu Kierowania SZ przeprowadzono szczegółową analizę identyfikacyjną obiektu badań obejmującego system informacyjny oraz system informatyzacji.
Prezentowany model identyfikacyjny obiektu badań eksponuje podstawowe elementy systemu informatyzacji oraz charakteryzuje jego własności funkcjonalne.
Rozdziały 1 i 2 opracował mjr mgr inż. Andrzej Kalinowski.

Na podstawie wyników analizy identyfikacyjnej kontynuowane są w rozdziale trzecim dalsze rozważania analityczno-badawcze nad formalizacją modelu obiektu badań. Zaproponowano modele relacyjne systemu informacyjnego oraz systemu informatyzacji. Podane zostały definicje czasu systemowego, cech i charakterystyk strukturalnych oraz procesów.

W rozdziale czwartym omówione zostały cechy oraz charakterystyki strukturalne systemu informatyzacji a także rodzaje procesów zachodzące w tym systemie.
Zdefiniowany został rozwój systemu oraz przedstawiono wskaźniki dynamiki pozwalające na analizę jego rozwoju w czasie systemowym.
Rozdziały 3 i 4 opracował mjr mgr inż. Józef Buczyński.

Podjętej próbie aplikacji relacyjnego modelu systemu informatyzacji dla potrzeb wspomagania procesów analizy i prognozowania rozwoju informatyki, poświęcony jest rozdział piąty. Zaprezentowano w nim zarys koncepcji komputerowego systemu analizy rozwoju /KSAR/ oraz propozycję bazy danych o stanie i rozwoju systemu informatyzacji. Opracowano i praktycznie zweryfikowano wybrany element KSAR - program komputerowy badania korelacji, wyznaczania regresji i trendów rozwojowych dynamicznych szeregów czasowych.

Rozdział szósty przedstawia aktualny stan systemu informatyzacji w siłach zbrojnych.
Rozdziały 5 i 6 zostały opracowane wspólnie.

Autorzy szczególną wdzięczność wyrażają Kierownictwu Zarządu XIV Sztabu Generalnego WP w osobach płk mgr inż. Kazimierza Głąba oraz płk mgr inż. Jana Grenia za stworzenie przychylnej atmosfery i udzielenie szerokiego poparcia podczas realizacji rozprawy.

Równocześnie na ręce ppłk doc.dr hab. Piotra Sienkiewicza składamy podziękowanie za poniesiony trud w kierowaniu niniejszą rozprawą oraz cenne uwagi i wskazówki naukowe.

ROZDZIAŁ I - PODSTAWY ANALIZY SYSTEMOWEJ ROZWOJU INFORMATYKI W SIŁACH ZBROJNYCH

1.1. Zasady modelowania systemowego

Rozwój systemowych koncepcji rozwiązywania złożonych problemów zapoczątkował L.von Bertalanffy przedstawiając w 1947 roku całościowy program tzw. ogólnej teorii systemów. Podstawowym jej pojęciem jest system rozumiany jako całość złożona ze składników powiązanych wzajemnie przez zachodzące w nich współzależne procesy uwarunkowane celami i możliwościami systemu.

W bogatej literaturze poświęconej tej problematyce spotkać można wiele określeń i definicji tego pojęcia.
Na przykład A.D.Hall [39] określa system jako zespół obiektów wraz z relacjami istniejącymi między tymi obiektami oraz między ich własnościami, przy czym własności obiektów wpływają na własności systemu, zaś zależności wiążą system w całość.
J.Gościński [34] pisze, że praktycznie przez system można rozumieć każdą część wyodrębnioną z całości gospodarczej, traktowanej jako otoczenie interesującego nas układu.
J.Zieleniewski [126] definiuje system jako kompleks, w którym bierze się pod uwagę jakiekolwiek wewnętrzne uporządkowanie części.
Z.Gackowski [30] podaje zbliżoną do formy analitycznej definicję systemu jako zbioru elementów ukierunkowanych na realizację określonego celu, wyodrębnionych ze względu na określone między nimi relacje, spośród których co najmniej jedna ma charakter przynajmniej częściowo porządkujący i ponadto spełnia warunek Moore'a - Smitha.
W.N.Sadowskij [102] dokonał analizy ponad trzydziestu najczęściej spotykanych w literaturze określeń pojęcia "system". Wyniki tej analizy potwierdzają tendencje do określania pojęcia systemu w sposób intuicyjny, wykazują skrajną różnorodność określeń składników systemu, a z drugiej strony istnienie pewnych związków zachodzących pomiędzy tymi składnikami. Autor w podsumowaniu stwierdza, że w gruncie rzeczy wszystkie te definicje zmierzają do określenia systemu poprzez elementy, relacje i jednolitość.

Z przytoczonych definicji wynika jednoznacznie, że struktura określenia pojęcia system występuje najczęściej jako bazowa. Wprowadzenie do tej struktury cech uzupełniających prowadzi do konkretyzacji określenia bazowego i w konsekwencji wyznacza określone klasy systemów. Samo pojęcie system jest abstrakcyjne i dopiero wprowadzenie do tego terminu przymiotnika /system polityczny, system kierowania, system informacyjny/ pozwala na bliższe jego zdefiniowanie.

W przyjętej w pracy konwencji pod pojęciem systemu rozumie się wyrażenie $S = \langle W,E,R \rangle$, gdzie W jest zbiorem własności funkcjonalnych /jednolitych cech, zadań, funkcji, celów, dziedzin działalności/ charakteryzujących zbiór E - obiektów /elementów/ systemu zaś R jest zbiorem powiązań elementów i ich własności.

W ciągu ostatnich trzydziestu pięciu lat rozwinęło się wiele interesujących nurtów badań systemowych.
Wymienimy tu trzy najbardziej reprezentatywne:

- sformalizowane teorie systemów /Mesarovic, Zadeh, Jaroń/,
- koncepcje ogólnometodologiczne /Bertalanffy, Churchman, Sadowskij/,
- koncepcje inżynierii systemów /Hall, Ackoff/.

Wspólną cechą tych badań jest charakterystyczne syntetyzująco-synergiczne spojrzenie na "świat systemów". Wiąże się z tym zmiana orientacji dotychczasowej myśli naukowej, spowodowana wprowadzeniem systemu jako nowego paradygmatu nauki /w przeciwieństwie do paradygmatu analitycznego, mechanistycznego i liniowo-przyczynowego/. Tak więc, "ujęcie systemowe" charakteryzuje całościowe, syntetyczne spojrzenie na badane obiekty oraz organiczny /kompleksowy i spójny/ sposób analizy zjawisk w nich zachodzących, w odróżnieniu od "ujęcia klasycznego", które cechuje procedura badania poszczególnych obiektów w oderwaniu od pozostałych wzajemnie oddziaływujących na siebie obiektów a następnie dokonania ich prostej superpozycji.

Zastosowanie badań systemowych do rozwiązywania problemów praktycznych, powszechnie określone jest jako <u>podejście systemowe /system approach/</u>.

Charakterystyczne cechy metodologiczne tej koncepcji to:

1. Rozpoznanie obiektu badań jako systemu. Jego opis obejmuje między innymi określenie:
   - celów systemu i miary jego efektywności,
   - warunków otoczenia, przede wszystkim powiązań z otoczeniem,
   - zasileń systemu,
   - elementów, ich funkcji, celów i miar,
   - systemu kierowania.
2. Powszechne stosowanie metod matematycznych.
3. Wielodyscyplinowość badań i jednoczenie teorii różnych dziedzin.

Podejście systemowe preferując między innymi poszukiwanie analogii, tworzenie modeli systemów a następnie ich symulację, umożliwia efektywne rozwiązywanie problemów z zakresu usprawniania, analizy, projektowania oraz badania systemów.

Coraz powszechniej, w wyniku intensywnego rozwoju tej koncepcji, zarówno w różnych badaniach naukowych a także działalności praktycznej oraz dużego postępu w integracji wiedzy systemowej, pojawia się nowy termin "inżynieria systemowa". Nowoczesne podejście systemowe określane tym terminem posiada charakter najbardziej ogólny. Zawiera integrację rozmaitych rozwiązań zarówno z dziedziny nauk systemowych jak: ekonomia, teoria organizacji, cybernetyka, teoria systemów, prakseologia jak również z innych nauk pomocniczych.

Określenie "inżynieria systemowa" ma tu sygnalizować, że przedmiot zabiegów inżynierskich jest traktowany jako system, tj. jako złożony kompleks wzajemnie powiązanych, różnych jakościowo elementów /zmiennych/. Można stwierdzić, że dyscyplina ta jest odpowiedzią na zgłoszone przez praktyków zapotrzebowanie na skuteczne techniki i procedury oddziaływania na rzeczywistość, w której nasilają się takie cechy, jak złożoność struktury, wielkość oddziałujących na siebie elementów oraz stopień indeterminizmu relacji zachodzących między tymi elementami.

Na inżynierię systemową składają się techniki i procedury, które można podzielić na następujące bloki tematyczne:

- analizę systemową,
- projektowanie systemu,
- wdrażanie systemu,
- sterowanie systemem.

Pierwszym elementem inżynierii systemowej jest analiza systemowa. Jest ona metodą badawczą, której istotą jest systemowa metodologia badań.
Metoda ta polega, po pierwsze na podejściu interdyscyplinarnym do analizowanych zjawisk /obiektów/, po drugie zaś na wykorzystaniu abstrakcyjnych modeli systemu jako źródła hipotez o jego zachowaniu się a także specyficznego "języka systemowego" umożliwiającego opis, gromadzenie i analizę danych oraz przedstawienie wyników badań interdyscyplinarnych w syntetycznej formie.
Podstawowe narzędzie badawcze analizy systemowej to modelowanie, czyli budowa abstrakcyjnych konstrukcji odzwierciedlających w uproszczony sposób rzeczywistość oraz badania empiryczne. Analiza zachowania modelu przy różnych wartościach parametrów go opisujących pozwala wyciągnąć wnioski na temat reakcji obiektu badań na zmiany zachodzące w jego otoczeniu.
Postępowanie badawcze prowadzące do przeanalizowania zachowania się obiektu badań polega na rozłożeniu go na części składowe /elementy/ w celu ich dokładnego i wszechstronnego zbadania, a także wykrycia i opisania związków zachodzących między nimi.

Analiza systemowa może być określonym zabiegiem fizycznym, którego wynikiem są zalecenia praktyczne, służące jako punkt wyjścia do kolejnego bloku tematycznego inżynierii systemowej - projektowania systemu. Ten typ analizy systemowej nazywamy analizą manipulacyjną.

Z punktu widzenia zastosowań w dziedzinie analizy rozwoju systemów, istotnego znaczenia nabiera analiza systemowa ukierunkowana na wyłonienie w drodze konceptualizacji z obiektu badań, elementów o określonych własnościach funkcjonalnych, które powiązane są ze sobą odpowiednimi relacjami /związkami logicznymi/

pozwalają na budowę modelu obiektu badań jako systemu. Tak skonstruowany system umożliwia wykrycie i poznanie wszystkich możliwych cech charakteryzujących elementy składu systemu, których zmiany wartości pozwalają na poszukiwanie prawidłowości /trendów/ w funkcjonowaniu systemu a tym samym umożliwiają analizę jego rozwoju. Ten typ analizy systemowej będziemy stosować w naszej pracy i nosi on miano analizy poznawczej.

Jak sądzimy, niezmiernie kreatywne w dziedzinie analizy systemowej jest podejście zaproponowane przez P.Sienkiewicza. Opiera się ono na tym, co uważamy za najistotniejszy element analizy poznawczej, mianowicie na trójczłonowej sekwencji logicznej prowadzenia badań obejmującej:

- strukturę /budowę, morfologię/,
- funkcjonowanie,
- rozwój /wzrost/.

Każdy bowiem system ma określoną strukturę, funkcjonuje w pewien sposób i rozwija się /lub umiera czy ginie/, choć ważne jest tu podkreślenie, że nie należy utożsamiać rozwoju z postępem, z wynikami korzystnymi dla otoczenia systemu.

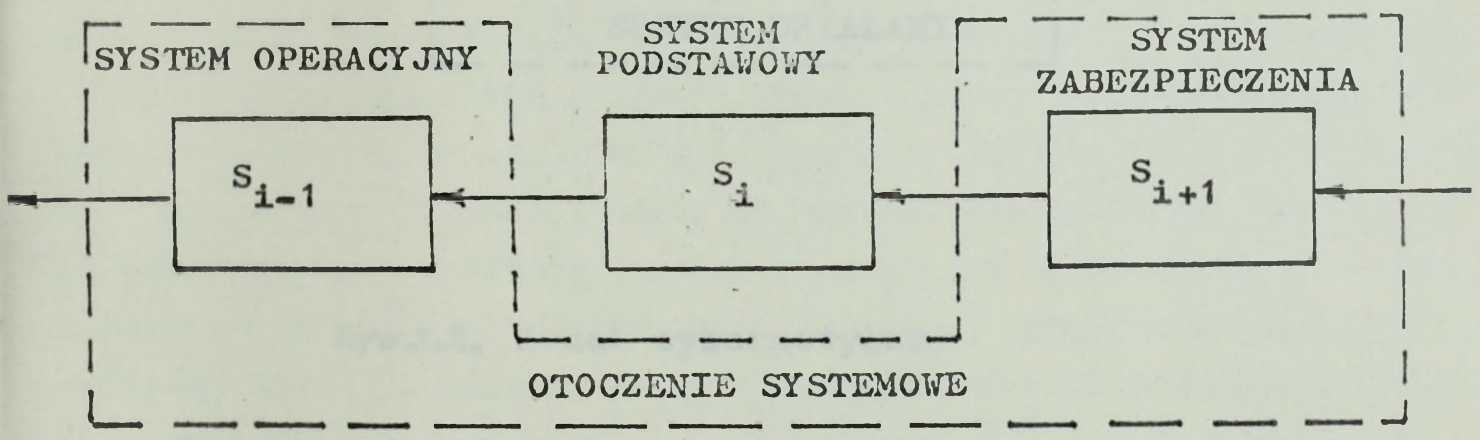
Przeprowadzenie analizy systemowej w oparciu o tę sekwencję ciągów logicznych wymaga opracowania:

- opisu strukturalnego /morfologicznego/ systemu, w którym wykorzystywane są takie pojęcia jak: element, skład, repertuar, struktura, klasa itp.,
- opisu funkcjonalnego cechującego dążenie do odwzorowania charakterystyk i procesów systemu przy pomocy wykorzystania takich pojęć jak: czas systemowy, stan systemu, zdarzenie elementowe, zdarzenie relacyjne, proces itp.,
- opis rozwojowy systemu jest wyrazem ujęcia prognostycznego, w którym wykorzystywane są takie pojęcia jak: rozwój systemu oraz wskaźniki tempa rozwoju itp.

Analizę poznawczą uruchamia proces identyfikacji obiektu badań zmierzający do jego pełnego opisu strukturalnego. W procesie tym pomocne okazać się mogą różne modele identyfikacyjne,

w szczególności zwraca naszą uwagę propozycja [59] identyfikacyjnego modelu prakseologicznego i cybernetycznego. Podstawą tworzenia tych modeli jest przyjęcie założenia, iż badany obiekt systemowy składa się z określonych systemów działania uporządkowanych relacją zabezpieczenia. W przypadku modelu prakseologicznego realcję zabezpieczenia odzwierciedla zabezpieczenie energetyczno-materialne, zaś w modelu cybernetycznym - zabezpieczenie informacyjno-decyzyjne.

W modelu prakseologicznym /rys.1.1/ przedstawiającym prakseologiczny ciąg systemów, wyróżnia się system S_i, który jest zabezpieczony przez pewien system S_{i+1}, a jednocześnie pośredniczy w zabezpieczeniu systemu S_{i-1}. System ten funkcjonuje niejako w podwójnej roli: jako system zabezpieczenia dla systemu S_{i-1} oraz jako system operacyjny dla systemu S_{i+1}. Z tego względu systemy działania należy zawsze analizować w ich otoczeniu systemowym /przedziale systemowym/.

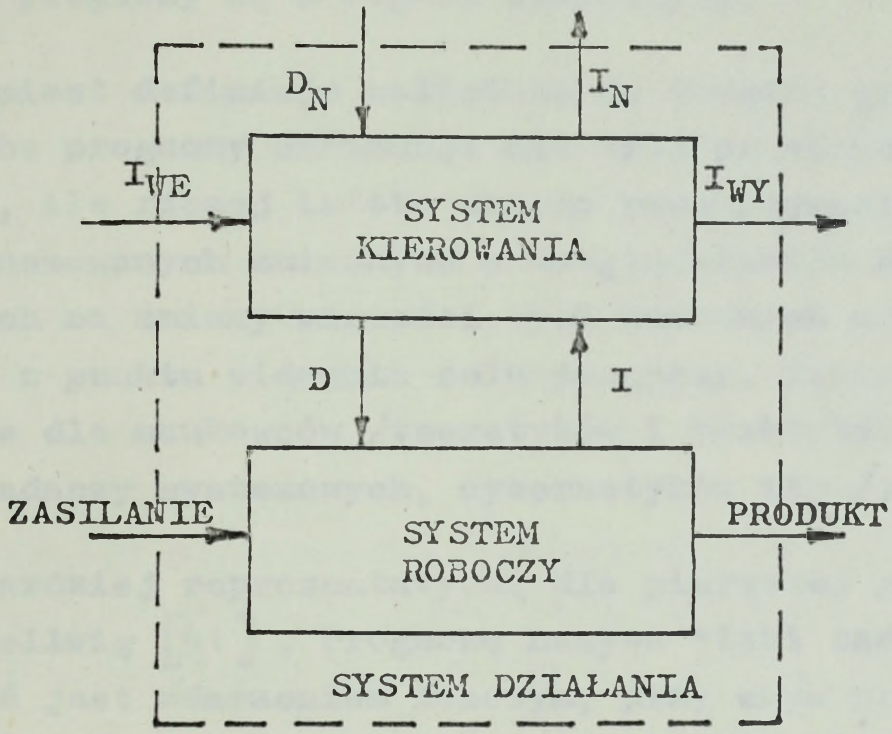


Rys.1.1. Model prakseologiczny

S_i nosi nazwę systemu podstawowego, dla podkreślenia jego znaczenia w procedurze identyfikacji systemowej.

Model cybernetyczny /rys.1.2/ eksponuje informacyjno-decyzyjny charakter sytuacji identyfikacyjnej. Cechą charakterystyczną tego modelu jest wyróżnienie dwóch wzajemnie sprzężonych i oddziaływujących na siebie systemów - systemu roboczego /SR/ ze względu na jego znaczenie w realizacji celów systemu

działania oraz systemu kierowania /SK/. System kierowania jest organizatorem procesów których realizacja ma miejsce w systemie roboczym. Jednocześnie realizowane w SK procesy o charakterze informacyjnym stanowią pewnego rodzaju transformację działań SR na sytuacje informacyjne /I/, sytuacji informacyjnych na sytuacje decyzyjne /D/ i sytuacji decyzyjnych na działania.



Rys.1.2. Model cybernetyczny

Podsumowując dotychczasowe rozważania na temat analizy poznawczej, powiemy że główny cel jaki jej przyświeca sprowadza się do rozpoznania warunków i możliwości instrumentalizacji przebiegu zmian strukturalnych i procesów zachodzących w obiekcie badań oraz ich wzajemnych oddziaływań, z pewnym wyprzedzeniem czasowym. Wnioski z niej płynące stanowią podstawę do przewidywania przyszłych zdarzeń i zjawisk, zaś metody badawcze najczęściej stosowane do tego celu obejmują szeroki repertuar metod prognostyki.

W centrum zainteresowań prognostyki są naukowe metody formułowania tez opisujących najbardziej prawdopodobne przyszłe

stany rzeczy /obraz przyszłości/ w określonej dziedzinie za pomocą tzw. prognoz.
Istnieje szereg definicji prognozy, przy czym wszystkie te definicje można sprowadzić do dwóch przeciwstawnych sobie grup. Pierwsza z nich wyraża podejście probabilistyczne i podkreśla jako główną cechę prognozy, określenie prawdopodobieństwa jej spełnienia. Warto przy tym dodać, że rzecznikami takiego określenia prognozy są z reguły statystycy.

Natomiast definicje zaliczane do drugiej grupy, jako główną cechę prognozy eksponują nie tyle prawdopodobieństwo jej spełnienia, ile raczej istotę samego przewidywania zmian wartości prognozowanych zmiennych z uwzględnieniem czynników wpływających na zmiany wartości tych zmiennych oraz czynników obojętnych z punktu widzenia celu prognozy. Takie podejście jest typowe dla naukowców /teoretyków i praktyków podejmowania decyzji, badaczy systemowych, cybernetyków itp./.

Najbardziej reprezentatywną dla pierwszej grupy definicję podaje Z.Hellwig [41]. Prognozą nazywa "taki sąd, którego prawdziwość jest zdarzeniem losowym, przy czym prawdopodobieństwo jest nie mniejsze od ustalonej z góry, bliskiej jedności liczby zwanej wiarygodnością prognozy". Wydaje się, że definicja ta, dająca się sformalizować, ma jednak ograniczone znaczenie praktyczne, gdyż spotyka się niewiele takich procesów w odniesieniu do których przewidywanie zawarte w prognozie mogłoby osiągnąć wysoki /bliski jedności/ współczynnik wiarygodności.

Charakterystyczną dla grupy drugiej definicję podaje K.Secomski [106]. Według niego, prognozy są to: "oparte na naukowych podstawach i mające często charakter kompleksowy, przewidywania prawdopodobnego biegu lub obrazu zjawisk i procesów rozwojowych, a więc ich kierunków i tempa, jak też przemian strukturalnych oraz wzajemnych powiązań i oddziaływania na układ społeczno-ekonomiczny i gospodarkę narodową".
Ta definicja - naszym zdaniem - zbliżona jest najbardziej do praktycznych aspektów modelowania rozwoju.

Najbardziej typowym podejściem do problemu prognozowania reprezentatywnym dla tej grupy jest tzw. prognozowanie rozpoznawcze, u podstaw którego leży zasada przedłużania trendów rozwojowych i parametrów opisujących prognozowane zjawiska. Prognozowanie rozpoznawcze w oparciu o teorię i znane, wykryte na etapie analizy systemu prawidłowości i trendy rozwojowe wypowiada się o wszystkich możliwych wariantach rozwoju prognozowanego systemu.

Prognozy na ogół otrzymuje się w wyniku zastosowania określonego postępowania zwanego metodą bądź techniką prognozowania.
Przez metodę prognozowania rozumie się /w ogólnym pojęciu: metoda - wg T.Kotarbińskiego "czyli system postępowania, jest to sposób wykonywania czynu złożonego, polegający na określonym doborze i układzie jego działań składowych, a przy tym uplanowany i nadający się do wielokrotnego stosowania" [62] / określony system postępowania, stosowany przy przewidywaniu przyszłości, polegający na odpowiednim kojarzeniu zdarzeń przeszłych i teraźniejszych ze zdarzeniami przyszłymi.

W praktyce stosowanych jest wiele metod prognozowania. Ich bogaty repertuar z powodzeniem podzielić można na trzy rozłączne rodziny.
Do pierwszej zaliczymy metody określone mianem metod ekstrapolacyjnych - wśród nich dominują metody oparte na zastosowaniu statystyki matematycznej. Reprezentantami tej rodziny są między innymi:

- metody oparte na matematycznej ekstrapolacji dotychczasowych trendów rozwojowych /charakterystyk strukturalnych i funkcjonalnych systemu/,
- metody oparte na analizie morfologicznej serii zdarzeń powiązanych relacjami przyczynowo-skutkowymi i logicznymi uwarunkowaniami.

Druga rodzina obejmuje metody określone jako heurystyczne, intuicyjne, a polegające na wykorzystaniu wiedzy ekspertów za pomocą różnych technik zbierania ich opinii i poglądów.

Do tych metod zaliczamy przede wszystkim:

- metodę delficką,
- gry symulacyjne,
- programowanie heurystyczne,
- drzewa ważności celów /PATTERN/,
- "burzę mózgów",

a także rozważania futurologiczne /science fiction/.

Każdą z dwóch wymienionych rodzin metod charakteryzują określone zalety i wady. Metody ekstrapolacyjne cechuje obiektywizm, uwzględnienie monotoniczności i ciągłości rozwoju oraz zaobserwowanych w przeszłości trendów, a wynik prognozy otrzymany tymi metodami, mało zależy od woli autorów.
Metody heurystyczne umożliwiają świadome kształtowanie przyszłości, wybór celów działania, zmianę dynamiki wzrostu itp.

Zalety obu wspomnianych metod łączy trzecia rodzina metod opartych na modelowaniu procesów rozwojowych /modelach rozwojowych/. Wśród modeli rozwojowych można wyodrębnić trzy zasadnicze klasy:

- modele tendencji rozwojowych,
- modele przyczynowo-skutkowe,
- modele adaptacyjne.

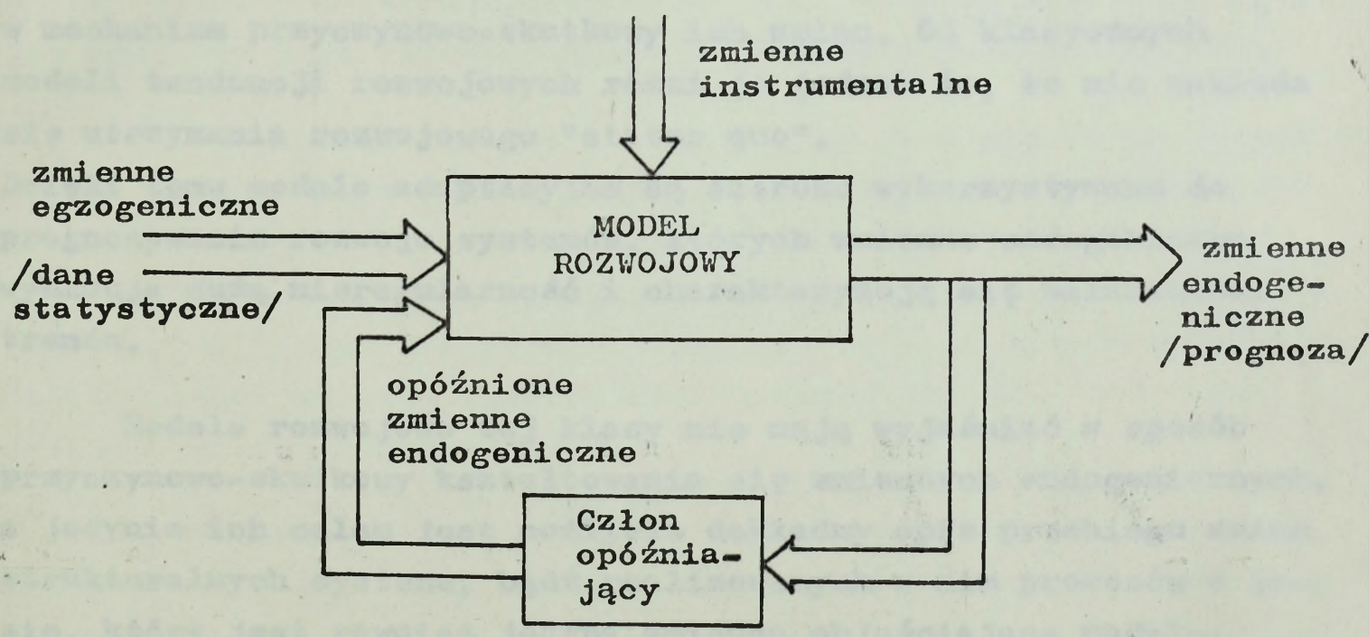
U podstaw budowy modeli tendencji rozwojowych leży założenie rozwojowego "status quo" badanego systemu. Rozwojowe "status quo" nie oznacza stałego poziomu zmiennych endogenicznych, ale dotyczy takiego mechanizmu rozwojowego, przy którym stabilna /lub prawie stabilna/ jest prawidłowość ich zmian w czasie i niezmienna dynamika czynników wpływających na interesujące nas prognozowane zmienne. Oznacza to, że rozwój interesujących nas zmiennych daje się opisać za pomocą ciągłych funkcji zmiennych czasowych.
W modelach tendencji rozwojowych jedyną zmienną objaśniającą jest zmienna czasowa lub jej funkcje, analiza rozwoju jest więc bardzo ułatwiona w porównaniu z procedurą opartą na wykorzystaniu modeli przyczynowo-skutkowych. Wynika stąd, że po pierwsze, w celu zbudowania i oszacowania modelu należy zebrać dane

statystyczne dotyczące tylko prognozowanych zmiennych, po drugie - przy budowie modelu nie występują kłopotliwe problemy związane ze znajomością zmiennych objaśniających modelu.

Omawiana klasa modeli rozwojowych pozwala wnioskować w przyszłość tak daleko, jak długo może być utrzymywane w stosunku do rozpatrywanych zmiennych założenie rozwojowego "status quo" systemu.

Modele tej klasy są szeroko wykorzystywane do budowy prognoz operatywnych, obejmujących stosunkowo krótkie okresy czasu prognoz, które określają jak kształtować się będą wartości zmiennych endogenicznych w okresie czasu objętym prognozą.

Modele przyczynowo-skutkowe odgrywają w badaniu rozwoju systemów poważną rolę, gdyż w modelach rozwojowych tej klasy odzwierciedlane są zasadnicze powiązania przyczynowo-skutkowe, zarówno pomiędzy prognozowanymi zmiennymi /zmiennymi endogenicznymi/, które charakteryzują funkcjonowanie systemu - jak również pomiędzy prognozowanymi zmiennymi a zmiennymi objaśniającymi modelu /zmiennymi egzogenicznymi/, opisującymi oddziaływanie warunków zewnętrznych oraz zmiennymi instrumentalnymi reprezentującymi czynniki za pośrednictwem których decydent steruje rozwojem badanego systemu.



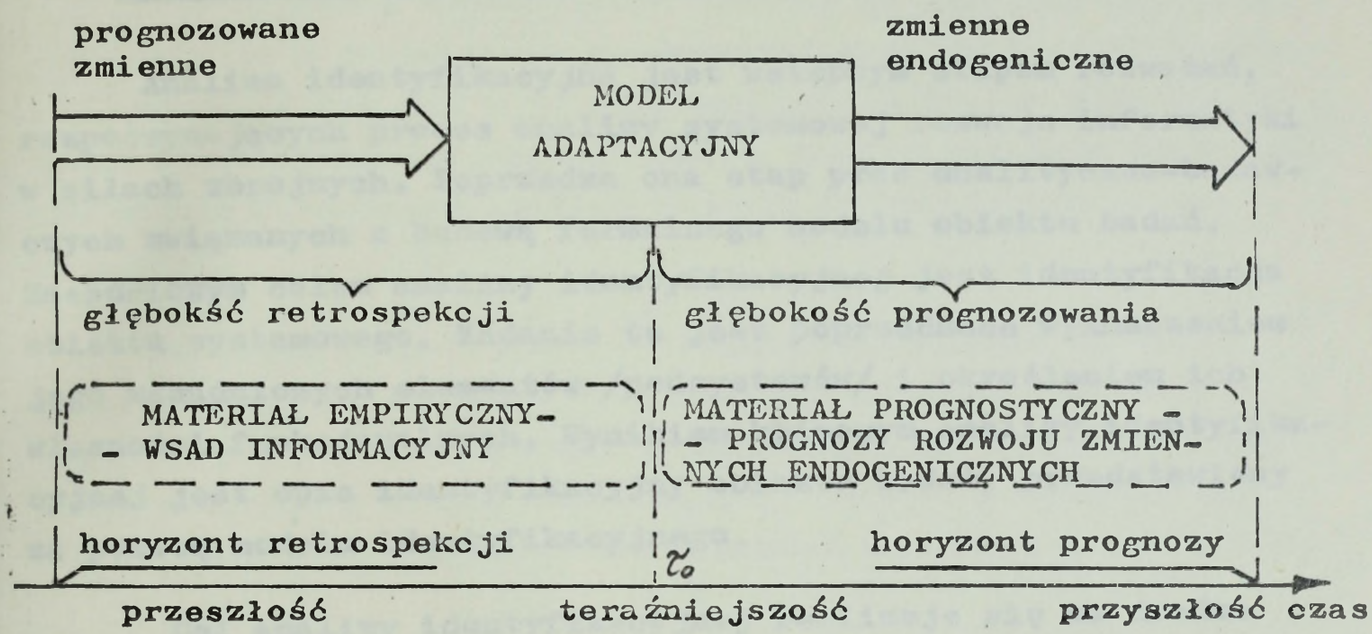
Rys.13. Model przyczynowo-skutkowy rozwoju systemu

Zbudowanie poprawnego i dostatecznie wiernie odzwierciedlającego rzeczywistość modelu jest przedsięwzięciem złożonym i trudnym. Szczególnie duże trudności napotyka się na etapie wyznaczania zmiennych objaśniających, które powinny występować w modelu /biorąc pod uwagę jego przyczynowo-skutkowy charakter/.
Modele rozwojowe tej klasy szeroko wykorzystywane są w tych przypadkach gdy należy dokonać oceny efektów funkcjonowania systemu związanych z różnymi możliwymi wariantami decyzyjnymi sterowania jego rozwojem. Przyjmując kolejno jako wartości zmiennych objaśniających modelu wartości, które odpowiadają wyróżnionym alternatywnym działaniom otrzymujemy odpowiedź na pytanie jakich wartości prognozowanych zmiennych - zmiennych endogenicznych należy się spodziewać w prognozowanym okresie przy zastosowaniu tego lub innego wariantu działania.
Prognozy oparte na przyczynowo-skutkowych modelach rozwoju pozwalają porządkować warianty, ze względu na przewidywane efekty działania systemu i dlatego są szeroko wykorzystywane do wyznaczania najbardziej racjonalnych wariantów działania.

Modele adaptacyjne stanowią najnowszą, stale rozwijającą się klasę modeli rozwojowych. Modele tej klasy zbliżone są do modeli tendencji rozwojowych, gdyż zadaniem ich jest opisanie przebiegu zmiennych endogenicznych w czasie bez wnikania w mechanizm przyczynowo-skutkowy ich zmian. Od klasycznych modeli tendencji rozwojowych różni je jednak to, że nie zakłada się utrzymania rozwojowego "status quo".
Dzięki temu modele adaptacyjne są szeroko wykorzystywane do prognozowania rozwoju systemów, których zmienne endogeniczne wykazują dużą nieregularność i charakteryzują się załamaniami trendu.

Modele rozwojowe tej klasy nie mają wyjaśniać w sposób przyczynowo-skutkowy kształtowania się zmiennych endogenicznych, a jedynie ich celem jest możliwie dokładny opis przebiegu zmian strukturalnych systemu, bądź realizowanych w nim procesów w czasie, który jest również jedyną zmienną objaśniającą modelu.
Istotną rolę w konstruowaniu modeli tej klasy odgrywa faza identyfikacji zmiennych endogenicznych, charakteryzujących zarówno

rozwój strukturalny, jak i funkcjonalny systemu. Dane statystyczne, opisujące wartości tych zmiennych w przeszłości stanowią podstawowy materiał empiryczny do wnioskowania o przyszłości systemu.



Rys.1.4. Model adaptacyjny rozwoju systemu

Im jest on bogatszy, tym postać modelu adaptacyjnego rozwoju badanego systemu zbliżona jest bardziej do systemu rzeczywistego, tym prognozy jego rozwoju są dokładniejsze i wiarygodniejsze.

Budowa modeli tendencji rozwojowych jest pierwszym etapem na drodze do ustalenia pełnej listy zmiennych prognostycznych oraz do poznania praw rządzących rozwojem badanego systemu.
Wnioski i doświadczenia wynikające z tego etapu stanowić powinny podstawę do budowy docelowego modelu rozwoju, w którym uwzględnione zostaną związki przyczynowo-skutkowe pomiędzy zmiennymi opisującymi modelowany system.

Przytoczone powyżej wybrane aspekty metodologii badań systemowych zostaną potraktowane instrumentalnie w dalszych rozważaniach.
Konstrukcja procedury analityczno-heurystycznej zaproponowanej w pracy opierać się będzie w głównej mierze o modele prakseolo-

giczne i cybernetyczne służące celom identyfikacji obiektu badań i jego otoczenia oraz klasyczny model tendencji rozwojowych.

1.2. Wstępna analiza identyfikacyjna

Analiza identyfikacyjna jest wstępnym etapem rozważań, rozpoczynających proces analizy systemowej rozwoju informatyki w siłach zbrojnych. Poprzedza ona etap prac analityczno-badawczych związanych z budową formalnego modelu obiektu badań. Zasadniczym celem analizy identyfikacyjnej jest identyfikacja obiektu systemowego. Zadanie to jest poprzedzone wyznaczeniem jego zasadniczych elementów /podsystemów/ i określeniem ich własności funkcjonalnych. Wynikiem końcowym analizy identyfikacyjnej jest opis identyfikacyjny obiektu badań, przedstawiony za pomocą modelu identyfikacyjnego.

Cel analizy identyfikacyjnej realizuje się na drodze procesu poznawczego składającego się z kolejnych faz identyfikacji. W każdej z nich wyodrębnia się /operacja podsystemowania/ ze względu na własności funkcjonalne systemu, elementy tworzące obiekt systemowy /system podstawowy/ oraz jego otoczenie systemowe z uwzględnieniem warunków:

1. Ciągu prakseologicznego: dla każdego systemu działania /systemu podstawowego/ istnieje system operacyjny oraz system zabezpieczenia.
2. Celowości systemu: celem każdego systemu jest zabezpieczenie realizacji potrzeb jego systemu operacyjnego.
3. Podejścia cybernetycznego zgodnie z którym: w każdym systemie działania istnieje podsystem kierowania oraz podsystem roboczy.

Proces identyfikacji obiektu badań rozpoczyna opis identyfikacyjny systemu obrony państwa /SOP/. W kolejnych fazach procesu identyfikacji, na podstawie aktualnie obowiązującej struktury organizacyjno-funkcjonalnej oraz modele identyfikacyjne prezentowane są opisy identyfikacyjne następujących systemów:

- sił zbrojnych;
- kierowania sił zbrojnych;
- informacyjnego sił zbrojnych;
- informatyzacji sił zbrojnych.

Dwa ostatnie systemy - ze względu na przyjęty cel badań - są zasadniczym przedmiotem prowadzonej analizy identyfikacyjnej. Rozpatrywane zaś w ścisłym powiązaniu tworzą podstawowy model identyfikacyjny obiektu badań, będący podstawą opracowania modelu formalnego analizy rozwoju informatyki w siłach zbrojnych.

Omawiane w niniejszym rozdziale zagadnienia analizy identyfikacyjnej dotyczyć będą przede wszystkim otoczenia obiektu badań. Natomiast opis identyfikacyjny i model obiektu badań obejmujący system informacyjny i system informatyzacji sił zbrojnych będą przedmiotem rozważań w następnym rozdziale.

1.2.1. Opis identyfikacyjny systemu obrony państwa

System obrony państwa /SOP/ jest złożonym systemem organizacyjnym, skoordynowanym wewnętrznie i w układzie koalicyjnym /wedle określonych zasad, norm i reguł/, realizującym całokształt działań wszystkich instytucji, organów i struktur istniejących w państwie na rzecz jak najbardziej racjonalnego wykorzystania potencjału moralno-politycznego, gospodarczego i obronnego /militarnego i obrony cywilnej/, w interesie obronności kraju, to jest zapewnienia bezpieczeństwa państwa i narodu zarówno w czasie pokoju jak i wojny.

Podstawę prawną SOP PRL stanowią:

1. Konstytucja PRL.
2. Ustawa o powszechnym obowiązku obrony PRL z 21.02.1967 r.
3. Zobowiązania sojusznicze wynikające z przynależności państw sygnatariuszy Układu Warszawskiego.
4. Dekrety Rady Państwa.

Do podstawowych cech charakterystycznych SOP zalicza się:

- spójność organizacyjną - opartą na istniejącej strukturze organizacyjno-funkcjonalnej państwa;
- nadrzędność w stosunku do wszystkich systemów w państwie w okresie zagrożenia bezpieczeństwa państwa i wojny;
- powiązania z koalicyjnym systemem obronnym państw sygnatariuszy Układu Warszawskiego, kreowane założeniami doktryny wojennej.

System obrony państwa możemy przedstawić za pomocą następującego wyrażenia:

$$SOP = \langle W_F^S, E^S, R^S \rangle$$

gdzie:

W_F^S - własność funkcjonalna SOP;

E^S - zbiór elementów SOP - skład systemu;

R^S - zbiór powiązań /sprzężeń/

$$R^S = \langle R_S^W, R_S^E, R_S^{WE} \rangle$$

gdzie:

$R_S^W \subset W_F^S \times W_F^S$; $\quad R_S^E \subset E^S \times E^S$; $\quad R_S^{WE} \subset W_F^S \times E^S$

produkty iloczynu kartezjańskiego.

1. Własności funkcjonalne

Całokształt działalności SOP mającej na celu zapewnienie bezpieczeństwa państwa i narodu, skupia się wokół trzech dziedzin jego działalności: p o l i t y c z n e j, g o s p o d a r c z e j i o b r o n n e j.

Kompleks zadań realizowanych w ramach tych trzech wymienionych dziedzin działalności SOP stanowi jego podstawową własność funkcjonalną:

$$W_F^S = \langle W^P, W^G, W^O \rangle$$

gdzie:

W^P - dziedzina polityczna;

W^G - dziedzina gospodarcza;
W^O - dziedzina obronna.

Zadania realizowane w ramach podstawowych dziedzin działalności SOP stanowią integralną część własności funkcjonalnej systemu, możemy je również rozpatrywać w sposób autonomiczny - w poszczególnych dziedzinach działalności - z uwzględnieniem realizacji zadań składających się na daną dziedzinę działalności w ramach funkcji wewnętrznej SOP - na obszarze państwa oraz zewnętrznej - na płaszczyźnie stosunków międzynarodowych.

Możemy więc wyróżnić odpowiednio:

- własność polityczną SOP:

$$W_F^P = W_1^P \cup W_2^P$$

gdzie:
W_1^P - dziedzina polityki wewnętrznej;
W_2^P - dziedzina polityki zewnętrznej;

- własność gospodarczą SOP:

$$W_F^G = W_1^G \cup W_2^G$$

gdzie:
W_1^G - dziedzina gospodarki wewnętrznej;
W_2^G - dziedzina gospodarki zewnętrznej;

- własność obronna SOP:

$$W_F^O = W_1^O \cup W_2^O$$

gdzie:
W_1^O - dziedzina obrony cywilnej;
W_2^O - dziedzina obrony militarnej /wewnętrznej i zewnętrznej/.

2. Podstawowe elementy

Realizatorami całokształtu zadań składających się na wyróżnione dziedziny działalności SOP - a tym samym własności funkcjonalnych systemu są:

E^P - organy polityczne państwa oraz organy kierowania obronnością państwa - realizatorzy własności funkcjonalnej W_F^P;

E^G - jednostki /przedsiębiorstwa/ gospodarki narodowej odpowiedzialne za produkcję obronną oraz gromadzenie zapasów obronnych a także rezerwy osobowe i materiałowo-techniczne - realizatorzy własności funkcjonalnej W_F^G;

E^O - siły i środki militarne, głównie siły zbrojne oraz siły bezpieczeństwa wewnętrznego a także siły porządkowo-ochronne i obrony cywilnej - realizatorzy własności funkcjonalnej W_F^O.

Skład elementów E^O realizujących własność funkcjonalną W_F^O tworzą:

$$E^O = E_1^O \cup E_2^O$$

gdzie:

E_1^O - siły i środki bezpieczeństwa wewnętrznego i obrony cywilnej - realizator zadań składających się na W_1^O dziedzinę działalności;

E_2^O - siły i środki militarne /siły zbrojne/ - realizator zadań składających się na W_2^O dziedzinę działalności - W_{2F}^O własność funkcjonalną SOP.

Wszystkie w/w elementy wchodzące w skład SOP tworzą zbiór elementów realizujących własności funkcjonalne systemu, co możemy zapisać następująco:

$$E^S = \langle E^P, E^G, E^O \rangle$$

Podsumowując dotychczasowe rozważania nad opisem identyfikacyjnym SOP, możemy stwierdzić, że model identyfikacyjny systemu charakteryzuje jednoznacznie następujące wyrażenie:

$$\widetilde{SOP} = \langle SP, SG, SO, \widetilde{R^S} \rangle$$

gdzie:

SP - system polityczny

$$SP = \langle W_F^P, E^P, R^P \rangle \quad ; \quad R^P = \langle R^{PW}, R^{PE}, R^{PWE} \rangle ;$$

$$R^{PW} \subset W_F^P \times W_F^P;$$

$$R^{PE} \subset E^P \times E^P;$$

$$R^{PWE} \subset W_F^P \times E^P.$$

SG - system gospodarczy

$$SG = \langle W_F^G,\ E^G,\ R^G \rangle; \qquad R^G = \langle R^{GW}, R^{GE}, R^{GWE} \rangle;$$

$$R^{GW} \subset W_F^G \times W_F^G;$$

$$R^{GE} \subset E^G \times E^G;$$

$$R^{GWE} \subset W_F^G \times E^G.$$

SO - system obronny

$$SO = \langle W_F^O,\ E^O,\ R^O \rangle; \qquad R^O = \langle R^{OW}, R^{OE}, R^{OWE} \rangle;$$

$$R^{OW} \subset W_F^O \times W_F^O;$$

$$R^{OE} \subset E^O \times E^O;$$

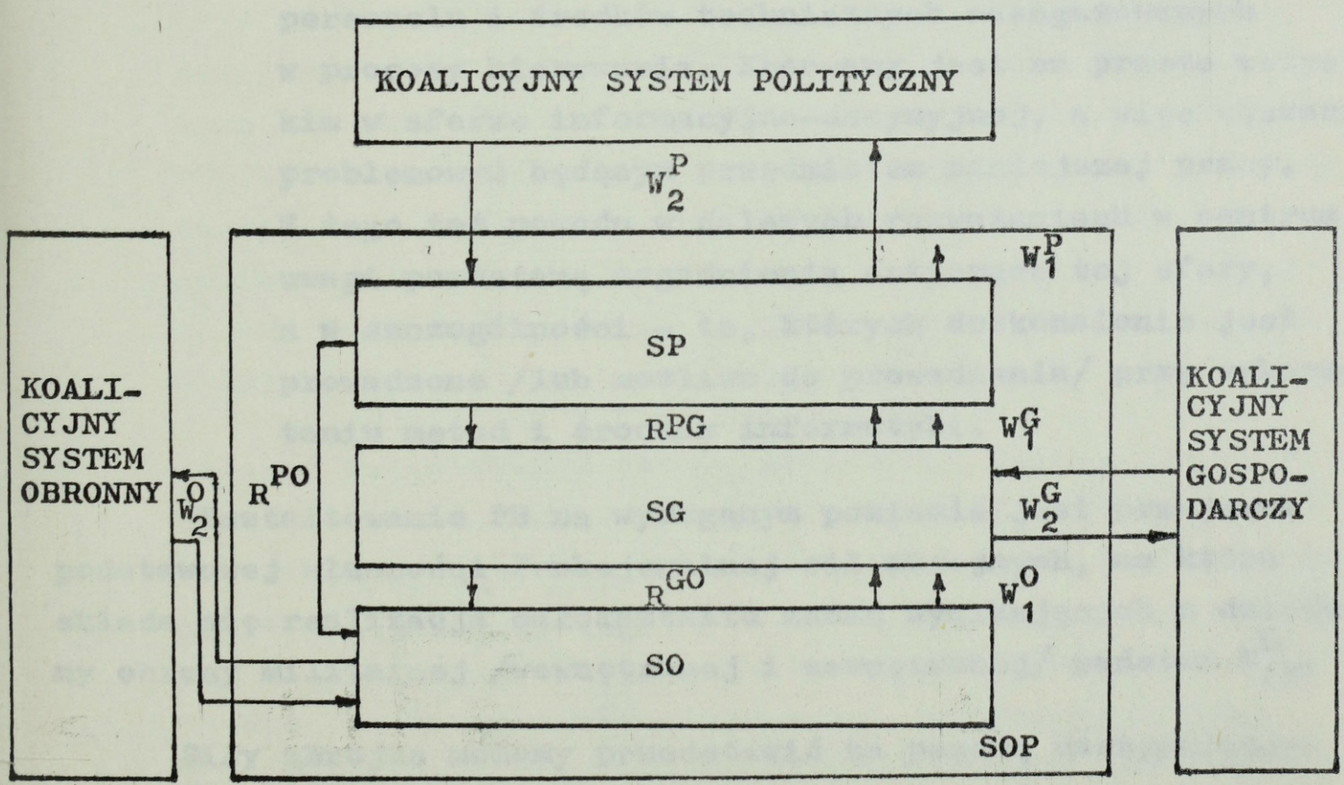
$$R^{OWE} \subset W_F^O \times E^O.$$

$\tilde{R}^S$ - zbiór powiązań

$$\tilde{R}^S = \langle R^P, R^G, R^O, R^{PG}, R^{PO}, R^{GO} \rangle$$

$$R^{PG} \subset R^P \times R^G; \quad R^{PO} \subset R^P \times R^O; \quad R^{GO} \subset R^G \times R^O$$

Model identyfikacyjny SOP możemy również przedstawić graficznie:



Rys.1.5. Model identyfikacyjny SOP

1.2.2. Opis identyfikacyjny sił zbrojnych

Siły zbrojne stanowią podstawowy czynnik sił i środków militarnych SOP, a zarazem są trzonem systemu obronnego państwa. Głównym celem działania sił zbrojnych /zadaniem operacyjnym/ jest utrzymywanie na wysokim poziomie gotowości bojowej poszczególnych pododdziałów, oddziałów, związków taktycznych i operacyjnych wojsk dla zabezpieczenia interesów państwa i prowadzenia walki.
Poziom gotowości bojowej wyrażony jest przez całokształt czynników składających się na potencjał bojowy wojsk /PB/, który określa możliwości działania wojsk w dziedzinie realizacji celów taktycznych, operacyjnych i strategicznych.

PB można określić w postaci "trójczynnikowej":

$$PB = \langle PL, PT, PK \rangle ;$$

gdzie:

PL - potencjał ludzki;

PT - potencjał techniczny;

PK - potencjał "kierowania", czyli całokształt możliwości personelu i środków technicznych zaangażowanych w procesy kierowania. Kreowany jest on przede wszystkim w sferze informacyjno-decyzyjnej, a więc obszarze problemowym będącym przedmiotem niniejszej pracy. Z tego też powodu w dalszych rozważaniach w centrum uwagi pozostaną zagadnienia dotyczące tej sfery, a w szczególności - te, których doskonalenie jest prowadzone /lub możliwe do prowadzenia/ przy wykorzystaniu metod i środków informatyki.

Kształtowanie PB na wymaganym poziomie jest przejawem podstawowej własności funkcjonalnej sił zbrojnych, na którą składa się realizacja całokształtu zadań wynikających z dziedziny obrony militarnej /wewnętrznej i zewnętrznej/ państwa W^0_{2F}.

Siły zbrojne możemy przedstawić za pomocą następującego wyrażenia:

$$SZ = \langle W^0_{2F}, E^0_2, R^0_2 \rangle$$

gdzie:

W^0_{2F} - własność funkcjonalna SZ;

E_2^O - zbiór elementów - skład SZ;

R_2^O - zbiór powiązań

$$R_2^O \subset R^O; \qquad R_2^O = \langle R_2^{OW}, R_2^{OE}, R_2^{OWE} \rangle;$$

$$R_2^{OW} \subset W_{2F}^O \times W_{2F}^O;$$

$$R_2^{OE} \subset E_2^O \times E_2^O;$$

$$R^{OWE} \subset W_{2F}^O \times E_2^O$$

1. Własności funkcjonalne

Całokształt zadań składających się na własność funkcjonalną sił zbrojnych W_{2F}^O ukierunkowany jest na kształtowanie wysokiego poziomu potencjału bojowego wojsk oraz przygotowania sił zbrojnych do prowadzenia następujących działań:

W^{OL} - działań wojennych na lądzie.
Jest to główna i decydująca sfera użycia wojsk w walce z siłami zbrojnymi przeciwnika, zarówno z zastosowaniem broni konwencjonalnej jak też broni masowego rażenia;

W^{OP} - działań wojennych w powietrzu.
Działania prowadzone z powietrza mające na celu obezwładnienie i niszczenie obiektów nieprzyjaciela położonych w głębi jego ugrupowania /z reguły znajdujących się poza zasięgiem ognia własnej artylerii/ oraz wsparcie ogniowe działań bojowych wojsk lądowych i ich osłony od uderzeń nieprzyjaciela z powietrza, a także prowadzenie rozpoznania powietrznego.

W^{OK} - działań związanych z obroną powietrzną kraju.
Działania, których podstawowym celem jest niedopuszczenie do użycia nad obszarem kraju środków napadu powietrznego nieprzyjaciela i wykonywania przez nie uderzeń na ważne obiekty i rejony. Realizacja tego zadania wymaga zorganizowania niezawodnego i skutecznego systemu wykrywania i rozpoznawania środków napadu powietrznego nieprzyjaciela już na dalekich podejściach do obrony kraju, powiadamiania i ostrzegania o zbliżającym się niebezpieczeństwie oraz niszczenia wykrytych celów powietrznych;

W^{OM} - działań wojennych na morzu.

Działania ukierunkowane na obronę granic morskich oraz służące do wsparcia wojsk lądowych, działających wzdłuż wybrzeża, których integralną częścią są zadania dotyczące: niszczenia nieprzyjaciela na morzu, osłony sił lądowych działających wzdłuż wybrzeża morskiego przed uderzeniami z kierunku morza, uczestniczenia w obronie własnego wybrzeża, wyprowadzania desantów morskich oraz przewożenia drogą morską wojsk i środków materiałowo-technicznych.

Własność funkcjonalną sił zbrojnych jednoznacznie definiują więc własności wynikające z przeznaczenia sił zbrojnych do prowadzenia działań na lądzie, powietrzu i morzu, możemy zapisać następująco:

$$W^{O}_{2F} = W^{OL}_{F} \cup W^{OP}_{F} \cup W^{OK}_{F} \cup W^{OM}_{F}$$

gdzie:

W^{OL}_{F} - własność funkcjonalna działań lądowych;

W^{OP}_{F} - własność funkcjonalna działań powietrznych;

W^{OK}_{F} - własność funkcjonalna działań związanych z obroną powietrzną kraju;

W^{OM}_{F} - własność funkcjonalna działań morskich.

2. Podstawowe elementy

Podstawowymi elementami składowymi sił zbrojnych - realizatorami własności funkcjonalnych systemu są:

E^{O}_{2L} - wojska lądowe - realizator własności funkcjonalnej W^{OL}_{F}. W skład wojsk lądowych wchodzą wojska pancerne, zmechanizowane, powietrzno-desantowe, obrony wybrzeża, rakietowe i artylerii, obrony przeciwlotniczej oraz wojska specjalne: inżynieryjne, chemiczne, łączności, radiotechniczne, komunikacyjne, obrony wewnętrznej oraz obrony terytorialnej. Pododdziały i oddziały tych wojsk wchodzą w skład ogólnowojskowych związków taktycznych /operacyjnych/ lub występują samodzielnie. Głównym ogniwem wojsk lądowych są ogólnowojskowe związki taktyczne, tj.: dywizje pancerne, zmechanizowane, powietrzno-desantowe i obrony wybrzeża;

E^{O}_{2P} - wojska lotnicze - realizator własności funkcjonalnej W^{OP}_{F}. W skład wojsk lotniczych wchodzi lotnictwo myśliwskie, myśliwsko-szturmowe, myśliwsko-bombowe, rozpoznawcze, transportowe i pomocnicze. W składzie tych wojsk znajdują się również pododdziały budowy, obsługi i ochrony lotnisk, łączności, radiotechniczne, chemiczne oraz służby takie jak w innych rodzajach wojsk, a także typowe tylko dla lotnictwa, jak nawigatorska czy spadochronowa;

E^{O}_{2K} - wojska obrony powietrznej kraju - realizator własności funkcjonalnej W^{OK}_{F}. W skład wojsk obrony powietrznej kraju wchodzą wojska rakietowe, artylerii przeciwlotniczej, lotnictwa myśliwskiego, wojska radiotechniczne oraz oddziały i pododdziały łączności, zabezpieczenia materiałowo-technicznego, transportowe, chemiczne itp., które są przeznaczone do zabezpieczenia działań wszystkich sił i środków obrony powietrznej.

E^{O}_{2M} - marynarka wojenna - realizator własności funkcjonalnej W^{OM}_{F}. W skład sił morskich wchodzą zespoły okrętów nawodnych i podwodnych, lotnictwo morskie oraz jednostki nabrzeżne. Ponadto w składzie marynarki wojennej znajdują się oddziały i pododdziały łączności, chemiczne, inżynieryjne, hydrograficzne, ratownicze, zaopatrzenia, medyczne itp.

Wszystkie w/w elementy wchodzą w skład sił zbrojnych - są realizatorami własności funkcjonalnych systemu, możemy więc zapisać że:

$$E^{O}_{2} = E^{O}_{2L} \cup E^{O}_{2P} \cup E^{O}_{2K} \cup E^{O}_{2M}$$

Rozważmy własności funkcjonalne sił zbrojnych W^{O}_{2F} z punktu widzenia realizowanej przez system funkcji zewnętrznej i wewnętrznej obrony państwa.

W tym celu, w zbiorze działań sił zbrojnych składających się na własność funkcjonalną systemu oraz zbiorze elementów systemu te działania /własności/ realizujących wyróżnić możemy dwa wzajemnie przenikające się podzbiory, które wyznaczają:

- terytorialny system sił zbrojnych okresu "P" i "W" - realizatora wewnętrznej funkcji SOP:

$$SZ^T = \langle W_{2F}^{OT}, E_2^{OT}, R_2^{OT} \rangle ;$$

gdzie:

$W_{2F}^{OT} = W_{FT}^{OL} \cup W_{FT}^{OP} \cup W_{FT}^{OK} \cup W_{FT}^{OM}$ - własność funkcjonalna systemu terytorialnego ukierunkowana na realizację funkcji wewnętrznej SOP;

$E_2^{OT} = E_{2L}^{OT} \cup E_{2P}^{OT} \cup E_{2K}^{OT} \cup E_{2M}^{OT}$ - realizatorzy własności funkcjonalnych systemu, wojska lądowe, powietrzne, obrony powietrznej kraju i marynarka wojenna - elementy SZ^T;

R_2^{OT} - zbiór powiązań

$$R_2^{OT} = \langle R_W^{OT}, R_E^{OT}, R_{WE}^{OT} \rangle ; \qquad R_W^{OT} \subset W_{2F}^{OT} \times W_{2F}^{OT};$$
$$R_E^{OT} \subset E_2^{OT} \times E_2^{OT};$$
$$R_2^{OT} \subset W_{2F}^{OT} \times E_2^{OT}$$

- polowy system sił zbrojnych - realizatora zewnętrznej funkcji SOP:

$$SZ^P = \langle W_{2F}^{OP}, E_2^{OP}, R_2^{OP} \rangle ;$$

gdzie:

$W_{2F}^{OP} = W_{FP}^{OL} \cup W_{FP}^{OP}$ - własność funkcjonalna systemu polowego sił zbrojnych ukierunkowana na realizację funkcji zewnętrznej SOP;

$E_2^{OP} = E_{2L}^{OP} \cup E_{2P}^{OP}$ - realizatorzy własności funkcjonalnych systemu, wojska lądowe i powietrzne - elementy SZ^P;

R_2^{OP} - zbiór powiązań

$$R_2^{OP} = \langle R_W^{OP}, R_E^{OP}, R_{WE}^{OP} \rangle ; \qquad R_W^{OP} \subset W_{2F}^{OP} \times W_{2F}^{OP};$$
$$R_E^{OP} \subset E_2^{OP} \times E_2^{OP};$$
$$R_{WE}^{OP} \subset W_{2F}^{OP} \times W_2^{OP}$$

Systemy te, które właściwie tworzą obecnie jedną całość, charakteryzują się pewnymi wzajemnymi zależnościami i określonymi powiązaniami szczególnie podczas rozwijania tych systemów w okresie zagrożenia i wojny. Jednak poszczególne systemy, działające w różnym czasie i w odmiennych warunkach, posiadają

pewną specyfikę pozwalającą i wymagającą, aby rozpatrywać je w sposób względnie odosobniony.

Możemy więc przedstawić model identyfikacyjny sił zbrojnych za pomocą następującego wyrażenia:

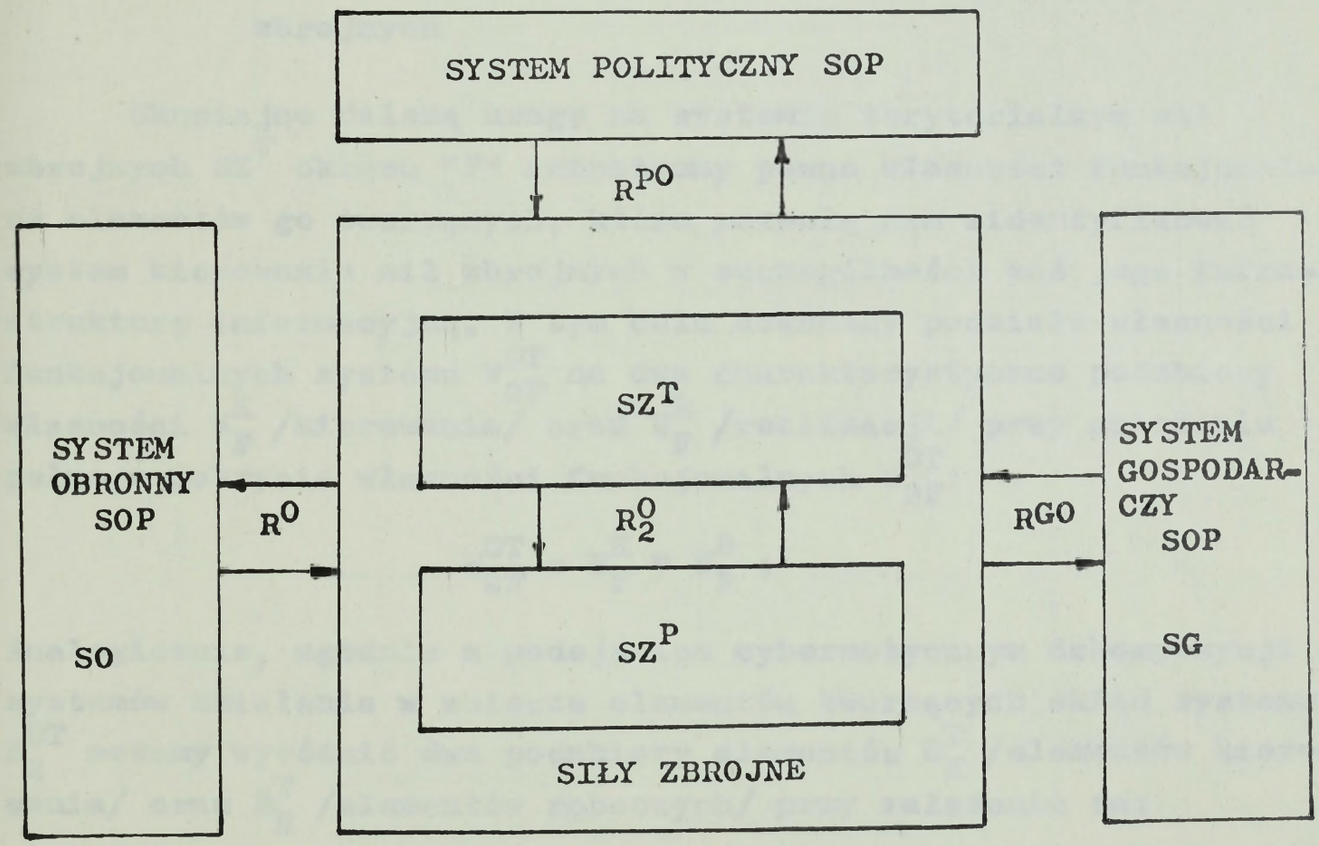
$$SZ = \langle SZ^T, SZ^P, R_2^O \rangle ;$$

gdzie:

SZ^T - system terytorialny sił zbrojnych;
SZ^P - system polowy sił zbrojnych;
R_2^O - zbiór powiązań

$$R_2^O = \langle R_2^{OT}, R_2^{OP} \rangle ;$$

Model identyfikacyjny sił zbrojnych możemy również przedstawić graficznie



Rys. 1.6. Model identyfikacyjny sił zbrojnych

System terytorialny sił zbrojnych SZ^T w okresie "P" obejmuje wszystkie aktualnie istniejące, odpowiednio rozmieszczone i połączone pod względem funkcjonalnym, organizacyjnym i informacyjnym pododdziały, oddziały, związki taktyczne i operacyjne

wojsk, które realizują kompleks zadań /doskonalących PB/, związanych z przygotowaniem sił zbrojnych do działań w okresie "W".

W okresie "W" SZ^T pomniejszony o część sił zbrojnych SZ^P będzie realizował głównie zadania związane z obroną terytorium kraju oraz zasilaniem kadrowym i materiałowo-technicznym wojsk operacyjnych działających na froncie zewnętrznym.

System polowy sił zbrojnych SZ^P wydziela się z sił zbrojnych w okresie "W". Obejmuje on te elementy składowe sił zbrojnych, które przewidziane są do działań na froncie zewnętrznym, wg zasad odmiennych od pozostałych elementów SZ, jednakże jednolitych i wspólnych dla zjednoczonych sił zbrojnych państw stron Układu Warszawskiego.

1.2.3. Opis identyfikacyjny systemu kierowania sił zbrojnych

Skupiając dalszą uwagę na systemie terytorialnym sił zbrojnych SZ^T okresu "P" rozpatrzmy pewne własności funkcjonalne elementów go tworzących, które pozwolą nam zidentyfikować system kierowania sił zbrojnych w szczególności zaś jego infrastrukturę informacyjną. W tym celu dokonamy podziału własności funkcjonalnych systemu W_{2F}^{OT} na dwa charakterystyczne podzbiory własności W_F^K /kierowania/ oraz W_F^R /realizacji/ przy założeniu pełnego pokrycia własności funkcjonalnych W_{2F}^{OT}:

$$W_{2F}^{OT} = W_F^K \cup W_F^R ;$$

Analogicznie, zgodnie z podejściem cybernetycznym dekompozycji systemów działania w zbiorze elementów tworzących skład systemu E_2^{OT} możemy wyróżnić dwa podzbiory elementów E_K^T /elementów kierowania/ oraz E_R^T /elementów roboczych/ przy założeniu że:

$$E_2^{OT} = E_K^T \cup E_R^T ;$$

Na podstawie przeprowadzonych podziałów własności funkcjonalnych W_{2F}^{OT} oraz elementów systemu własności te realizujących, rozważmy dekompozycję modelu identyfikacyjnego systemu terytorialnego sił zbrojnych z uwzględnieniem podejścia cybernetycznego.

Możemy więc zapisać, że:

$$SZ^T = \langle SK, SR, R^{KT} \rangle ;$$

gdzie:

SK - system kierowania;

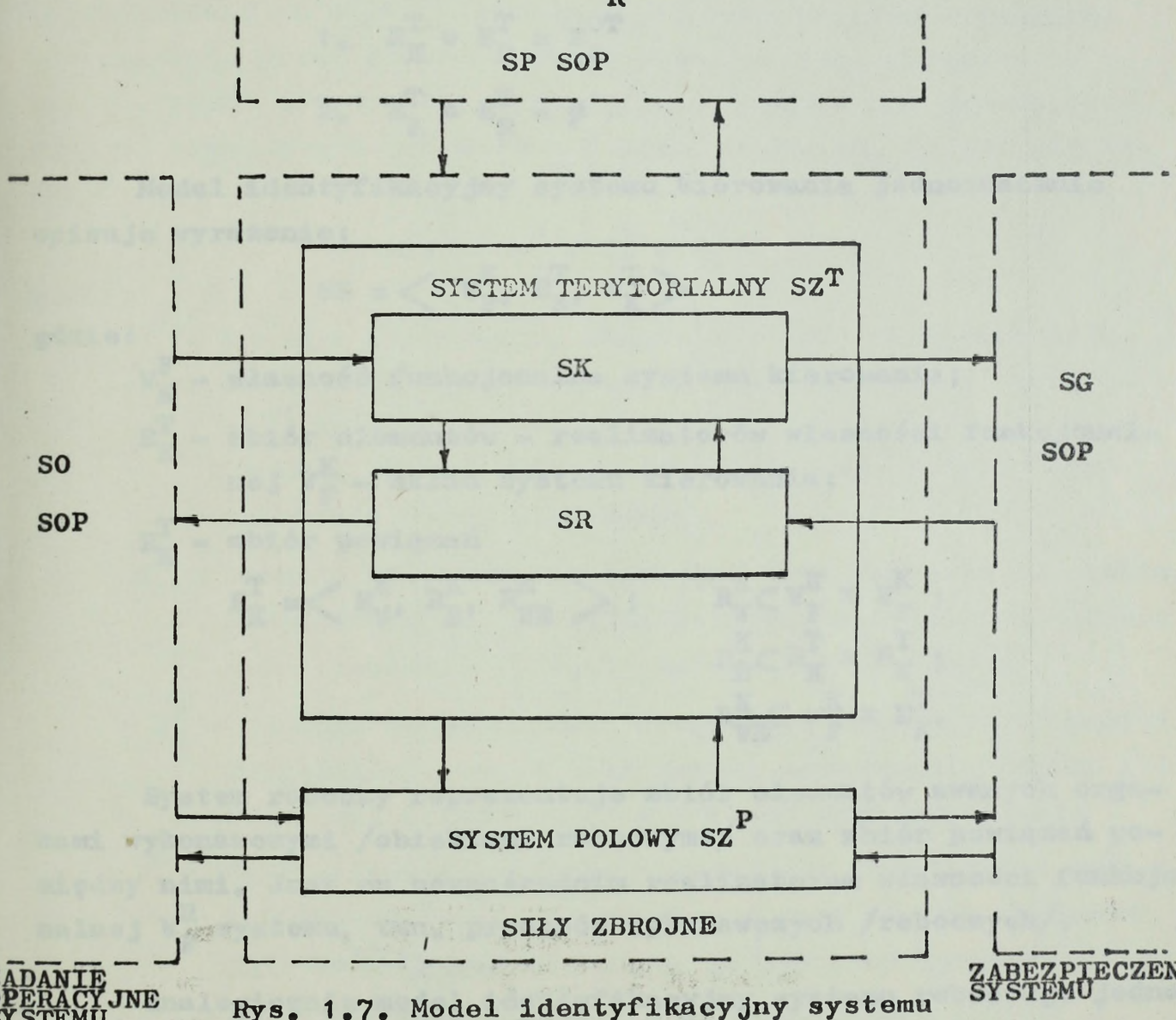
SR - system roboczy;

R^{KT} - zbiór powiązań

$$R^{KT} \subset SK \times SR \quad \text{oraz} \quad R^{KT} = R_K^T \cup R_R^T$$

R_K^T - zbiór powiązań

R_R^T - zbiór powiązań



Rys. 1.7. Model identyfikacyjny systemu terytorialnego SZ

Głównym celem systemu kierowania jest realizacja podstawowej własności funkcjonalnej SZ^T - kształtowania wysokiego poziomu potencjału bojowego wojsk skierowanego na realizację funkcji wewnętrznej SOP - w sferze projektowania działań i zapewnienia warunków ich realizacji.

Projektowanie działań,obejmujące szeroko rozumiane projektowanie struktur, procesów rozwoju i zachowań ma na celu efektywne przygotowanie sił zbrojnych do prowadzenia działań bojowych na froncie wewnętrznym, utrzymanie gotowości sił i środków do wykonywania zadań przed nimi stojących, a także zapewnienie sprawnego rozwinięcia mobilizacyjnego i operacyjnego wojsk.

Cel ten realizowany jest przez organy kierowania $E_K^T \subset E_2^{OT}$ powiązane informacyjno-decyzyjnie z organami roboczymi $E_R^T \subset E_2^{OT}$ systemu terytorialnego SZ^T przy założeniu, że:

1. $E_K^T \cup E_R^T = E_2^{OT}$
2. $E_K^T \cap E_R^T = \emptyset$

Model identyfikacyjny systemu kierowania jednoznacznie opisuje wyrażenie:

$$SK = \langle W_F^K, E_K^T, R_K^T \rangle$$

gdzie:

W_K^F - własność funkcjonalna systemu kierowania;

E_K^T - zbiór elementów - realizatorów własności funkcjonalnej W_F^K - skład systemu kierowania;

R_K^T - zbiór powiązań

$$R_K^T = \langle R_W^K, R_E^K, R_{WE}^K \rangle ; \quad R_W^K \subset W_F^K \times W_F^K ; \quad R_E^K \subset E_K^T \times E_K^T ; \quad R_{WE}^K \subset W_F^K \times E_K^T .$$

System roboczy reprezentuje zbiór elementów zwanych organami wykonawczymi /obiektami roboczymi/ oraz zbiór powiązań pomiędzy nimi. Jest on bezpośrednim realizatorem własności funkcjonalnej W_F^R systemu, tzn. procesów wykonawczych /roboczych/.

Analogicznie model identyfikacyjny systemu roboczego jednoznacznie opisuje wyrażenie:

$$SR = \langle W_F^R, E_R^T, R_R^T \rangle$$

gdzie:

W_F^R - własność funkcjonalna systemu roboczego;

E_R^T - zbiór elementów - realizatorów własności funkcjonalnej W_F^R - skład systemu roboczego;

R_R^T - zbiór powiązań

$$R_R^T = \langle R_W^R, R_E^R, R_{WE}^R \rangle ; \qquad R_W^R \subset W_F^R \times W_F^R ;$$
$$R_E^R \subset E_R^T \times E_R^T ;$$
$$R_{WE}^R \subset W_F^R \times E_R^T$$

Poprzestając na powyższym opisie systemu roboczego należy podkreślić, że na własność funkcjonalną tego systemu, pozwalającą wyodrębnić SR z SZ^T - składa się zakres działań związanych z realizacją przez system funkcji wykonawczych, mających na celu systematyczne doskonalenie gotowości bojowej wojsk przeznaczonych do wykonywania przyszłych działań bojowych. Możemy wię zapisać że:

$$W_F^R = W_1^R \cup W_2^R \cup W_3^R \cup W_4^R$$

gdzie:

W_1^R - funkcja wychowania, obejmująca swym zasięgiem całokształt działalności społeczno-politycznej, partyjnej, kulturalno-oświatowej w wojsku a także kształtowanie odpowiedniego stanu moralnego i dyscypliny wojskowej wśród żołnierzy;

W_2^R - funkcja szkolenia, obejmująca swym zakresem szkolenie ogólnowojskowe, partyjno-polityczne, taktyczno-bojowe oraz szkolenie specjalistyczne sił zbrojnych;

W_3^R - funkcja uzupełnienia, obejmująca całość problematyki uzupełnienia wojsk żołnierzami zawodowymi, służby zasadniczej i rezerwy oraz pracownikami cywilnymi;

W_4^R - funkcja zabezpieczenia, obejmująca całokształt działań związanych z zabezpieczeniem wojsk pod względem materiałowym, technicznym, medycznym i transportowym.

Powyższe funkcje składające się na własność funkcjonalną systemu roboczego są ściśle ze sobą powiązane. Każda z funkcji mimo merytorycznej odrębności może sprzyjać wykonaniu zadań w ramach innej funkcji lub je utrudniać. Z punktu widzenia gotowości bojowej wszystkie funkcje są jednakowo ważne, natomiast w konkretnych sytuacjach jedne z nich będą najczęściej wiodącymi.

Wyróżnienie SR w SZ^T na podstawie własności funkcjonalnych tego systemu ma charakter stricte umowny i może przybierać różne warianty dekompozycji SZ^T na podsystemy kierowania i roboczy. Dla przykładu rozpatrzmy trzy wybrane warianty:

Wariant 1

Polega na wydzieleniu najwyższego szczebla kierowania SZ^T. Tworzy on wówczas SK a pozostałe elementy składu SZ^T wchodzą w skład systemu roboczego.

Wariant 2

Polega na wyodrębnieniu SR składającego się z obiektów /elementów roboczych/ roboczych znajdujących się na najniższym szczeblu SZ^T realizujących podstawowe procesy robocze. Pozostałe elementy składu SZ^T tworzą skład SK dla tak określonego systemu roboczego.

Wariant 3

Polega na wyodrębnieniu SK składającego się z elementów /organów/ więcej niż jednego szczebla kierowania, natomiast skład SR tworzą oprócz obiektów /organów/ roboczych także organy systemu kierowania znajdujące się na wyższych jego szczeblach.

1. Własności funkcjonalne

System kierowania jest realizatorem całokształtu przedsięwzięć przygotowawczych ukierunkowanych na projektowanie działań - przygotowanie i przekazywanie wykonawcom /elementom systemu roboczego/ odpowiednich decyzji - a także wszechstronne zabezpieczenie ich realizacji. Ta własność funkcjonalna systemu kierowania przejawia się w oddziaływaniu na system roboczy - między innymi poprzez projektowanie struktur, procesów oraz rozwoju systemu - w taki sposób aby zachowanie się tego systemu zmierzało do osiągnięcia postawionych przed nim celów i zadań. Oddziaływanie SK na SR odzwierciedlają procesy kierowania, których istotę stanowi decydowanie i informowanie, zaś przejawem tych procesów a zarazem własności funkcjonalnej SK jest realizacja funkcji kierowania.

Możemy więc zapisać, że:

$$W_F^K = W_1^K \cup W_2^K \cup W_3^K \cup W_4^K$$

gdzie:

W_1^K - funkcja planowania, obejmująca swym zakresem:

- prognozowanie,
- gromadzenie informacji, analizę diagnostyczną,
- programowanie /ustalanie celów i środków ich realizacji,/
- bilansowanie, koordynowanie i optymalizację treści planów,
- zestawianie i uzgadnianie planów, doprowadzanie planów do ogniw niższych szczebli;

W_2^K - funkcja organizowania, obejmująca swym zakresem:

- grupowanie zadań i czynności żołnierzy i pracowników cywilnych w komórki, zespoły komórek i jednostki wojskowe,
- przydzielanie zadań i zabezpieczanie w niezbędne środki do ich realizacji;
- kształtowanie więzi współpracy i podległości w organach wykonawczych,
- dobór i rozstawienie kadr kierowniczych /dowódczych/;

W_3^K - funkcja motywacji /pobudzania/, obejmująca swym zakresem:

- informowanie, instruowanie,
- mierzenie wkładu pracy i jej efektów,
- ocenę i rozwój kadr, w tym kierowniczych /dowódczych/,
- wyznaczanie nagród, premii i odznaczeń;
- uruchamianie bodźców pozapłacowych;

W_4^K - funkcja kontroli, obejmująca swym zakresem:

- identyfikację obowiązujących celów i zadań oraz miar ich spełnienia,
- ustalanie procedur kontroli,
- kontrolę wykonywanych zadań i formułowanie merytorycznych zaleceń pokontrolnych;
- formułowanie zaleceń pokontrolnych mających na celu usprawnienie procesów planowania, organizacji i motywacji.

Realizacja wymienionych funkcji kierowania bezpośrednio wpływa na efektywność funkcjonowania całych sił zbrojnych i jest integralnie związana z procesami decyzyjnymi i informacyjnymi zachodzącymi w SK.

Procesy decyzyjne polegają na przekształcaniu, zgodnie z przyjętymi regułami decyzyjnymi informacji /I/ o stanie systemu roboczego oraz wytycznych z nadrzędnego systemu kierowania /NSK/ - w decyzje wykonawcze /D/.

Procesy informacyjne natomiast zabezpieczają odpowiednie warunki informacyjne niezbędne do podejmowania przez SK decyzji wykonawczych.

Powyższe procesy, realizowane w SK stanowią wspólnie z realizacją funkcji kierowania integralną część własności funkcjonalnej systemu.

Możemy więc zapisać, że:

$$W_D^K \subset W_F^K \quad i \quad W_I^K \subset W_F^K \quad oraz \quad W_D^K \cup W_I^K = W_F^K$$

gdzie:

W_D^K - własność decyzyjna SK, określona przez zbiór reguł decyzyjnych obejmujących na ogół kryteria wyboru przez decydentów decyzji optymalnych. Mogą to być w szczególności: czas działania bądź efektywność działania.

Dodajmy przy tym, że decyzje podejmowane przez decydentów można podzielić na:

a/ decyzje - dotyczące celów działania. Są one aktem świadomego wyboru dokonanego przez decydenta,

b/ decyzje - dotyczące środków działania /środków niezbędnych do wykonania decyzji/. Są one wynikiem zastosowania określonej procedury obliczeniowej dla przyjętego matematycznego modelu decyzyjnego;

W_I^K - własność informacyjna SK określona przez realizację najbardziej reprezentatywnych procesów informacyjnych

$$W_I^K = W_{I1}^K \cup W_{I2}^K \cup W_{I3}^K \cup W_{I4}^K$$

gdzie:

W_{I1}^K - proces zbierania informacji;

W_{I2}^K - proces gromadzenia informacji;

W^K_{I3} - proces przetwarzania informacji;

W^K_{I4} - proces przesyłania informacji.

2. Podstawowe elementy

Naczelnym zadaniem organów kierowania /dowodzenia, zarządzania/ w okresie pokoju jest przygotowanie sił zbrojnych do prowadzenia działań na froncie wewnętrznym, utrzymanie gotowości sił i środków do wykonania zadań przed nimi stojących, zapewnienie sprawnego rozwinięcia mobilizacyjnego i operacyjnego sił zbrojnych do wszechstronnego zabezpieczenia tych przedsięwzięć, a także kierowanie wykonaniem pewnych zadań bojowych i quasi bojowych realizowanych w okresie pokoju na rzecz sił zbrojnych oraz obronnego przygotowania i obrony państwa.

Reprezentantami zbioru organów kierowania E^T_K - elementami SK - są zinstytucjonalizowane zespoły ludzkie o odpowiednim przygotowaniu ogólnym i specjalistycznym, wyposażone w niezbędne środki i stosowne uprawnienia kierownicze. Organy te są bezpośrednimi realizatorami własności funkcjonalnej W^K_F systemu.

W zbiorze E^T_K - organów kierowania systemu terytorialnego możemy wyróżnić charakterystyczne podzbiory organów kierowania ze względu na ich rangę i znaczenie a także usytuowanie w wielopoziomowej strukturze hierarchicznej systemu kierowania określonej zbiorem powiązań R^T_K.

Możemy więc zapisać, że:

$$E^T_K = \left\{ E^T_{K1},\ E^T_{K2},\ E^T_{K3},\ E^T_{K4} \right\}$$

gdzie:

E^T_{K1} - centralny organ systemu kierowania sił zbrojnych. Organ ten tworzą instytucje centralne ministerstwa obrony narodowej bezpośrednio podporządkowane ministrowi obrony narodowej. Należą do nich:

- Sztab Generalny WP,
- Główny Zarząd Polityczny WP,
- Główne Kwatermistrzostwo WP,
- instytucje podległe Głównemu Inspektorowi Techniki WP,
- Główny Zarząd Szkolenia Bojowego,

- Departament Kadr,
- Szefostwo Wojskowej Służby Wewnętrznej,
- Inspektorat Obrony Terytorialnej i Wojsk Obrony Wewnętrznej,
- Szefostwa: Wojsk Rakietowych i Artylerii, Obrony Przeciwlotniczej, Łączności, Wojsk Inżynieryjnych i Wojsk Chemicznych,
- Inspekcja Sił Zbrojnych,
- Zarząd Szkolnictwa Wojskowego,
- Gabinet MON,
- Departament Finansów,
- Główna Kontrola Wojskowa,
- Biuro Prawne,
- Sekretariat Komitetu Obrony Kraju,
- Inspektorat Obrony Cywilnej Kraju;

E^T_{K2} - wyższe organy kierowania. Rrezentują je dowództwa okręgów wojskowych i dowództwa rodzajów sił zbrojnych. Ich dowódcy znajdują się w bezpośrednim podporządkowaniu ministra obrony narodowej a jednocześnie są podwładnymi szefów głównych instytucji centralnych MON będących wiceministrami obrony narodowej;

E^T_{K3} - średnie organy kierowania. Reprezentują je dowództwa ogólnowojskowych związków taktycznych, związków taktycznych poszczególnych rodzajów sił zbrojnych, a także dowództwa brygad. Ich dowódcy w zależności od specjalności i przeznaczenia podległego im związku taktycznego podlegają dowódcy okręgu wojskowego lub dowódcy rodzaju sił zbrojnych.

E^T_{K4} - niższe organy kierowania. Reprezentantami tych organów są dowództwa oddziałów i samodzielnych pododdziałów. Ich dowódcy podlegają dowódcom związków taktycznych. Dowódcy samodzielnych oddziałów i pododdziałów są przeważnie podporządkowane dowódcy okręgu wojskowego lub dowódcy rodzaju sił zbrojnych.

Wymienione wyżej organy kierowania SK możemy scharakteryzować z punktu widzenia realizowanych przez ich poszczególne obsady etatowe własności funkcjonalnych. Stosownie do przeprowadzonego podziału tych własności możemy wyróżnić dwa charakterystyczne podzbiory obsad organów kierowania:

- organy kierowania typu dowódczego;
- organy kierowania typu funkcjonalnego /informacyjnego/.

Możemy więc zapisać, że:

$$E_K^T = E_D^K \cup E_I^K$$

gdzie:

E_D^K - zbiór decydentów SK;

E_I^K - zbiór informatorów SK.

Zbiór E_D^K tworzą organy kierowania, które realizują w sposób kompleksowy własność funkcjonalną W_D^K w odniesieniu do całości podległych im wojsk. Podstawowym obowiązkiem organów typu dowódczego jest kształtowanie wysokiego potencjału wojsk, a także kierowanie nimi podczas prowadzenia działań bojowych.

Zbiór E_I^K tworzą organy kierowania, które występują i działają w ramach struktury organizacyjno-funkcjonalnej organów kierowania typu dowódczego lub występują samodzielnie działając według wskazań właściwego dla nich organu typu dowódczego. Ich podstawowym zadaniem jest - realizacja własności funkcjonalnych W_I^K systemu kierowania - kompleksowe zabezpieczenie informacyjne procesów podejmowania decyzji wykonawczych przez organy typu dowódczego.

Zgodnie z przeprowadzonym podziałem własności funkcjonalnych systemu kierowania oraz elementów te własności realizujących na dwa integralnie ze sobą powiązane podzbiory, model identyfikacyjny systemu kierowania możemy przedstawić w następujący sposób:

$$SK = \langle \$^D, \$^K, R^{DI} \rangle$$

gdzie:

$\$^D$ - system decyzyjny SK;

$$\$^D = \langle W_D^K, E_D^K, R_D^K \rangle;$$

$$R_D^K = \langle R_W^D, R_E^D, R_{WE}^D \rangle ; \quad R_W^D \subset W_D^K \times W_D^K;$$

$$R_E^D \subset E_D^K \times E_D^K;$$

$$R_{WE}^D \subset W_D^K \times E_D^K$$

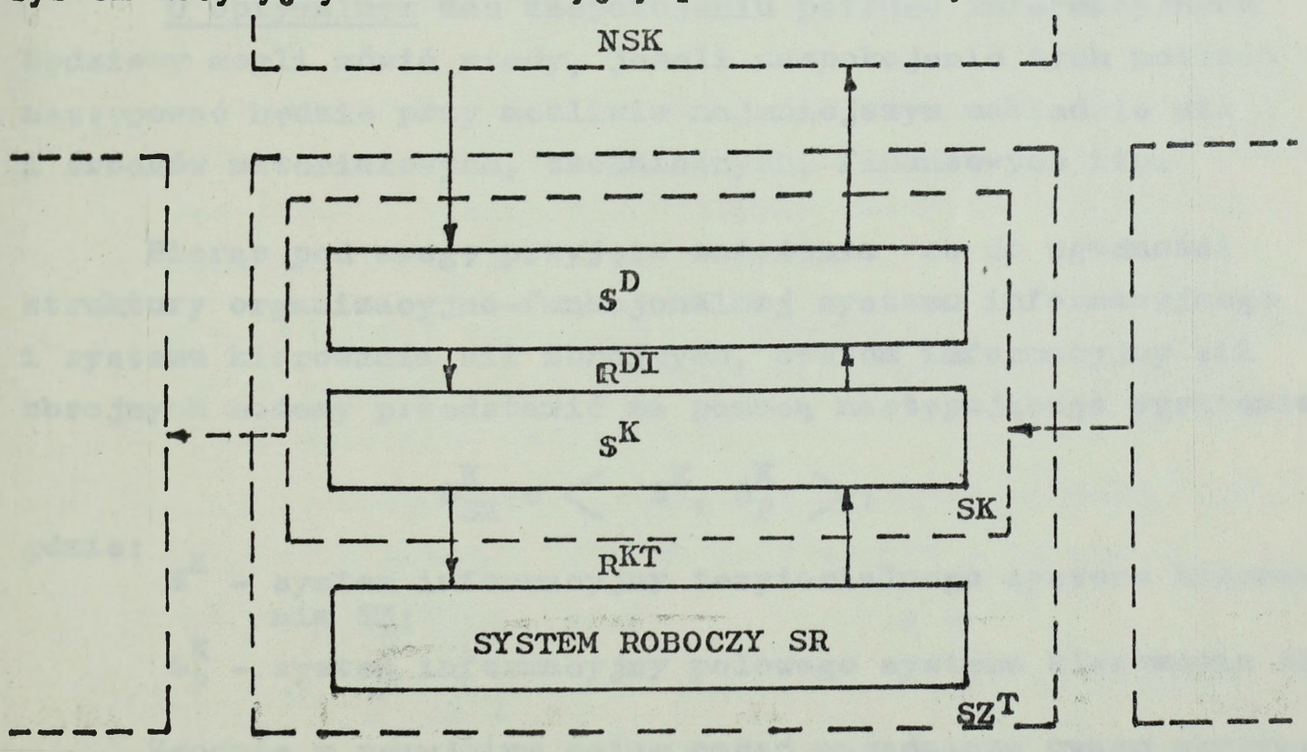
$\$^K$ - system informacyjny SK;

$$\$^K = \langle W_I^K, E_I^K, R_I^K \rangle ;$$

$$R_I^K = \langle R_W^I, R_E^I, R_{WE}^I \rangle ; \qquad R_W^I \subset W_I^K \times W_I^K$$
$$R_E^I \subset E_I^K \times E_I^K$$
$$R_{WE}^I \subset W_I^K \times E_I^K$$

System informacyjny $\$^K$ rozpatrujemy jako system "nałożony" na wieloszczeblową hierarchiczną strukturę systemu kierowania SK, zorientowany na zapewnienie odpowiednich warunków informacyjnych dla realizacji własności funkcjonalnych tego systemu W_F^K poprzez realizację procesów informacyjnych W_I^K. Zabezpiecza więc on system decyzyjny $\$^D$ w niezbędne zasoby informacyjne udostępniane w odpowiednim czasie, zakresie i postaci, stosownie do konkretnych okoliczności i potrzeb aktualnie rozwiązywanych zadań.
W związku z tym jego organizacja /struktury zbiorów i przepływów informacji, struktury funkcjonalno-zadaniowe, struktury techniczne itp./ jest ściśle uzależniona od struktury i zasad funkcjonowania SK.

Model identyfikacyjny SK w postaci zdekomponowanej na system decyzyjny i informacyjny przedstawia rys.



Rys. 1.8. Model identyfikacyjny SK

ROZDZIAŁ 2 - MODEL IDENTYFIKACYJNY OBIEKTU BADAŃ

2.1. Opis identyfikacyjny systemu informacyjnego sił zbrojnych

Zasadniczym celem systemu informacyjnego systemu kierowania sił zbrojnych - a więc jego podstawową własnością funkcjonalną W^K_{FI} - jest zapewnienie odpowiednich warunków do realizacji procesów informacyjnych W^K_I ukierunkowanych na optymalne i pełne zaspokojenie potrzeb informacyjnych zarówno całego systemu kierowania, jak i elementów go tworzących, podczas realizacji własności funkcjonalnych W^K_F systemu.

O pełnym zaspokojeniu potrzeb informacyjnych poszczególnych elementów systemu kierowania będziemy mogli mówić wtedy, jeżeli dany element systemu informacyjnego obsługujący jeden lub więcej elementów systemów kierowania /tzn. mający jeden lub więcej użytkowników/ jest w stanie dostarczyć wszystkich niezbędnych informacji i kalkulacji /w odpowiednim czasie, zakresie i postaci/ potrzebnych do realizacji zadań decyzyjnych.

O optymalnym zaś zaspokojeniu potrzeb informacyjnych będziemy mogli mówić wtedy, jeżeli zaspokojenie tych potrzeb następować będzie przy możliwie najmniejszym nakładzie sił i środków materiałowych, technicznych, finansowych itp.

Biorąc pod uwagę przyjęte założenia co do zgodności struktury organizacyjno-funkcjonalnej systemu informacyjnego i systemu kierowania sił zbrojnych, system informacyjny sił zbrojnych możemy przedstawić za pomocą następującego wyrażenia:

$$\$^K_{SZ} = \langle \$^K, \$^K_P \rangle;$$

gdzie:

$\$^K$ - system informacyjny terytorialnego systemu kierowania SZ;

$\$^K_P$ - system informacyjny polowego systemu kierowania SZ.

Zgodnie z przyjętym celem badań zasadniczą uwagę skupimy na opisie identyfikacyjnym systemu informacyjnego terytorialnego systemu kierowania SZ.

$$S^K = \langle W_{FI}^K, \mathbb{E}^K, R_I^K \rangle ;$$

gdzie:

W_{FI}^K - własności funkcjonalne systemu informacyjnego;

$\mathbb{E}^K$ - zbiór elementów systemu - realizatorów własności funkcjonalnych systemu;

R_I^K - zbiór powiązań.

2.1.1. Własności funkcjonalne

Podstawowe własności funkcjonalne systemu informacyjnego przejawiają się:

ω_1^K - w kompleksowym zabezpieczaniu potrzeb informacyjnych centralnego organu systemu kierowania /organu typu dowódczego/ - obejmującego swym zakresem organizacyjnym kierownictwo i instytucje centralne MON;

ω_2^K - w koordynacji funkcjonalnej - zgodnej z wyróżnionymi elementami składowymi SZ - realizacji procesów informacyjnych ukierunkowanych na zabezpieczenie potrzeb informycyjnych organów kierowania typu dowódczego danego rodzaju SZ;

ω_3^K - w koordynacji dziedzinowej - zgodnej z wyróżnionymi dziedzinami działalności SZ - realizacji procesów informacyjnych w ramach wyróżnionych obszarów koordynacji funkcjonalnej;

ω_4^K - w koordynacji zadaniowej - zadania informacyjne w strukturze procesów informacyjnych realizowanych w ramach danej dziedziny działalności;

ω_5^K - w wykorzystywaniu w procesie rozwiązywania zadań informacyjnych metod i środków informatyki - rozwiązań informatycznych.

Własność funkcjonalną S^K możemy więc opisać następującym wyrażeniem:

$$W_{FI}^K = \{ \omega_1^K, \omega_2^K, \omega_3^K, \omega_4^K, \omega_5^K \} ;$$

2.1.2. Podstawowe elementy

1. Centralny organ systemu informacyjnego E_1^K

Realizatorem podstawowej własności funkcjonalnej systemu informacyjnego - ω_1^K - są organy typu funkcjonalnego /informacyjnego/ centralnego organu systemu kierowania, które powiązane organizacyjnie i funkcjonalno-informacyjnie tworzą centralny organ systemu informacyjnego E_1^K. Jest on najwyższym organem S^K powołanym do kierowania całokształtem realizacji procesów informacyjnych w siłach zbrojnych.

2. Koordynatorzy funkcjonalni E_2^K

Zgodnie z wyróżnionymi elementami składowymi sił zbrojnych - realizatorami własności funkcjonalnej W_{2F}^O - organy typu funkcjonalnego /informacyjnego/ wchodzące w skład tych elementów są realizatorami własności funkcjonalnej - ω_2^K systemu informacyjnego - koordynują zgodnie z zakresem swych uprawnień i obszarem działania realizacją procesów informacyjnych ukierunkowaną na zabezpieczenie potrzeb organów typu dowódczego.
Zbiór tych organów, na który składają się w poszczególnych rodzajach sił zbrojnych wyższe, średnie i niższe organy systemu kierowania typu funkcjonalnego wyznacza koordynatorów funkcjonalnych realizacji procesów informacyjnych w systemie S^K,

Wyróżnić więc możemy odpowiednio:

$e_1^{K2} = E_{K2}^{IL} \cup E_{K3}^{IL} \cup E_{K4}^{IL}$ - koordynator funkcjonalny realizacji procesów informacyjnych w wojskach lądowych;

$e_2^{K2} = E_{K2}^{IP} \cup E_{K3}^{IP} \cup E_{K4}^{IP}$ - koordynator funkcjonalny realizacji procesów informacyjnych w wojskach lotniczych;

$e_3^{K2} = E_{K2}^{IK} \cup E_{K3}^{IK} \cup E_{K4}^{IK}$ - koordynator funkcjonalny realizacji procesów informacyjnych w wojskach OPK;

$e_4^{K2} = E_{K2}^{IM} \cup E_{K3}^{IM} \cup E_{K4}^{IM}$ - koordynator funkcjonalny realizacji procesów informacyjnych w marynarce wojennej.

Koordynacja funkcjonalna realizacji procesów informacyjnych prowadzona jest również w sferze danego obszaru zgodnie z uprawnieniami i obowiązkiem wyższych, średnich i niższych organów systemu kierowania typu funkcjonalnego poszczególnych okręgów wojskowych.

Wyróżnimy więc odpowiednio:

$e_5^{K2} = E_{K2}^{IB} \cup E_{K3}^{IB} \cup E_{K4}^{IB}$ - koordynator funkcjonalny realizacji procesów informacyjnych w POW;

$e_6^{K2} = E_{K2}^{IS} \cup E_{K3}^{IS} \cup E_{K4}^{IS}$ - koordynator funkcjonalny realizacji procesów informacyjnych w SOW;

$e_7^{K2} = E_{K2}^{IW} \cup E_{K3}^{IW} \cup E_{K4}^{IW}$ - koordynator funkcjonalny realizacji procesów informacyjnych w WOW.

Możemy więc zapisać, że:

$$E_2^K = \left\{ e_1^{K2}, e_2^{K2}, e_3^{K2}, e_4^{K2}, e_5^{K2}, e_6^{K2}, e_7^{K2} \right\}$$

3. Dziedziny działalności E_3^K

Wychodząc z charakterystycznych cech działalności i przeznaczenia sił zbrojnych - co jest podstawową własnością funkcjonalną ω_3^K systemu informacyjnego - wyróżnić możemy następujące dziedziny działalności sił zbrojnych w okresie pokoju, w ramach których realizowany jest całokształt procesów informacyjnych:

e_1^{K3} - działalność dowódczo-operacyjna, obejmuje realizację całokształtu zadań w zakresie przygotowania sił i środków oraz terenu do działań wojennych, utrzymania gotowości bojowej wojsk do wykonania postawionych zadań, zapewnienia sprawnego ich rozwinięcia, wszechstronnego zabezpieczenia tych przedsięwzięć oraz bieżącego kierowania działalnością i trybem życia wojskowego, a także organizację procesów dowodzenia wojskami;

e_2^{K3} - działalność polityczno-wychowawcza, obejmuje realizację zadań związanych z pracą partyjną, propagandową i agitacyjną, kulturalno-oświatową, propagandą specjalną, wymiarem sprawiedliwości oraz udziałem w akcjach społecznych i politycznych;

e_3^{K3} - działalność organizacyjno-mobilizacyjna i uzupełnieniowo-kadrowa, obejmuje realizację całokształtu zadań ukierunkowanych na przygotowanie ilościowo-jakościowe sił i środków mobilizacyjnych do ich sprawnego uruchomienia i rozwinięcia na okres "W", odpowiednie przygotowanie i rozdział kadr oraz administrowanie w zakresie uzupełnienia wojsk;

e_4^{K3} - działalność szkoleniowa, obejmuje realizację zadań związanych ze szkoleniem kadr dowódczych i wojsk oraz szkoleniem rezerw, poborowych itp.;

e_5^{K3} - działalność finansowa, obejmuje realizację zadań związanych z zaopatrzeniem finansowym, finansowym pokryciem potrzeb działalności wojska, inwestycji itp.;

e_6^{K3} - działalność materiałowo-techniczna, obejmuje realizację zadań związanych z zabezpieczeniem materiałowo-technicznym działalności wojsk - w sensie produkcji, dostaw bieżących, gromadzenia i odtwarzania rezerw;

e_7^{K3} - działalność kwatermistrzowska, obejmuje realizację zadań związanych z zabezpieczeniem intendenckim, medyczno-sanitarnym oraz komunikacyjnym wojsk a także administrowanie majątkiem wojskowym;

e_8^{K3} - działalność remontowo-produkcyjna, obejmuje całokształt zadań związanych z działalnością wojskowych przedsiębiorstw remontowo-produkcyjnych;

e_9^{K3} - działalność naukowo-badawcza, obejmuje realizację zadań związanych z prowadzeniem przez wojskowe placówki naukowo-badawcze badań podstawowych i stosowanych, jak również całokształt działalności naukowej informacji wojskowej.

Możemy więc zapisać, że E_3^K jest zbiorem składającym się z następujących elementów:

$$E_3^K = \left\{ e_1^{K3}, e_2^{K3}, e_3^{K3}, e_4^{K3}, e_5^{K3}, e_6^{K3}, e_7^{K3}, e_8^{K3}, e_9^{K3} \right\}$$

4. Zadania informacyjne E_4^K

Podstawą każdej dziedziny działalności jest realizacja procesów informacyjnych, których istotą są dane wejściowe - źródłowe /informacje/ oraz ustalone reguły i sposoby jej przetwarzania w wyjściową postać informacyjną, co będziemy nazywać zadaniem informacyjnym /użytkowym/ lub krótko zadaniem systemu. Występowanie zadań informacyjnych, których charakterystyki są określone na podstawie struktury informacyjnej dziedziny działalności realizowanej przez danego koordynatora funkcjonalnego jest istotnym elementem - ω_4^K - własności funkcjonalnej systemu informacyjnego.

Dziedzinę działalności możemy więc zdefiniować jako zespół zadań informacyjnych i relacji /sprzężeń/ zachodzących między nimi, który obejmuje usystematyzowany zbiór danych wejściowych oraz metod ich przetwarzania w wyjściową postać informacji użytkowej, zgodnie z powtymi ujednoliconymi zasadami /algorytmami/.

Charakterystykę zadania informacyjnego $e_d^{K4} \in E_4^K$ możemy więc jednoznacznie przedstawić za pomocą uporządkowanej pary:

$$e_d^{K4} = \langle x, y \rangle ;$$

gdzie:

$x \in X$ - niepusty zbiór pewnej liczby danych jednorodnych /danych dotyczących ustalonej dziedziny działalności/;

$y \in Y$ - niepusty zbiór algorytmów przetwarzania opisanych w zbiorze X.

W praktyce zadania informacyjne mogą być podzielone na 3 grupy, które zasięgiem swoim obejmują:

I - zadania, których usprawnienie realizacji jest celowe i możliwe przy wykorzystaniu metod i środków informatyki;

II - zadania, których usprawnienie realizacji przy wykorzystaniu metod i środków informatyki jest celowe lecz niemożliwe /np. brak odpowiednich środków technicznych informatyki, niezbędnych do ich realizacji/;

III - zadania, których usprawnienie realizacji jest z różnych względów niecelowe.

Ze względu na możliwość wykorzystania metod i środków informatyki w usprawnianiu funkcjonowania systemu informacyjnego w sferze zainteresowań organów /elementów/ systemu informatyzacji znajdują się szczególnie zadania informacyjne grupy I a następnie zadania grupy II - potencjalne obszary zastosowań informatyki.

5. Rozwiązania informatyczne E_5^K

Analiza procesów informacyjnych realizowanych w ramach wyróżnionych dziedzin działalności sił zbrojnych wykazała, że wykonywanie części zadań informacyjnych składających się na daną dziedzinę działalności może być usprawnione przez wykorzystanie metod i środków informatyki.

Zadanie informacyjne, w którym procesy informacyjne składające się na to zadanie są realizowane z wykorzystaniem mechanizmów sprzętowo-programowych informatyki nazywamy rozwiązaniem informatycznym. Występowanie rozwiązań informatycznych w strukturze systemu informacyjnego jest jego istotną własnością funkcjonalną - ω_5^K.

Z punktu widzenia zakresu zastosowań środków i metod informatyki w procesie realizacji zadań informacyjnych możemy wyróżnić następujące rozwiązania informatyczne:

- autonomiczne rozwiązania informatyczne /programy/. Rozwiązania usprawniające wykonanie jednego zadania informacyjnego w danej dziedzinie. W czasie rozwiązywania na EMC zadań tego typu stosuje się najczęściej metodę powszechnie nazywaną tradycyjną, która polega na tym, że ilekroć trzeba rozwiązywać określone zadanie wprowadza się do EMC /względnie wywołuje z pamięci EMC/ stosowny program /programy/ oraz dane wejściowe, odpowiadające określonej sytuacji informacyjnej, a po ich przetworzeniu wyprowadza się wyniki i dostarcza użytkownikowi;
- systemowe rozwiązania informatyczne /systemy informatyczne/. Rozwiązania obejmujące swym zakresem informacyjnym usprawnienie realizacji kilku zadań informacyjnych, składających się na daną dziedzinę działalności. Przy rozwiązywaniu zadań

tego typu wykorzystuje się system programów oraz zbiory informacji służące do rozwiązywania pakietów zadań wycinkowych z danej dziedziny działalności;

- kompleksowe /zintegrowane/ rozwiązania informatyczne. Rozwiązania obejmujące swym zakresem informacyjnym usprawnienie jednego /kilku/ zadań informacyjnych w kilku dziedzinach działalności, bądź w tej samej dziedzinie działalności w różnych obszarach koordynacji funkcjonalnej. W procesie przetwarzania wykorzystuje się kompletne zbiory /biblioteki/ programów użytkowych i organizacyjnych, przygotowanych do rozwiązywania zadań cząstkowych /autonomicznych/ bądź systemowych oraz pełne zbiory informacji podstawowych zorganizowanych w EMC w postaci tzw. wspólnej bazy danych.

Projektowanie, wdrażanie oraz eksploatacja rozwiązań informatycznych znajduje się w centrum zainteresowania organów zajmujących się usprawnianiem systemu kierowania - jego systemu informacyjnego - z wykorzystaniem metod i środków informatyki. Organy te stanowią zasadnicze elementy składowe systemu informatyzacji, systemu którego podstawowym zadaniem jest usprawnianie systemu kierowania działalnością operacyjno-obronną i przedsięwzięciami wszechstronnego jej zabezpieczenia oraz stworzenie warunków do wzrostu efektywności wykorzystania potencjalnych możliwości bojowych posiadanych sił i środków walki poprzez wdrażanie rozwiązań techniczno-technologicznych /rozwiązań informatycznych/ opartych na wykorzystaniu metod i środków informatyki.

2.2. Opis identyfikacyjny systemu informatyzacji sił zbrojnych

Podstawowym celem działania systemu informatyzacji jest informatyczne zabezpieczenie systematycznego podwyższania sprawności organizacyjnej oraz operatywności i skuteczności funkcjonowania poszczególnych ogniw /organów/ i całego systemu kierowania - jego systemu informacyjnego - sił zbrojnych, a także stworzenie warunków do bardziej efektywnego wykorzystania potencjalnych możliwości bojowych posiadanych sił i środków walki.

Biorąc pod uwagę dekompozycję systemu informacyjnego $\$^K_{SZ}$ na system terytorialny $\$^K$ oraz system polowy $\$^K_P$ analogicznie system informatyzacji sił zbrojnych możemy przedstawić za pomocą następującego wyrażenia:

$$\$^I_{SZ} = \langle \$^I, \$^I_P \rangle ;$$

gdzie:

$\$^I$ - system informatyzacji $\$^K$;

$\$^I_P$ - system informatyzacji $\$^K_P$.

Zgodnie z przyjętym celem badań zasadniczą uwagę skupimy na opisie identyfikacyjnym systemu informatyzacji terytorialnego systemu kierowania:

$$\$^I = \langle W^I_{FI}, \mathbb{E}^I, R^I_I \rangle ;$$

gdzie:

W^I_{FI} - własność funkcjonalna systemu informatyzacji;

$\mathbb{E}^I$ - zbiór elementów systemu - realizatorów własności funkcjonalnych systemu;

R^I_I - zbiór powiązań.

2.2.1. Własności funkcjonalne

System informatyzacji jest koordynatorem i realizatorem całokształtu przedsięwzięć związanych z usprawnieniem funkcjonowania $\$^K$ poprzez wdrażanie metod i środków informatyki.

Podstawowe własności funkcjonalne tego systemu przejawiają się w kompleksowym sterowaniu procesem rozwoju informatyki w SZ poprzez:

ω^I_1 - wypracowywanie głównych kierunków i prognoz rozwoju informatyki w siłach zbrojnych oraz opracowywanie planów perspektywicznych w tym zakresie;

- ustalanie szczegółowych zadań dla informatyki wynikających z perspektywicznych wieloletnich i bieżących planów resortu ON;

- sprawowanie merytorycznego i służbowego nadzoru nad sztabowymi i wykonawczymi organami informatyki, a także

stawianie zadań doraźnych przed tymi organami i koordynowanie współpracy między nimi;

- koordynację użycia sił i środków informatyki w przedsięwzięciach projektowo-wdrożeniowych, z uwzględnieniem wysokich efektów użytkowych projektowanych i eksploatowanych rozwiązań informatycznych;
- współdziałanie z armiami państw-członków UW oraz krajowymi instytucjami i organami informatyki w dziedzinie rozwoju zastosowań informatyki w SZ;

ω_2^I - koordynację funkcjonalną realizacji procesów związanych z wdrażaniem metod i środków informatyki poprzez:

- nadzór merytoryczny nad realizacją zadań wynikających z wieloletnich i bieżących planów rozwoju zastosowań informatyki szczebla centralnego i innych dokumentów dyrektywnych w tym zakresie oraz opracowywanie projektów planów rozwoju informatyki na szczeblu OW /RSZ/, a także określanie potrzeb w zakresie zabezpieczenia tych zadań;
- inicjowanie i określanie głównych kierunków prac autonomicznych dla potrzeb OW /RSZ/;
- nadzór nad realizacją prac projektowych, wdrożeniowych i eksploatacyjnych wynikających z planów szczebla centralnego i planów własnych;
- organizację i realizację efektywnej eksploatacji sprzętu informatyki;

ω_3^I - realizację całokształtu zadań w dziedzinie projektowania, wdrażania oraz eksploatacji rozwiązań informatycznych;

ω_4^I - eksploatację środków technicznych informatyki - komputerów i minikomputerów - jako podstawowej bazy technicznej usprawniania systemu kierowania;

ω_5^I - eksploatację użytkową - przy wykorzystaniu posiadanej bazy technicznej - rozwiązań informatycznych.

Własności funkcjonalne systemu informatyzacji możemy więc opisać następującym wyrażeniem:

$$W_{FI}^{I} = \left\{\omega_1^I,\ \omega_2^I,\ \omega_3^I,\ \omega_4^I,\ \omega_5^I\right\}$$

2.2.2. Podstawowe elementy

1. Centralny organ systemu informatyzacji E_1^I

Realizatorem podstawowej własności funkcjonalnej ω_1^I - system informatyzacji w zakresie kierowania rozwojem informatyki w siłach zbrojnych, planowania i realizacji przedsięwzięć z dziedziny informatyki zmierzających do usprawnienia procesów dowodzenia i zarządzania wojskami oraz utrzymywania w tym przedmiocie współpracy z ośrodkami krajowymi i właściwymi organami armii państw-stron UW jest Zarząd XIV - Informatyki Sztabu Generalnego WP.

2. Organy sztabowe systemu informatyzacji E_2^I

Realizatorem własności funkcjonalnej ω_2^I - systemu informatyzacji są organy sztabowe informatyki reprezentowane przez oddziały systemów kierowania oraz wydziały informatyki w sztabach, instytucjach lub innych organach kierowania sił zbrojnych.

3. Organy wykonawcze systemu informatyzacji E_3^I

Realizatorem własności funkcjonalnej ω_3^I - systemu informatyzacji są organy wykonawcze informatyki reprezentowane przez ośrodki przetwarzania informacji, ośrodki obliczeniowe oraz punkty informatyczne.

Podstawowym zadaniem organów wykonawczych informatyki, zgodnie z ich własnością funkcjonalną, jest projektowanie, wdrażanie oraz eksploatacja - przy wykorzystaniu posiadanej techniki komputerowej E_4^I zainstalowanej w tych organach /własność ω_4^I systemu informatyzacji/ - rozwiązań informatycznych E_5^I /własność ω_5^I systemu/.

2.3. Modelowanie

2.3.1. Model identyfikacyjny systemu informacyjnego SZ

Zgodnie z wyróżnionymi własnościami funkcjonalnymi systemu informacyjnego oraz elementami systemu te własności realizującymi, model identyfikacyjny systemu informacyjnego możemy przedstawić w następującej postaci:

$$S^K = \langle C^K, SR^K, R_I^K \rangle;$$

gdzie:

$C^K = \langle W_{FI}^C, E_C^K, R_C^K \rangle$; - centrum informacyjne systemu kierowania;

$W_{FI}^C = \{\omega_1^K\}$ - własność funkcjonalna centrum informacyjnego systemu kierowania;

$E_C^K = E_1^K$ - realizator W_{FI}^C własności funkcjonalnej

$R_C^K \subset R_I^K$; $R_C^K = \langle R_{CW}^K, R_{CE}^K, R_{CWE}^K \rangle$; $R_{CW}^K \subset \omega_1^K \times \omega_1^K$;
$R_{CE}^K \subset E_1^K \times E_1^K$;
$R_{CWE}^K \subset \omega_1^K \times E_1^K$;

$SR^K = \langle W_{FI}^R, E_R^K, R_R^K \rangle$; - system realizacji procesów informacyjnych;

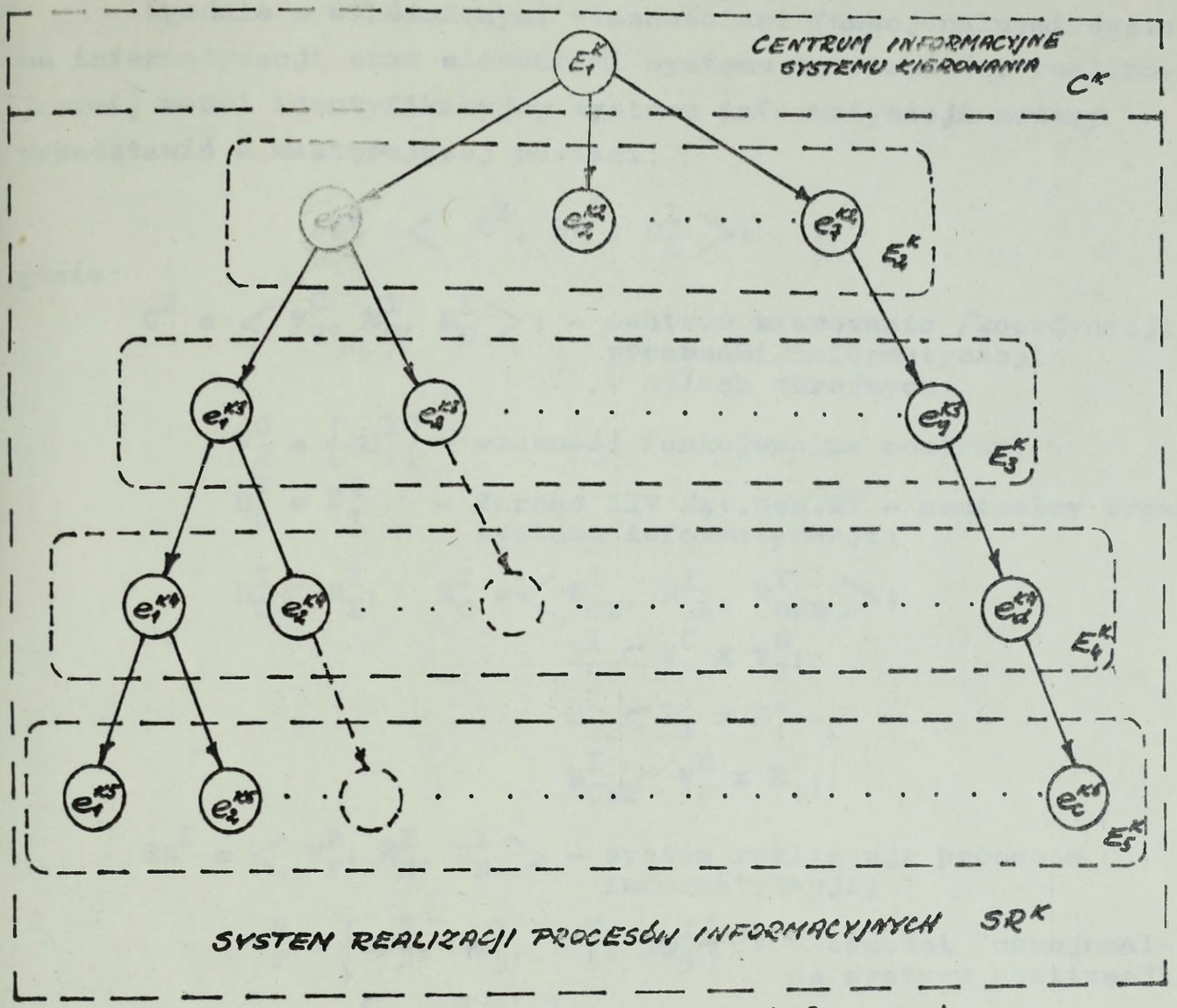
$W_{FI}^R = \{\omega_2^K, \omega_3^K, \omega_4^K, \omega_5^K\}$ - własności funkcjonalne systemu realizacji procesów informacyjnych;

$W_{FI}^R \cup W_{FI}^C = W_{FI}^K$

$E_R^K = \{E_2^K, E_3^K, E_4^K, E_5^K\}$ - elementy systemu realizujące /posiadające/ w/w własności funkcjonalne;

$R_R^K \subset R_I^K$; $R_R^K = \langle R_{RW}^K, R_{RE}^K, R_{RWE}^K \rangle$; $R_{RW}^K \subset W_{FI}^R \times W_{FI}^R$;
$R_{RE}^K \subset E_R^K \times E_R^K$;
$R_{RWE}^K \subset W_{FI}^R \times E_R^K$

Model identyfikacyjny systemu informacyjnego w zdekomponowanej postaci - z uwzględnieniem centrum informacyjnego i systemu realizacji procesów informacyjnych przedstawia rys. 2.1



Rys. 2.1. Model identyfikacyjny systemu informacyjnego

2.3.2. Model identyfikacyjny systemu informatyzacji SZ

System informatyzacji sił zbrojnych $\$^I$ tworzy określony podzbiór elementów strukturalnych SK / $E^I \subset E^T_K$/ zwanych organami informatyki oraz technik i rozwiązań informatycznych /E^I_4, E^I_5/ wzajemnie sprzężonych powiązaniami informacyjno-technologicznymi. Jest on realizatorem specyficznej własności funkcjonalnej W^I_{FI} przejawiającej się w doskonaleniu infosfery SK/$\$^K$/ na drodze przedsięwzięć organizacyjnych, techniczno-ekonomicznych i projektowo-wdrożeniowych związanych z efektywnym wykorzystaniem metod i środków informatyki.

Celem systemu informatyzacji jest więc doskonalenie systemu kierowania sił zbrojnych poprzez usprawnianie /automatyzację/ realizacji zadań informacyjnych realizowanych w tym systemie.

Zgodnie z wyróżnionymi własnościami funkcjonalnymi systemu informatyzacji oraz elementami systemu te własności realizującymi, model identyfikacyjny systemu informatyzacji możemy przedstawić w następującej postaci:

$$S^I = \langle C^I, SR^I, R_I^I \rangle;$$

gdzie:

$C^I = \langle W_F^C, E_C^I, R_C^I \rangle$; - centrum kierowania /koordynacji/ procesami informatyzacji w siłach zbrojnych;

$W_F^C = \{\omega_1^I\}$ - własność funkcjonalna centrum;

$E_C^I = E_1^I$ - Zarząd XIV Szt.Gen.WP - centralny organ systemu informatyzacji;

$R_C^I \subset R_I^I$; $R_C^I = \langle R_{CW}^I, R_{CE}^I, R_{CWE}^I \rangle$;

$R_{CW}^I \subset W_F^C \times W_F^C$;

$R_{CE}^I \subset E_1^I \times E_1^I$

$R_{CWE}^I \subset W_F^C \times E_1^I$;

$SR^I = \langle W_F^R, E_R^I, R_R^I \rangle$ - system realizacji procesów informatyzacji;

$W_F^R = \{\omega_2^I, \omega_3^I, \omega_4^I, \omega_5^I\}$ - własności funkcjonalne systemu realizacji;

$W_F^C \cup W_F^R = W_{FI}^I$

$E_R^I = \{E_2^I, E_3^I, E_4^I, E_5^I\}$ - elementy systemu realizujące /posiadające/ ww własności funkcjonalne;

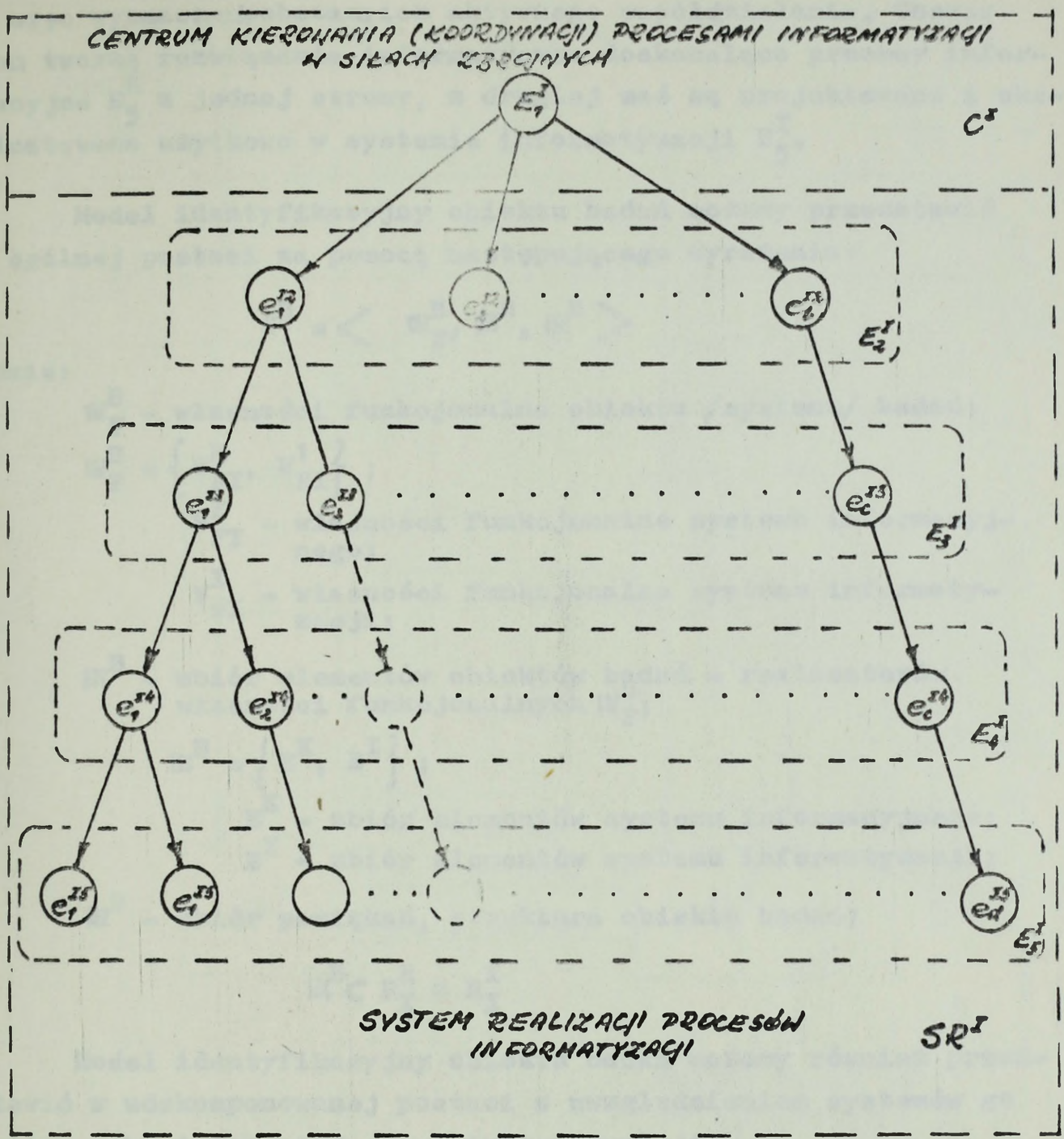
$R_R^I \subset R_I^I$; $R_R^I \cup R_I^C = R_I^I$; $R_R^I = \langle R_{RW}^I, R_{RE}^I, R_{RWE}^I \rangle$;

$R_{RW}^I \subset W_F^R \times W_F^R$;

$R_{RE}^I \subset E_R^I \times E_R^I$;

$R_{RWE}^I \subset W_F^R \times E_R^I$.

Model identyfikacyjny systemu informatyzacji w zdekomponowanej postaci - z uwzględnieniem centrum kierowania /koordynacji/ oraz systemu realizacji procesów informatyzacji przedstawia rys.2.2.



Rys. 2.2. Model identyfikacyjny systemu informatyzacji

Na podstawie modelu identyfikacyjnego systemu informacyjnego i systemu informatyzacji tworzymy model identyfikacyjny obiektu badań. Cechą charakterystyczną prezentowanego poniżej modelu jest dualne rozpatrywanie systemu informacyjnego S^K oraz systemu informatyzacji S^I, jako zamierzony efekt wyróżnienia tych systemów w systemie kierowania sił zbrojnych SK. Zabieg ten pozwala na identyfikację " styku" obu systemów,

a więc wyznaczenie obszaru ich aktywnego współdziałania. Obszar ten tworzą rozwiązania informatyczne doskonalące procesy informacyjne E_5^K z jednej strony, z drugiej zaś są projektowane i eksploatowane użytkowo w systemie informatyzacji E_5^I.

Model identyfikacyjny obiektu badań możemy przedstawić w ogólnej postaci za pomocą następującego wyrażenia:

$$\$^B = \langle \mathbb{W}_F^B, \mathbb{E}^B, \mathbb{R}^B \rangle$$

gdzie:

$\mathbb{W}_F^B$ - własności funkcjonalne obiektu /systemu/ badań;

$\mathbb{W}_F^B = \{ W_{FI}^K, W_{FI}^1 \}$;

W_{FI}^K - własności funkcjonalne systemu informacyjnego;

W_{FI}^I - własności funkcjonalne systemu informatyzacji;

$\mathbb{E}^B$ - zbiór elementów obiektów badań - realizatorów własności funkcjonalnych $\mathbb{W}_F^B$;

$\mathbb{E}^B = \{ E^K, E^I \}$;

E^K - zbiór elementów systemu informacyjnego;

E^I - zbiór elementów systemu informatyzacji;

$\mathbb{R}^B$ - zbiór powiązań, struktura obiektu badań;

$$\mathbb{R}^B \subset R_I^K \cup R_I^I$$

Model identyfikacyjny obiektu badań możemy również przedstawić w zdekomponowanej postaci z uwzględnieniem systemów go tworzących: informacyjnego i informatyzacji:

$$\$^B = \langle \$^K, \$^I, \mathbb{R}^{KI} \rangle$$

gdzie:

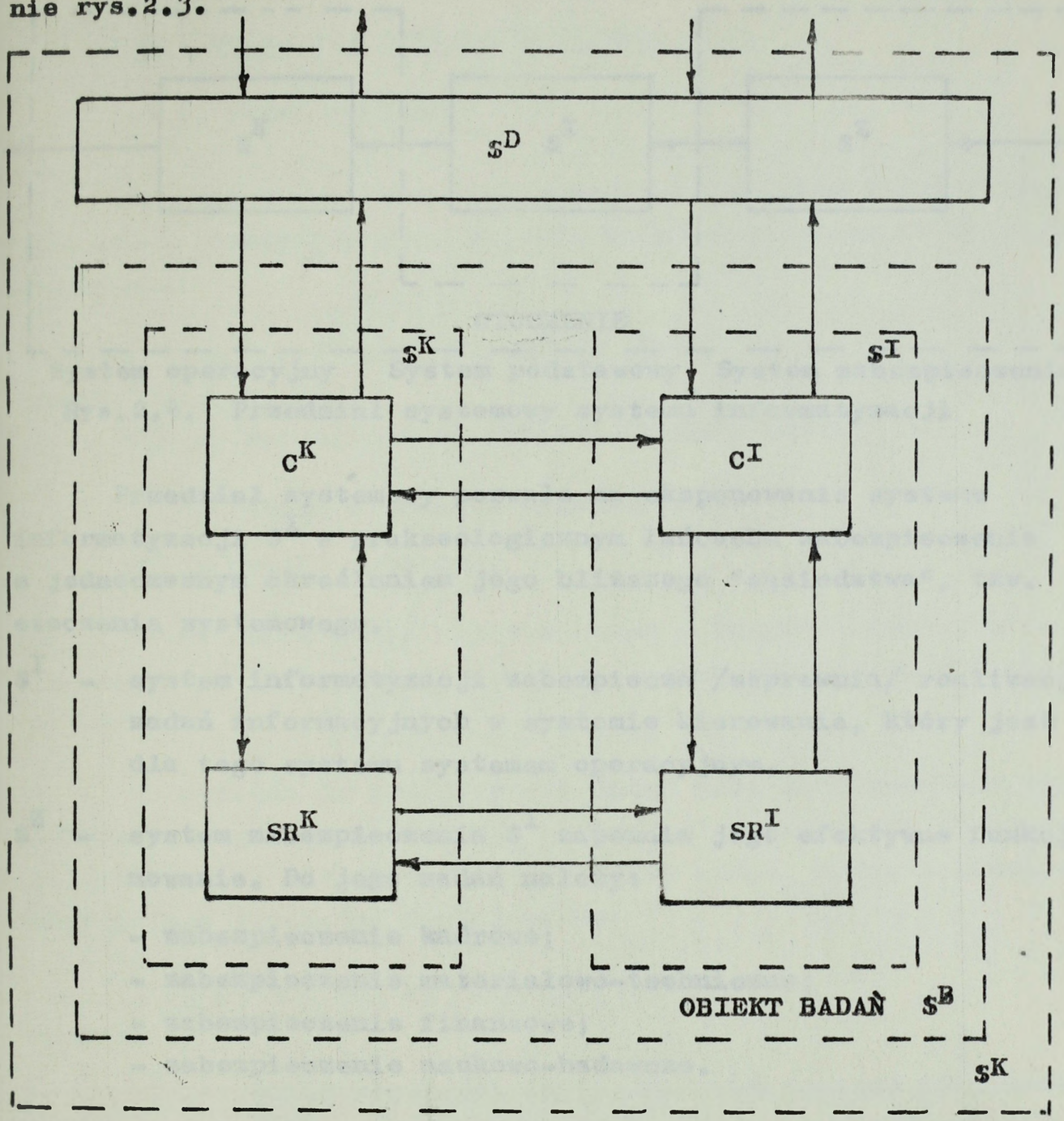
$\$^K$ - system informacyjny;

$\$^I$ - system informatyzacji;

$\mathbb{R}^{KI}$ - zbiór powiązań, struktura obiektu badań;

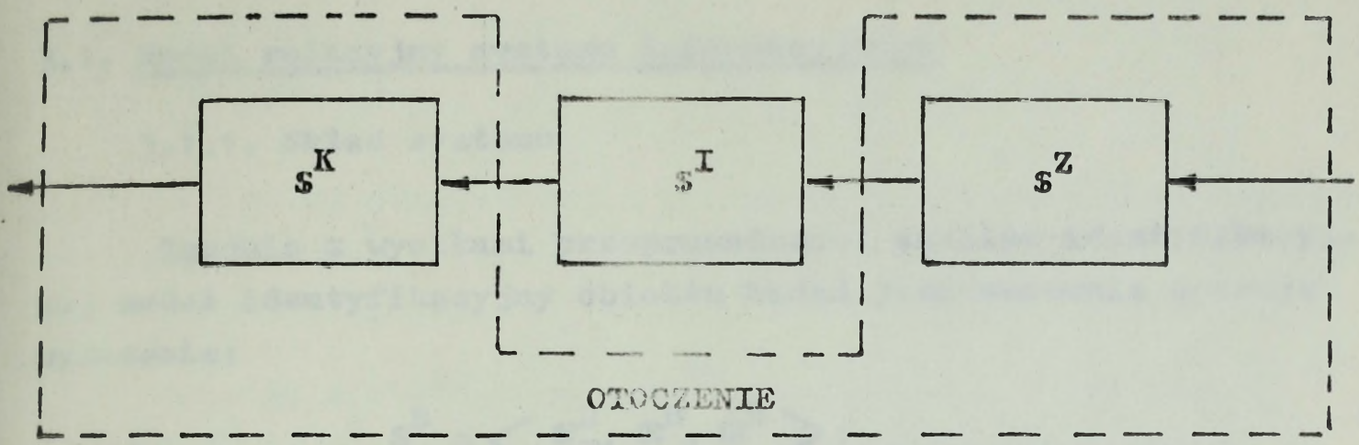
$$\mathbb{R}^{KI} \subset \$^K \times \$^I.$$

Model obiektu badań możemy przedstawić również graficznie rys.2.3.



Rys.2.3. Model identyfikacyjny obiektu badań

Model identyfikacyjny obiektu badań możemy również przedstawić za pomocą ciągu prakseologicznego rys. 2.4.



System operacyjny System podstawowy System zabezpieczenia

Rys.2.4. Przedział systemowy systemu informatyzacji

Przedział systemowy pozwala na eksponowanie systemu informatyzacji ^{I} w prakseologicznym łańcuchu zabezpieczenia z jednoczesnym określeniem jego bliższego "sąsiedztwa", tzw. otoczenia systemowego.

^{I} - system informatyzacji zabezpiecza /usprawnia/ realizację zadań informacyjnych w systemie kierowania, który jest dla tego systemu systemem operacyjnym.

^{Z} - system zabezpieczenia ^{I} zapewnia jego efektywne funkcjonowanie. Do jego zadań należy:

- zabezpieczenie kadrowe;
- zabezpieczenie materiałowo-techniczne;
- zabezpieczenie finansowe;
- zabezpieczenie naukowo-badawcze.

System informatyzacji występuje więc w podwójnej roli jako system zabezpieczenia dla systemu informacyjnego oraz jako system operacyjny dla systemu ^{Z}.

ROZDZIAŁ 3 - MODEL FORMALNY OBIEKTU BADAŃ

3.1. Model relacyjny systemu informacyjnego

3.1.1. Skład systemu

Zgodnie z wynikami przeprowadzonej analizy identyfikacyjnej model identyfikacyjny obiektu badań jednoznacznie opisuje wyrażenie:

$$S^B = \langle W_F^B, E^B, R^B \rangle ;$$

gdzie:

W_F^B - własność funkcjonalna obiektu badań;

E^B - zbiór elementów obiektu badań;

R^B - zbiór sprzężeń.

Zbiór E^B - skład obiektu badań - tworzą elementy niejednorodne o jednoznacznie zdefiniowanych własnościach funkcjonalnych.

Ze względu na przyjęty cel badań przy modelowaniu systemu informacyjnego terytorialnego systemu kierowania sił zbrojnych interesują nas elementy składu obiektu badań, które posiadają następujące własności funkcjonalne:

$$W_F^K = \{ w_1^K, w_2^K, w_3^K, w_4^K, w_5^K \} ;$$

gdzie:

W_F^K - zbiór własności funkcjonalnych systemu informacyjnego

$$W_F^K \subset W_F^B$$

Na zbiorze własności funkcjonalnych systemu informacyjnego W_F^K oraz składzie obiektu badań E^B określona zostaje relacja systemotwórcza[x/] R^{KS}, która każdemu elementowi zbioru

---

x/ Relacja systemotwórcza - określony stosunek /współzależność, związek/ zachodzący między elementami obiektu badań a ich własnościami funkcjonalnymi.

własności funkcjonalnych przyporządkowuje jednoznacznie podzbiór elementów składu obiektu badań posiadających /realizujących/ tę własność funkcjonalną:

$$W_F^K \; |R^{KS} \; |E^B \equiv |R^{KS} \subset W_F^K \times |E^B$$

Elementy składu obiektu badań nie posiadające własności funkcjonalnych opisanych zbiorem W_K^F tworzą otoczenie modelowanego systemu informacyjnego $\mathcal{O}^K$.

Relacja systemotwórcza $|R^{KS}$ określona na elementach zbiorów W_K^F i $|E^B$ dokonała podziału elementów składu obiektu badań na rozłączne klasy podzbiorów - klasy repertuarów elementów równoważnych.

$$E_1^K = \left\{ e_1^{K1}, e_2^{K1}, \dots e_a^{K1} \right\} \qquad a = 1,2,\dots A$$

- repertuar elementów posiadających /realizujących/ ω_1^K własność funkcjonalną - centralny organ systemu;

$$E_2^K = \left\{ e_1^{K2}, e_2^{K2}, \dots e_b^{K2} \right\} \qquad b = 1,2,\dots B$$

- repertuar elementów posiadających /realizujących/ ω_2^K własność funkcjonalną - organ systemu informacyjnego;

$$E_3^K = \left\{ e_1^{K3}, e_2^{K3}, \dots e_c^{K3} \right\} \qquad c = 1,2,\dots C$$

- repertuar elementów posiadających ω_3^K własność funkcjonalną - dziedzina działalności;

$$E_4^K = \left\{ e_1^{K4}, e_2^{K4}, \dots e_d^{K4} \right\} \qquad d = 1,2, \dots D$$

- repertuar elementów posiadających ω_4^K własność funkcjonalną - zadanie informacyjne;

$$E_5^K = \left\{ e_1^{K5}, e_2^{K5}, \dots e_f^{K5} \right\} \qquad f = 1,2,\dots F$$

- repertuar elementów posiadających ω_5^K własność funkcjonalną - rozwiązanie informatyczne;

$$\mathcal{O}^K = \left\{ e_1^{K0}, e_2^{K0}, \dots e_g^{K0} \right\} \qquad g = 1,2,\dots G$$

- repertuar elementów otoczenia systemu informacyjnego - podzbiór takich elementów obiektu badań i relacji na nich określonych, które nie należą do systemu, a tylko nań oddziaływują lub same są przedmiotem oddziaływania systemu.

Elementowy repertuar maksymalny systemu - skład systemu informacyjnego tworzy suma klas jego repertuarów elementowych

$$\mathbb{E}^K = \left\{ E_1^K \cup E_2^K \cup E_3^K \cup E_4^K \cup E_5^K \right\};$$

gdzie:

$\mathbb{E}^K$ - elementowy repertuar maksymalny systemu informacyjnego.

Zakładamy, że spełnione są warunki:

1. Istnienia repertuarów:

$$\mathbb{E}^K \neq \emptyset$$

2. Niepustości repertuarów $\bigwedge_{\mathbb{E}_i^K \in E^K} E_i^K \neq 0 \qquad i = \overline{1,5}$

3. Pełnego pokrycia składu obiektu badań

$$E_1^K \cup E_2^K \cup E_3^K \cup E_4^K \cup E_5^K \cup \mathbb{O}^K = \mathbb{E}^B$$

4. Rozłączności repertuarów:

$$E_1^K \cap E_2^K \cap E_3^K \cap E_4^K \cap E_5^K \cap \mathbb{O}^K = \emptyset$$

Zatem, repertuary elementów równoważnych E_1^K, E_2^K, E_3^K, E_4^K, E_5^K, $\mathbb{O}^K$ są podzbiorami właściwymi składu obiektu badań $\mathbb{E}^B$, a więc liczba elementów $\mathbb{E}^B$ jest równa sumie liczb elementów w poszczególnych klasach repertuarów.

$$N = a + b + c + d + f + g$$

Model relacyjny systemu informacyjnego $\$^K$ jednoznacznie więc opisuje para uporządkowana:

$$\$^K = \langle \mathbb{E}^K, \mathbb{R}^{KST} \rangle;$$

gdzie:

$\mathbb{R}^{KST}$ - zbiór relacji strukturotwórczych - relacji binarnych[x] określonych na repertuarze maksymalnym systemu,

---

x/ Relacja binarna - podzbiór produktu kortezjańskiego zbiorów X i Y, tj. zbiorów elementów $x \in X$ i elementów $y \in Y$, czyli podzbiór zbioru par uporządkowanych takich, że poprzednik pary /x,y/ należy do X a następnik do Y. Relacja binarna poprzez uporządkowanie elementów składu systemu charakteryzuje w spósb jednoznaczny strukturę systemu zdolną do wypełnienia funkcji określonej celem badań.

powodujących uporządkowanie elementów składu systemu w zorganizowaną strukturę[x/] spełniającą funkcję określoną celem badań;

$\mathbb{E}^K$ - elementowy repertuar maksymalny systemu informacyjnego.

Zbiór relacji strukturotwórczych systemu informacyjnego składa się z następujących elementów:

$$\mathbb{R}^{KST} = \left\{ R^{KH}, R^{KK}, R^{KP}, R^{KZ} \right\};$$

gdzie:

R^{KH} - relacja hierarchii;
R^{KK} - relacja kompetencji;
R^{KP} - relacja komplementarności;
R^{KZ} - relacja zabezpieczenia.

Elementy składu systemu $\mathbb{E}^K$ znajdują się również w relacjach powierzchni z elementami podzbioru obiektu badań - $\mathbb{O}^K$ - otoczeniem systemu informacyjnego. Zbiór relacji powierzchni $\mathbb{R}_B^K$ składa się z następujących elementów:

$$\mathbb{R}_B^K = \left\{ R_K^A, R_K^Z, R_K^E, R_K^P, R_K^I \right\};$$

gdzie:

R_K^A - relacja analityczna;
R_K^Z - relacja zasileniowo-informacyjna;
R_K^E - relacja eksploatacyjna;
R_K^P - relacja potrzeb;
R_K^I - relacja informowania.

3.1.2. Relacje strukturotwórcze

3.1.2.1. Relacja hierarchii

Relację hierarchii definiujemy na elementach repertuarów:

E_1^K - centralny organ systemu;

---

x/ Struktura - odpowiednie uporządkowanie elementów.

E_2^K - organy systemu informacyjnego /koordynatorzy funkcjonalni/.

Relację tę można wyrazić w postaci wektora, którego początek /punkt zaczepienia wektora/ wskazuje na element podrzędny /organ systemu informacyjnego - koordynatora funkcjonalnego/ a koniec wektora na element nadrzędny - centralny organ systemu

$$e_i R^{KH} e_j = \overrightarrow{e_i e_j} \qquad e_i \neq e_j$$

gdzie:

$\overrightarrow{e_i e_j}$ - tak zapisany wektor nazywamy wektorem podległości.

Za pomocą wektorów podległości możemy opisać relację szczególną elementów repertuarów E_1^K i E_2^K - relację hierarchii.

Relację hierarchii uporządkowanych par elementów repertuarów E_1^K i E_2^K zapisujemy

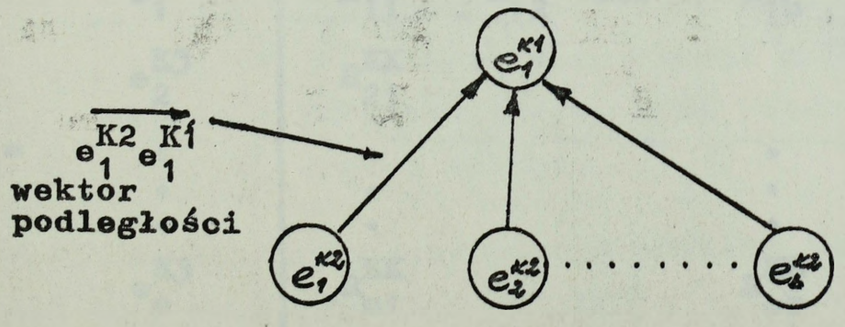
$$E_2^K \; R^{KH} \; E_1^K \equiv R^{KH} \qquad E_2^K \times E_1^K$$

Relacja hierarchii wyznacza ciąg wektorów podległości

$$\overrightarrow{e_b^{K2} \; e_a^{K1}} \qquad e_a^{K1} \in E_1^K \; ; \quad e_b^{K2} \in E_2^K$$

jednoznacznie określających podległość organów systemu informacyjnego /koordynatorów funkcjonalnych/ - centralnemu organowi systemu.

Zbiór uporządkowanych par elementów wyznaczonych przez relację hierarchii R^{KH} na bazie elementów repertuarów E_1^K i E_2^K - - ciąg wektorów podległości - nazywamy relacyjnym repertuarem hierarchicznym systemu informacyjnego i oznaczamy E_{1R}^K



3.1.2.2. Relacja kompetencji

Kompetencją danego organu systemu informacyjnego /koordynatora funkcjonalnego/ nazywamy zakres problemowy /rzeczowy/ i terytorialny spraw, czyli dziedzin działalności należnych do jego obowiązków i uprawnień, określony odpowiednimi przepisami /normami/ działania.

Relację kompetencji R^{KK} definiujemy na bazie elementów repertuarów E_2^K - organów systemu informacyjnego - i E_3^K dziedzin działalności.

Relację kompetencji uporządkowanych par elementów repertuarów E_3^K i E_2^K

$$E_3^K \, R^{KK} \, E_2^K \equiv R^{KK} \subset E_3^K \times E_2^K$$

możemy przedstawić za pomocą macierzy sprzężeń - macierzy kompetencji M_{KK} - w której:

- wiersze reprezentują elementy repertuaru organów systemu informacyjnego E_2^K

$$E_2^K = \left\{ e_1^{K2}, e_2^{K2} \dots e_b^{K2} \right\} \qquad b = 1,2,\dots B$$

- kolumny prezentują elementy repertuaru dziedzin działalności E_3^K

$$E_3^K = \left\{ e_1^{K3}, e_2^{K3} \dots e_c^{K3} \right\} \qquad c = 1,2,\dots C$$

$M_{KK} =$

E_3^K \ E_2^K	e_1^{K2}	e_2^{K2}	...	e_b^{K2}
e_1^{K3}	R_{11}^{KK}	R_{12}^{KK}	...	R_{1b}^{KK}
e_2^{K3}	R_{21}^{KK}			
.	.			.
.	.			.
.	.			.
e_c^{K3}	R_{c1}^{KK}			R_{cb}^{KK}

Elementy macierzy mogą przyjmować wartości

$$R_{cb}^{KK} \begin{cases} 1 - \text{gdy } e_b^{K2} \in E_2^K \text{ organ systemu informacyjnego posiada kompetencje w } e_c^{K3} \in E_3^K \text{ dziedzinie działalności} \\ 0 - \text{w przeciwnym przypadku.} \end{cases}$$

Gdy dany organ systemu informacyjnego /koordynator funkcjonalny/ posiada kompetencje w określonej dziedzinie działalności, to mówimy, że ta dziedzina działalności wspiera kompetencje organ - koordynatora funkcjonalnego - systemu informacyjnego.

Relację kompetencji R^{KK} możemy wyrazić w postaci wektora kompetencji, którego początek /punkt zaczepienia/ wskazuje na dziedzinę działalności a koniec na koordynatora funkcjonalnego systemu informacyjnego

$$e_c^{K3} \; R^{KK} \; e_b^{K2} \equiv \overrightarrow{e_c^{K3} \; e_b^{K2}}$$

gdzie: $\overrightarrow{e_c^{K3} \; e_b^{K2}}$ - tak zapisany wektor nazywamy wektorem kompetencji.

Określonemu elementowi repertuaru organów systemu informacyjnego E_2^K, może być przyporządkowany więcej niż jeden element repertuaru E_3^K - dziedzin działalności /sprzężenie elementów w kolumnie macierzy $|M_{KK}|$/. Istnieje więc wtenczas ciąg wektorów kompetencji, które kończą się w jednym punkcie, którym jest organ systemu - koordynator funkcjonalny. Ciąg ten wyznacza bazę /zakres/ kompetencyjną danego organu systemu informacyjnego.

$$K_1^K = /\overrightarrow{e_1^{K3} e_1^{K2}}, \; \overrightarrow{e_2^{K3} e_1^{K2}}, \; \ldots \; \overrightarrow{e_c^{K3} e_1^{K2}}/ \quad c = \overline{1,C}$$

gdzie:

K_1^K - zespół elementów repertuaru dziedzin działalności będących w relacji kompetencji z $e_1^{K2} \in E_2^K$ - organem systemu informacyjnego. Baza /zakres/ kompetencyjny $e_1^{K2} \in E_2^K$ organu systemu.

Bazę /zakres/ kompetencyjny organu systemu informacyjnego jednoznacznie definiuje /wyznacza/ kolumna macierzy kompetencji $|M_{KK}$

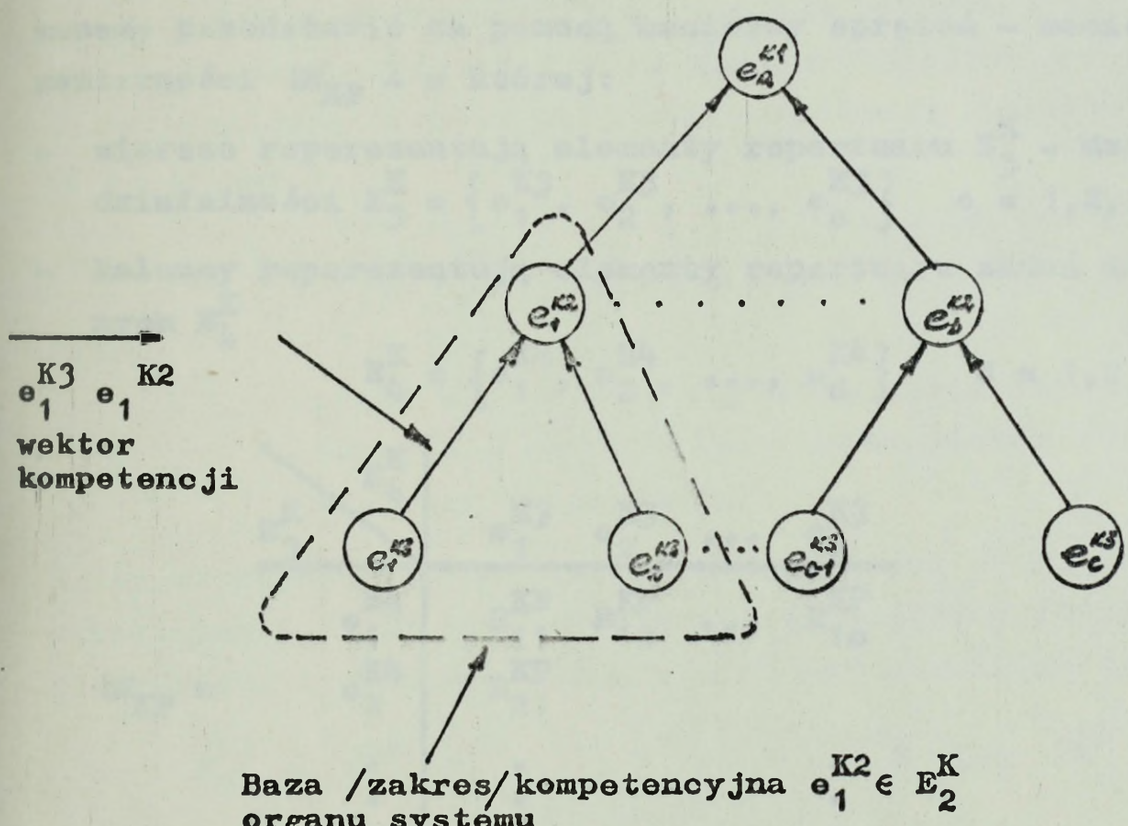
$$K_1^K = /R_{11}^{KK},\ R_{21}^{KK},\ \ldots\ R_{c1}^{KK}/ \quad \text{dla} \quad R_{c1}^{KK} \neq 0$$

zapis

$$R_{c1}^{KK} \equiv \overrightarrow{e_c^{K2}\ e_1^{K2}} \quad \text{gdy} \quad R_{c1}^{KK} = 1$$

Relacja kompetencji zdefiniowana na elementach repertuarów E_2^K i E_3^K jednoznacznie określa relacyjny repertuar kompetencyjny organów systemu E_{2R}^K bazę /zakres/ kompetencyjną organów systemu informacyjnego.

$$E_{2R}^K = K_1^K \cup K_2^K \cup \ldots \cup K_b^K \qquad b = \overline{1,B}$$



3.1.2.3. Relacja komplementarności

Dziedzinę działalności - koordynatora funkcjonalnego organu systemu informacyjnego - jednoznacznie charakteryzuje zbiór określonego rodzaju zadań informacyjnych typowych dla danej dziedziny działalności. Rodzaj metod stosowanych do rozwiązywania tych zadań może być różny i zależy przede wszystkim od stopnia złożoności realizowanych w danej dziedzinie procesów

informacyjnych oraz funkcjonalnych właściwości dostępnego sprzętu. Ze względu na cel badań rozpatrujemy tylko te zadania, których rozwiązanie jest celowe i możliwe przy wykorzystaniu środków i metod informatyki.

Relację komplementarności R^{KP} definiujemy na bazie elementów repertuarów E_3^K - dziedzin działalności i E_4^K - zadań informacyjnych.

Relację komplementarności uporządkowanych par elementów repertuarów E_4^K i E_3^K

$$E_4^K \; R^{KP} \; E_3^K \equiv R^{KP} \subset E_4^K \times E_3^K$$

możemy przedstawić za pomocą macierzy sprzężeń - macierzy komplementarności $|M_{KP}$ - w której:

- wiersze reperezentują elementy repertuaru E_3^K - dziedzin działalności $E_3^K = \{e_1^{K3}, e_2^{K3}, \ldots, e_c^{K3}\}$ $c = 1,2,\ldots C$,
- kolumny reperezentują elementy repertuaru zadań informacyjnych E_4^K

$$E_4^K = \{e_1^{K4}, e_2^{K4}, \ldots, e_d^{K4}\} \qquad d = 1,2,\ldots D$$

$|M_{KP} =$

E_3^K \ E_4^K	e_1^{K3}	e_2^{K3}	...	e_c^{K3}
e_1^{K4}	R_{11}^{KP}	R_{12}^{KP}	...	R_{1c}^{KP}
e_2^{K4}	R_{21}^{KP}			
⋮	⋮			⋮
e_d^{K4}	R_{d1}^{KP}			R_{dc}^{KP}

Elementy macierzy mogą przyjmować wartości

$$R_{dc}^{KP} = \begin{cases} 1 - \text{gdy } e_c^{K3} \in E_3^K \text{ dziedzina działalności jest komplementarna z } e_d^{K4} \in E^K \text{ zadaniem informacyjnym.} \\ 0 - \text{w przeciwnym przypadku.} \end{cases}$$

Relację komplementarności R^{KP} możemy wyrazić również w postaci wektora komplementarności, którego początek /punkt zaczepienia/ wskazuje na zadanie informacyjne a koniec na dziedzinę działalności, z którą to zadanie informacyjne jest komplementarne.

$$e_d^{K4} \; R^{KP} \; e_c^{K3} \equiv \overrightarrow{e_d^{K4} \; e_c^{K3}}$$

gdzie:

$\overrightarrow{e_d^{K4} \; e_c^{K3}}$ - tak zapisany wektor nazywamy wektorem komplementarności.

Dowolna dziedzina działalności $e_c^{K3} \in E_3^K$ może być w relacji komplementarności z więcej niż jednym elementem repertuaru E_4^K - zadaniem informacyjnym. Istnieje więc ciąg wektorów komplementarności kończących się w jednym punkcie - ciąg ten wyznacza zbiór zadań informacyjnych komplementarnych z daną dziedziną działalności koordynatora funkcjonalnego /organu/ systemu informacyjnego.

$$K_1^{KP} = /\overrightarrow{e_1^{K4} \; e_2^{K3}}, \; \overrightarrow{e_2^{K4} \; e_1^{K3}}, \; \ldots, \; \overrightarrow{e_d^{K4} \; e_1^{K3}}/ \qquad d = \overline{1,D}$$

gdzie:

K_1^{KP} - zespół elementów repertuaru zadań informacyjnych będących w relacji komplementarności z $e_1^{K3} \in E_3^K$ dziedziną działalności.

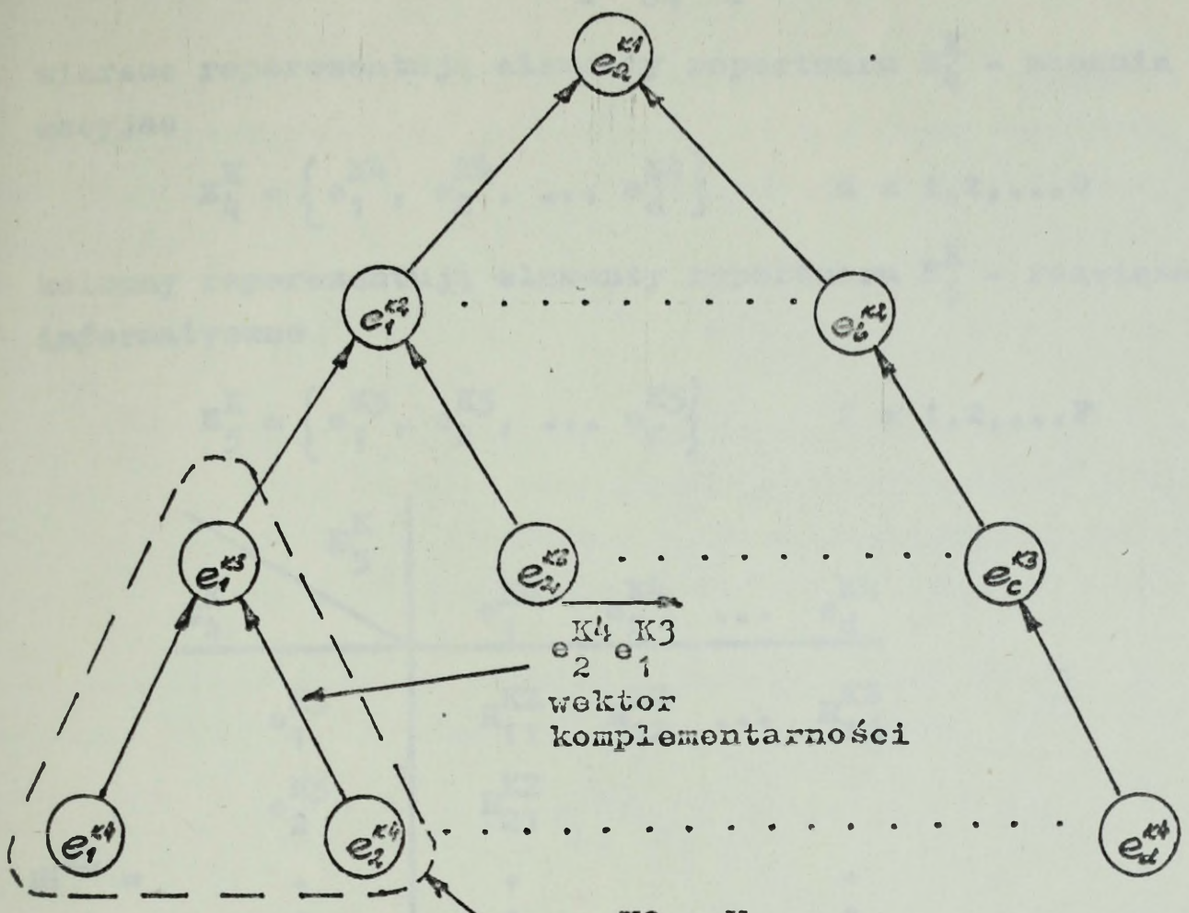
Zbiór komplementarnych zadań informacyjnych danej dziedziny działalności /bazę komplementarności dziedziny działalności/ jednoznacznie wyznacza kolumna macierzy komplementarności $\|M^{KP}$

$$K_1^{KP} = /R_{11}^{KP}, \; R_{21}^{KP}, \ldots, \; R_{d1}^{KP}/ \quad d = \overline{1,D} \quad \text{gdy} \quad R_{d1}^{KP} = 1$$

zapis $R_{d1}^{KP} \equiv \overrightarrow{e_d^{K4} e_1^{K3}}$ gdy $R_{d1}^{KP} = 1$

Relacja komplementarności zdefiniowana na elementach repertuarów E_4^K i E_3^K jednoznacznie określa relacyjny reperutar komplementarności E_{3R}^K - bazę komplementarności dziedzin działalności koordynatorów funkcjonalnych systemu informacyjnego.

$$E_{3R}^K = \left\{ K_1^{KP} \cup K_2^{KP} \cup \ldots K_c^{KP} \right\} \qquad c = 1,2..C$$



Baza komplementarności $e_1^{K3} \in E_3^K$ dziedziny działalności

3.1.2.4. Relacja zabezpieczenia

Rozwiązania informatyczne zapewniają systematyczne podwyższanie sprawności organizacyjnej i skuteczności funkcjonowania organów systemu informacyjnego poprzez wykorzystanie w procesie rozwiązywania zadań informacyjnych w poszczególnych dziedzinach działalności metod i środków informatyki.

Relację zabezpieczenia R^{KZ} definiujemy na bazie elementów repertuarów E_4^K - zadań informacyjnych i E_5^K - rozwiązań informatycznych.

Relację zabezpieczenia uporządkowanych par elementów repertuarów E_5^K i E_4^K

$$E_4^K \; R^{KZ} \; E_5^K \equiv R^{KZ} \subset E_4^K \times E_5^K$$

możemy przedstawić za pomocą macierzy sprzężeń - macierzy zabezpieczeń M^{KZ} - w której:

- wiersze reperezentują elementy repertuaru E_4^K - zadania informacyjne

$$E_4^K = \left\{ e_1^{K4}, e_2^{K4}, \dots e_d^{K4} \right\} \qquad d = 1,2,\dots D$$

- kolumny reperezentują elementy repertuaru E_5^K - rozwiązania informatyczne

$$E_5^K = \left\{ e_1^{K5}, e_2^{K5}, \dots e_f^{K5} \right\} \qquad f = 1,2,\dots F$$

$$|M^{KZ} = \begin{array}{c|cccc} E_4^K \backslash E_5^K & e_1^{K4} & e_2^{K4} & \dots & e_d^{K4} \\ \hline e_1^{K5} & R_{11}^{KZ} & R_{12}^{KZ} & \dots & R_{1d}^{KZ} \\ e_2^{K5} & R_{21}^{KZ} & & & \\ \vdots & \vdots & & & \vdots \\ e_f^{K5} & R_{f1}^{KZ} & & & R_{fd}^{KZ} \end{array}$$

Elementy macierzy mogą przyjmować wartości

$$R_{fd}^{KZ} = \begin{cases} 1 - \text{gdy } e_d^{K4} \in E_4^K \text{ zadanie informacyjne jest rozwiązywane /zabezpieczane/ przez } e_f^{K5} \in E_5^K \text{ rozwiązanie informatyczne.} \\ 0 - \text{w przeciwnym przypadku.} \end{cases}$$

Relację zabezpieczenia możemy zapisać również w postaci wektora zabezpieczenia, którego początek /punkt zaczepienia/ wskazuje na rozwiązanie informatyczne a koniec na zadanie informacyjne zabezpieczane /usprawniane/ przez to rozwiązanie informatyczne.

$$e_f^{K5} \; R^{KZ} e_d^{K4} \equiv \overrightarrow{e_f^{K5} \; e_d^{K4}}$$

gdzie:

$\overrightarrow{e_f^{K5} e_d^{K4}}$ - tak zapisany wektor nazywamy wektorem zabezpieczenia.

Dowolne zadanie informacyjne może być w relacji zabezpieczenia z więcej niż jednym rozwiązaniem informatycznym.

W tym przypadku relacja zabezpieczenia R^{KZ} wyznacza ciąg wektorów zabezpieczenia kończących się w jednym punkcie - ciąg ten opisuje bazę rozwiązań informatycznych danego zadania informacyjnego.

$$K_1^{KZ} = /\overrightarrow{e_1^{K5}\ e_1^{K4}},\ \overrightarrow{e_2^{K5}\ e_1^{K4}} \ \dots\ \overrightarrow{e_f^{K5}\ e_1^{K4}}/ \qquad f = 1,\dots F$$

gdzie:

K_1^{KZ} - zespół elementów repertuaru rozwiązań informatycznych zabezpieczających rozwiązywanie $e_1^{K4} \in E_4^K$ zadania informacyjnego. Baza rozwiązań informatycznych $e_1^{K4} \in E_4^K$ zadania informacyjnego.

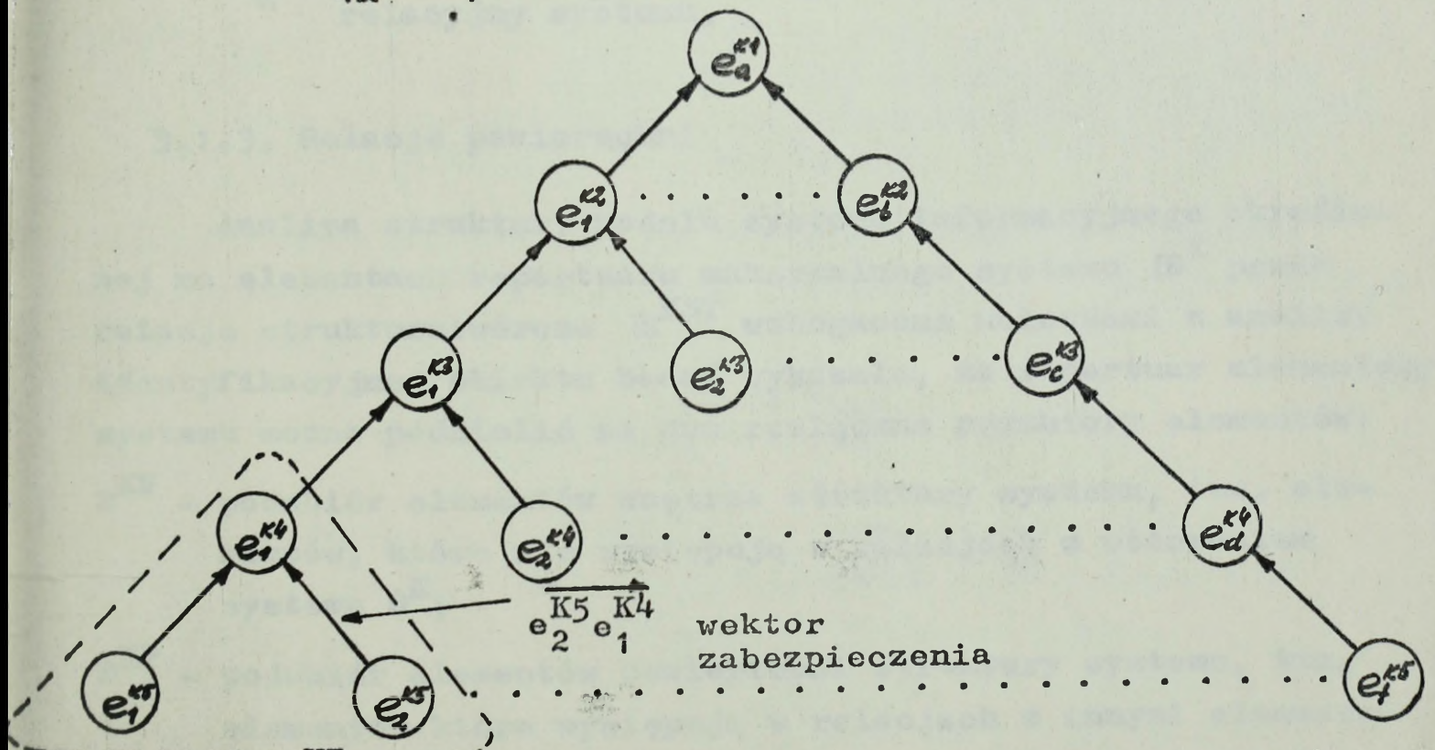
Bazę rozwiązań informatycznych zadania informacyjnego jednoznacznie wyznacza kolumna macierzy zabezpieczeń M^{KZ}

$$K_1^{KZ} = /R_{11}^{KZ},\ R_{21}^{KZ},\ \dots\ R_{f1}^{KZ}/ \qquad f = 1,2,\dots F \text{ gdy } R_{f1}^{KZ} = 1$$

zapis $R_{f1}^{KZ} \equiv \overrightarrow{e_f^{K5}\ e_1^{K4}}$ gdy $R_{f1}^{KZ} = 1$

Relacja zabezpieczenia zdefiniowana na elementach repertuarów E_4^K i E_5^K jednoznacznie określa relacyjny repertuar zabezpieczeń E_{4R}^K -

$$E_{4R}^K = K_1^{KZ} \cup K_2^{KZ} \cup \dots K_d^{KZ} \qquad d = 1,2,\dots D$$



K_1^{KZ} - zespół elementów - rozwiązań informatycznych zabezpieczających rozwiązanie $e_1^{K4} \in E_4^K$ zadania informacyjnego.

Relacje strukturotwórcze określone na elementach składu systemu informacyjnego - jego elementowym repertuarze maksymalnym - wyznaczają klasy repertuarów /podzbiorów/ relacyjnych, których suma:

$$\mathbb{E}_R^K = E_{1R}^K \cup E_{2R}^K \cup E_{3R}^K \cup E_{4R}^K ;$$

gdzie:

E_{1R}^K - relacyjny repertuar hierarchiczny;

E_{2R}^K - relacyjny repertuar kompetencyjny;

E_{3R}^K - relacyjny repertuar komplementarności;

E_{4R}^K - relacyjny repertuar zabezpieczeń;

tworzy relacyjny maksymalny repertuar systemu informacyjnego. Natomiast suma repertuarów maksymalnych jednoznacznie charakteryzuje tworzywo systemowe systemu informacyjnego.

$$TS^K = \mathbb{E}^K \cup \mathbb{E}_R^K$$

gdzie:

TS^K - tworzywo systemowe systemu informacyjnego;

$\mathbb{E}^K$ - elementowy repertuar maksymalny systemu - repertuar elementowy systemu;

$\mathbb{E}_R^K$ - relacyjny repertuar maksymalny systemu - repertuar relacyjny systemu.

3.1.3. Relacje powierzchni

Analiza struktury modelu systemu informacyjnego określonej na elementach repertuaru maksymalnego systemu $\mathbb{E}^K$ przez relacje strukturotwórcze $\mathbb{R}^{KST}$ wzbogacona wnioskami z analizy identyfikacyjnej obiektu badań wykazała, że repertuar elementowy systemu można podzielić na dwa rozłączne podzbiory elementów:

E^{KW} - podzbiór elementów wnętrza struktury systemu, tzn. elementów, które nie występują w relacjach z otoczeniem systemu Θ^K;

E^{KP} - podzbiór elementów powierzchni struktury systemu, tzn. elementów które występują w relacjach z innymi elementami systemu oraz z elementami otoczenia.

$$E^{KW} \cup E^{KP} = \mathbb{E}^{K}$$

$$E^{KW} \cap E^{KP} = \emptyset$$

Na elementach podzbiorów E^{KP} oraz elementach otoczenia systemu $\mathbf{0}^{K}$ określone są relacje powierzchni $\mathbb{R}^{KB}$.

Zgodnie z def. powierzchni systemu dokonujemy podziału podzbioru E^{KP} na grupy elementów

$$E^{KP} = E^{KWE} \cup E^{KWY}$$

gdzie:

E^{KWE} - grupa elementów, z którymi nie są w relacji żadne inne elementy systemu - grupa brzegowych elementów wejściowych

E^{KWY} - grupa elementów, które same nie są w relacji z żadnym innym elementem systemu - grupa brzegowych elementów wyjściowych systemu.

Grupę E^{KWE} - brzegowych elementów wejściowych systemu tworzą elementy repertuaru rozwiązań informatycznych E_5^K oraz te elementy repertuaru zadań informacyjnych, z którymi nie jest w relacji zabezpieczenia żadne z rozwiązań informatycznych klasy repertuaru E_5^K

$$E^{KWE} = E_5^K \cup E_4^{K'}$$

gdzie:

$E_4^{K'}$ - podzbiór elementów klasy repertuaru E_4^K - zadań informacyjnych - nie zabezpieczonych przez żadne z rozwiązań informatycznych.

Elementy repertuaru rozwiązań informatycznych są w relacji eksploatacyjnej R^{KE} z elementami maksymalnego repertuaru systemu informatyzacji $\mathbb{E}^{I}$

$$\mathbb{E}^{I}\ R_K^E\ E_5^K \Longleftrightarrow R_K^E \subset \mathbb{E}^{I} \times E_5^K$$

- każde rozwiązanie informatyczne jest eksploatowane przy wykorzystaniu techniki komputerowej, która jest elementem składowym maksymalnego repertuaru systemu informatyzacji.
Rozwiązania informatyczne $e_5^K \in E_5^K$ są również w relacji zasileniowo-informacyjnej z elementami obiektu badań / E_B^I / będącymi

dawcami informacji źródłowych -/informatorami/niezbędnych w procesie eksploatacji użytkowej rozwiązań informatycznych

$$|E_I^B \; R_K^Z \; E_5^K \equiv R_K^Z \subset |E_I^B \times E_5^K$$

Elementy repertuaru zadań informacyjnych $E_4^{K'}$ będące brzegowymi elementami wejściowymi systemu wyznaczają potencjalny obszar zadań informacyjnych systemu informacyjnego przeznaczonych do informatyzacji - potencjalny obszar informatyzacji.
Elementy wchodzące w skład tego obszaru są w relacji analitycznej R_K^A z elementami obiektu badań, które dokonują ich rozpoznania i wyznaczają obszary problemowe do objęcia informatyzacją

$$|E_A^B \; R_K^A \; E_4^{K'} \equiv R_K^A \subset |E_A^B \times E_4^{K'}$$

Grupę E^{KWY} - brzegowych elementów wyjściowych systemu tworzy element repertuaru E_1^K - centralny organ systemu informacyjnego. Element ten jest w relacji informowania R^{KI} z elementami systemu decyzyjnego S^D

$$E_1^K \; R_K^I \; S^D \equiv R_K^I \subset E_1^K \times S^D$$

oraz w relacji potrzeb R_K^P z elementami systemu informatyzacji

$$E_1^K \; R_K^P \; |E^I \equiv R_K^P \subset E_1^K \times |E^I$$

który koordynuje realizacją potrzeb zgłoszonych przez organy systemu informacyjnego na usługi informatyczne.
Zbiór relacji powierzchni $|R_B^K$ systemu informacyjnego - relacji elementów brzegowych systemu z jego otoczeniem tworzą relację

$$|R_B^K = \left\{ R_K^E, \; R_K^Z, \; R_K^A, \; R_K^I, \; R_K^P \right\};$$

gdzie:

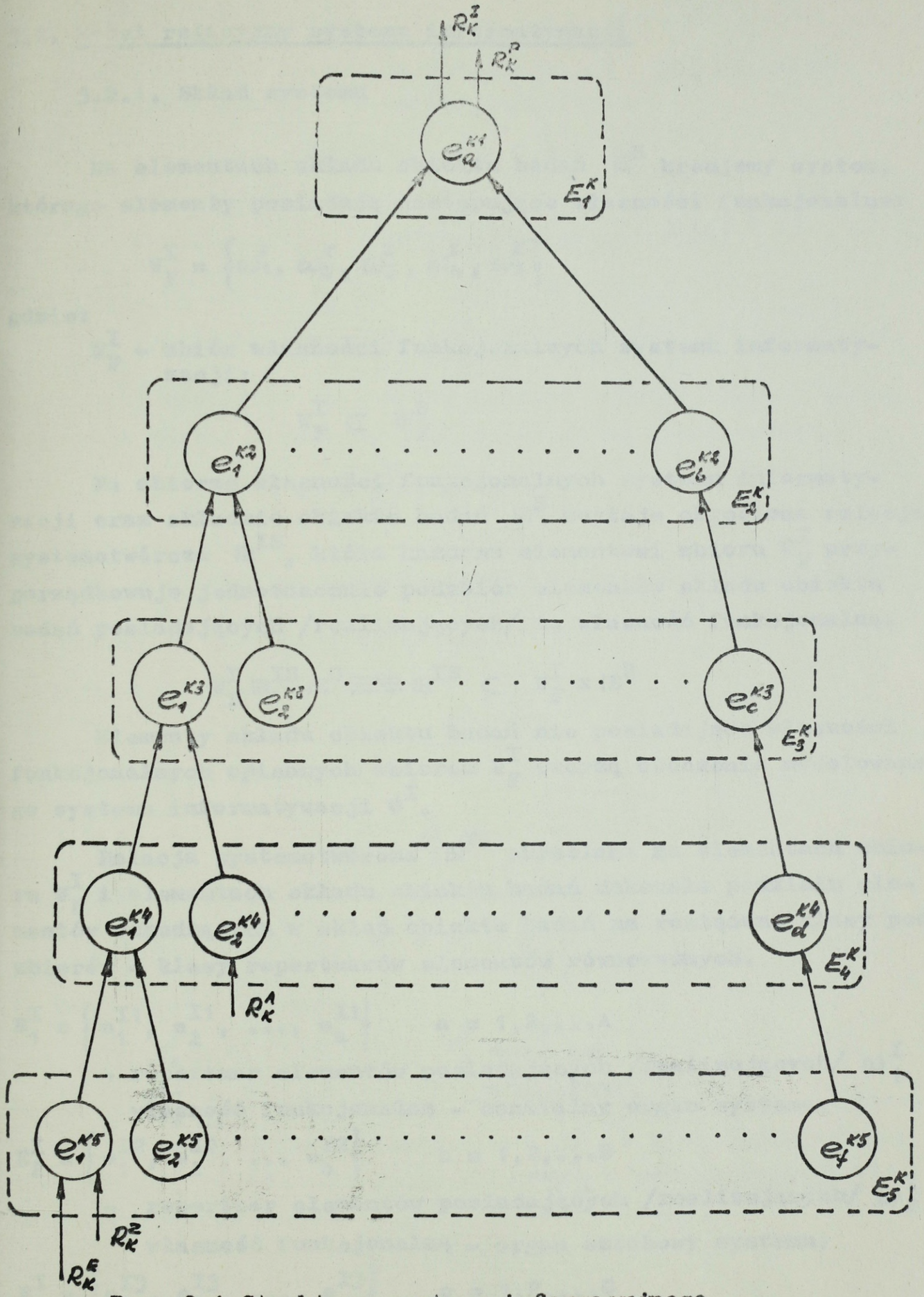
E_K^E - relacja eksploatacyjna;

R_K^Z - relacja zasileniowo-informacyjna;

R_K^A - relacja analityczna;

R_K^Z - relacja informowania;

R_K^P - relacja potrzeb.



Rys. 3.1. Struktura systemu informacyjnego

3.2. Model relacyjny systemu informatyzacji

3.2.1. Skład systemu

Na elementach składu obiektu badań $\mathbb{E}^B$ kreujemy system, którego elementy posiadają następujące własności funkcjonalne:

$$W_F^I = \left\{\omega_1^I, \omega_2^I, \omega_3^I, \omega_4^I, \omega_5^I\right\}$$

gdzie:

W_F^I - zbiór własności funkcjonalnych systemu informatyzacji;

$$W_F^I \subset W_F^B$$

Na zbiorze własności funkcjonalnych systemu informatyzacji oraz składzie obiektu badań $\mathbb{E}^B$ zostaje określona relacja systemotwórcza $\mathbb{R}^{IS}$, która każdemu elementowi zbioru W_F^I przyporządkowuje jednoznacznie podzbiór elementów składu obiektu badań posiadających /realizujących/ tę własność funkcjonalną.

$$W_F^I \mathbb{R}^{IS} \mathbb{E}^B \equiv\!\!= \mathbb{R}^{IS} \subset W_F^I \times \mathbb{E}^B$$

Elementy składu obiektu badań nie posiadające własności funkcjonalnych opisanych zbiorem W_F^I tworzą otoczenie modelowanego systemu informatyzacji Φ^I.

Relacja systemotwórcza $\mathbb{R}^{IS}$ określona na elementach zbioru W_F^I i elementach składu obiektu badań dokonała podziału elementów wchodzących w skład obiektu badań na rozłączne klasy podzbiorów - klasy repertuarów elementów równoważnych.

$E_1^I = \left\{e_1^{I1}, e_2^{I1}, \ldots, e_a^{I1}\right\}$ $\quad a = 1,2,\ldots A$

- repertuar elementów posiadających /realizujących/ ω_1^I własność funkcjonalną - centralny organ systemu;

$E_2^I = \left\{e_1^{I2}, e_2^{I2}, \ldots e_b^{I2}\right\}$ $\quad b = 1,2,\ldots B$

- repertuar elementów posiadających /realizujących/ ω_2^I własność funkcjonalną - organ sztabowy systemu;

$E_3^I = \left\{e_1^{I3}, e_2^{I3}, \ldots, e_c^{I3}\right\}$ $\quad c = 1,2,\ldots C$

- repertuar elementów posiadających /realizujących/ ω_3^I własność funkcjonalną - organ wykonawczy systemu;

$E_4^I = \{e_1^{I4}, e_2^{I4}, \ldots, e_d^{I4}\}$ $\quad d = 1,2,\ldots D$

- repertuar elementów posiadających ω_4^I własność funkcjonalną - technika komputerowa;

$E_5^I = \{e_1^{I5}, e_2^{I5}, \ldots, e_f^{I5}\}$ $\quad f = 1,2,\ldots F$

- repertuar elementów posiadających ω_5^I własność funkcjonalną - rozwiązanie informatyczne;

$\mathbb{O}^I = \{e_1^{IO}, e_2^{IO}, \ldots, e_g^{IO}\}$ $\quad g = 1,2,\ldots G$

- repertuar elementów otoczenia systemu informatyzacji.

Elementowy repertuar maksymalny systemu - skład systemu informatyzacji tworzy suma klas jego repertuarów elementowych.

$$\mathbb{E}^I = E_1^I \cup E_2^I \cup E_3^I \cup E_4^I \cup E_5^I ;$$

gdzie:

$\mathbb{E}^I$ - elementowy repertuar maksymalny systemu informatyzacji.

Zakładamy, że spełnione są warunki:

1. Istnienia repertuarów:

$$\mathbb{E}^I \neq \emptyset$$

2. Niepustości repertuarów:

$$E_i^I \neq \emptyset \quad i = \overline{1,5}$$

$$\bigwedge_{E_i^I} E_i^I \in \mathbb{E}^I$$

3. Pełnego pokrycia składu obiektu badań:

$$E_1^I \cup E_2^I \cup E_3^I \cup E_4^I \cup E_5^I \cup \mathbb{O}^I = \mathbb{E}^B$$

4. Rozłączności repertuarów:

$$E_1^I \cap E_2^I \cap E_3^I \cap E_4^I \cap E_5^I \cap \mathbb{O}^I = \emptyset$$

Zatem repertuary elementów E_1^I, E_2^I, E_3^I, E_4^I, E_5^I i $\mathbb{O}^I$ są podzbiorami właściwymi składu obiektu badań $\mathbb{E}^B$, a więc liczba elementów $\mathbb{E}^B$ jest równa sumie liczb elementów w poszczególnych klasach repertuarów, czyli

$$N = a + b + c + d + f + g$$

Model systemu informatyzacji S^I jednoznacznie więc opisuje para uporządkowana:

$$S^I = \langle \mathbb{E}^I, \mathbb{R}^{IST} \rangle ;$$

gdzie:

$\mathbb{E}^I$ - repertuar maksymalny systemu informatyzacji;

$\mathbb{R}^{IST}$ - zbiór relacji strukturotwórczych określonych na repertuarze maksymalnym systemu, powodujących uporządkowanie elemmntów składu systemu w zorganizowaną strukturę spełniającą funkcję określoną celem badań.

Zbiór relacji strukturotwórczych modelowanego systemu składa się z następujących elementów:

$$\mathbb{R}^{IST} = \left\{ R^{IK}, R^{IT}, R^{IE} \right\} ;$$

gdzie:

R^{IK} - relacja kierowania /nadrzędności/;

R^{IT} - relacja technologiczna;

R^{IE} - relacja eksploatacyjna.

Elementy składu systemu $\mathbb{E}^I$ znajdują się również w relacjach powierzchni z elementami repertuaru otoczenia systemu Θ^I. Zbiór relacji powierzchni systemu informatyzacji $\mathbb{R}^I_B$ składa się z następujących elementów:

$$\mathbb{R}^I_B = \left\{ R^P_I, R^Z_I, R^U_I, R^K_I \right\} ;$$

gdzie:

R^P_I - relacja potrzeb;

R^Z_I - relacja zabezpieczenia;

R^U_I - relacja usprawnienia /zabezpieczenia/;

R^K_I - relacja koordynacyjna.

3.2.2. Relacje strukturotwórcze

3.2.2.1. Relacja kierowania

Relację kierowania R^{IK} definiujemy na elementach repertuarów systemu:

E^I_1 - centralny organ systemu;

E_2^I - organy sztabowe;

E_3^I - organy wykonawcze.

Relację tę można wyrazić w postaci wektora działania, którego początek /punkt zaczepienia wektora/ wskazuje na element nadrzędny w strukturze systemu a koniec na element podrzędny:

$$e_i R^{IK} e_j \equiv \overrightarrow{e_i e_j} \qquad e_i \neq e_j$$

gdzie:

$\overrightarrow{e_i e_j}$ - tak zapisany wektor działania wyznaczony przez relację kierowania nazywamy wektorem podporządkowania.

Za pomocą wektorów podporządkowania możemy opisać relacje szczególne elementów repertuarów E_1^I i E_2^I oraz E_2^I i E_3^I relacje kierowania.

Relację kierowania R^{IK} uporządkowanych par elementów repertuarów - E_1^I i E_2^I zapisujemy

$$E_1^I R^{IK} E_2^I \equiv R^{IK} \subset E_1^I \times E_2^I$$

Relacja ta wyznacza ciąg par uporządkowanych - wektorów podporządkowania

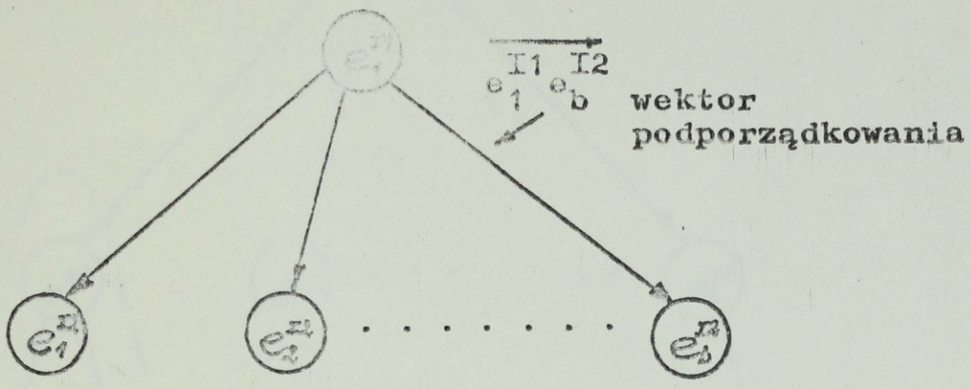
$$\overrightarrow{e_a^{I1}\ e_b^{I2}} \qquad e_a^{I1} \in E_1^I; \quad e_b^{I2} \in E_2^I,$$

w których centralnemu organowi systemu podporządkowano elementy $e_b^{I2} \in E_2^I$ - organy sztabowe systemu informatyzacji.

Wektor podporządkowania łączy dwa elementy $\overrightarrow{e_a^{I1}\ e_b^{I2}}$ będące w relacji kierowania. Oznacza on, że element nadrzędny e_a^{I1}, oddziaływuje na element podrzędny e_b^{I2} za pomocą przesyłania informacji typu bodźcowego - wykorzystując w procesie kierowania otrzymane od tego elementu informacje niosące efekt reakcji na przesłane bodźce.

Zbiór uporządkowanych par elementów wyznaczonych przez relację kierowania R^{IK} na bazie repertuarów E_1^I i E_2^I - ciąg

wektorów podporządkowania - nazywamy relacyjnym repertuarem kierowania organu centralnego systemu i oznaczamy E^I_{1R}



Relacja kierowania określona jest również na elementach repertuarów E^I_2 - sztabowych organów systemu oraz E^I_3 - organów wykonawczych.

$$E^I_2 \; R^{IK} \; E^I_3 \equiv\equiv R^{IK} \subset E^I_2 \times E^I_3$$

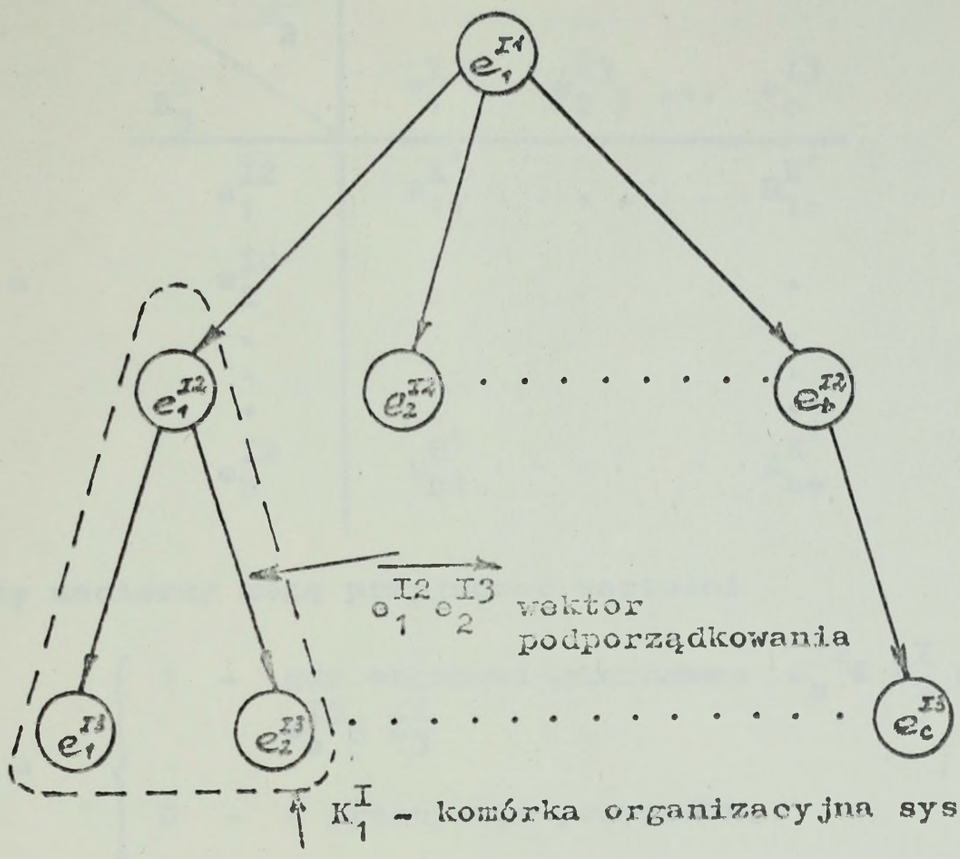
Wyznacza ona dla każdego elementu repertuaru E^I_2 - ciąg wektorów podporządkowania - podporządkowanych mu elementów repertuaru E^I_3 - organów wykonawczych systemu.

Wektory podporządkowania zaczepione w jednym punkcie, którym jest nadrzędny organ sztabowy tworzą zespół elementów, będących w relacji R^{IK} - zespół taki nazywamy komórką organizacyjną systemu informatyzacji

$$K^I_1 = /\overrightarrow{e^{I2}_1, e^{I3}_1}, \overrightarrow{e^{I2}_1 \; e^{I3}_2}, \ldots \overrightarrow{e^{I2}_1 \; e^{I3}_c}/;$$

gdzie:

K^I_1 - komórka organizacyjna $e^{I2}_1 \in E^I_2$ organu sztabowego systemu - zespół elementów repertuaru organów wykonawczych E^I_3 podległych $e^{I2}_2 \in E^I_2$ organowi sztabowemu.



Relacja kierowania zdefiniowana na elementach repertuarów E_2^I oraz E_3^I wyznacza relacyjny repertuar organizacyjny organów sztabowych systemu - bazę organizacyjną systemu informatyzacji E_{2R}^I

$$E_{2R}^I = K_1^I \cup K_2^I \cup \ldots K_b^I \qquad b = 1,2,\ldots B$$

Relację kierowania uporządkowanych par elementów repertuarów E_2^I oraz E_3^I możemy przedstawić również za pomocą macierzy sprzężeń - macierzy kierowania - $/M_K'$ - której

- wiersze tworzą elementy repertuaru E_2^I - organy sztabowe systemu informatyzacji

$$E_2^I = \left\{ e_1^{I2}, e_2^{I2}, \ldots e_b^{I2} \right\} \qquad b = \overline{1,B}$$

- kolumny tworzą elementy repertuaru E_3^I - organy wykonawcze systemu

$$E_3^I = \left\{ e_1^{I3}, e_2^{I3}, \ldots e_c^{I3} \right\} \qquad c = \overline{1,C}$$

$$
IM'_K = \begin{array}{c|ccc}
E_3^I \diagdown E_2^I & e_1^{I3} & e_2^{I3}, \ \ldots & e_c^{I3} \\
\hline
e_1^{I2} & R_{11}^{K'} & \ldots\ldots & R_{1c}^{K'} \\
e_2^{I2} & \vdots & & \vdots \\
\vdots & \vdots & & \vdots \\
e_b^{I2} & R_{b1}^{K'} & \ldots\ldots & R_{bc}^{K'}
\end{array}
$$

Elementy macierzy mogą przyjmować wartości

$$
R_{bc}^{K'} = \begin{cases} 1 & - \text{ gdy organowi wykonawczemu } e_b^{I2} \in E_2^I \text{ podlega } e_c^{I3} \in E_3^I \\ 0 & - \text{ w przeciwnym przypadku.} \end{cases}
$$

3.2.2.2. Relacja technologiczna

Relację technologiczną definiujemy na bazie elementów repertuarów E_3^I - organów wykonawczych oraz E_4^I - eksploatowanej techniki komputerowej[x/].

Relację technologiczną uporządkowanych par elementów repertuarów E_3^I i E_4^I

$$E_3^I \, R^{IT} E_4^I \equiv R^{IT} \subset E_3^I \times E_4^I$$

możemy przedstawić za pomocą macierzy sprzężeń - macierzy technologicznej - IM^T - w której:

- wiersze reprezentują elementy repertuaru organów wykonawczych E_3^I

$$E_3^I = \left\{ e_1^{I3}, \ e_2^{I3}, \ \ldots \ e_c^{I3} \right\} \qquad c = 1,2,\ldots C$$

---

x/ Pod pojęciem techniki komputerowej /komputera/ rozumiemy w pracy dowolny typ i rodzaj komputera, minikomputera, mikrokomputera, punktu abonenckiego itp.

- kolumny reprezentują elementy repertuaru eksploatowanej techniki komputerowej E_4^I

$$E_4^I = \left\{ e_1^{I4}, e_2^{I4}, \ldots e_d^{I4} \right\} \qquad d = 1,2,\ldots D$$

$$M_E^T = \begin{array}{c|ccc} E_4^I \backslash E_3^I & e_1^{I4} & e_2^{I4} \ \ldots & e_d^{I4} \\ \hline e_1^{I3} & R_{11}^T & R_{12}^T \ \ldots & R_{1d}^T \\ e_2^{I3} & \vdots & & \vdots \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ e_c^{I3} & R_{c1}^T & R_{c2}^T \ \ldots & R_{cd}^T \end{array}$$

Elementy macierzy mogą przyjmować wartości:

$$R_{cd}^T = \begin{cases} 1 - \text{gdy element } e_c^{I3} \in E_3^I \text{ - organ wykonawczy eksploatuje - jest sprzężony - } e_d^{I4} \in E_4^I \text{ komputer} \\ 0 - \text{w przeciwnym przypadku.} \end{cases}$$

Relację technologiczną możemy wyrazić również w postaci wektora działania - wektora technologicznego, którego początek /punkt zaczepienia wektora/ wskazuje na organ wykonawczy systemu a koniec na eksploatowany przez ten organ komputer

$$e_1^{I3} \; R^{IT} e_1^{I4} \Longrightarrow \overrightarrow{e_1^{I3} e_1^{I4}}$$

gdzie: $\overrightarrow{e_1^{I3} e_1^{I4}}$ - tak zapisany wektor nazywamy wektorem technologicznym.

Określony element repertuaru E_3^I - organ wykonawczy systemu może eksploatować więcej niż jeden typ /rodzaj/ komputera, jak również może eksploatować więcej niż jeden komputer danego typu /rodzaju/. Istnieje więc wówczas ciąg wektorów technologicznych zaczepionych w jednym punkcie, którym jest organ wykonawczy, ciąg ten wyznacza bazę techniczną organu wykonawczego

$$B_1^I = /\overrightarrow{e_1^{I3}\, e_1^{I4}},\ \overrightarrow{e_1^{I3}\, e_2^{I4}},\ \ldots,\ \overrightarrow{e_1^{I3} e_d^{I4}}/; \qquad d = \overline{1,D}$$

gdzie:

B_1^I - baza techniczna $e_1^{I3} \in E_3^I$ organu wykonawczego - zespół elementów repertuaru techniki komputerowej będący w relacji technologicznej z $e_1^{I3} \in E_3^I$ organem wykonawczym.

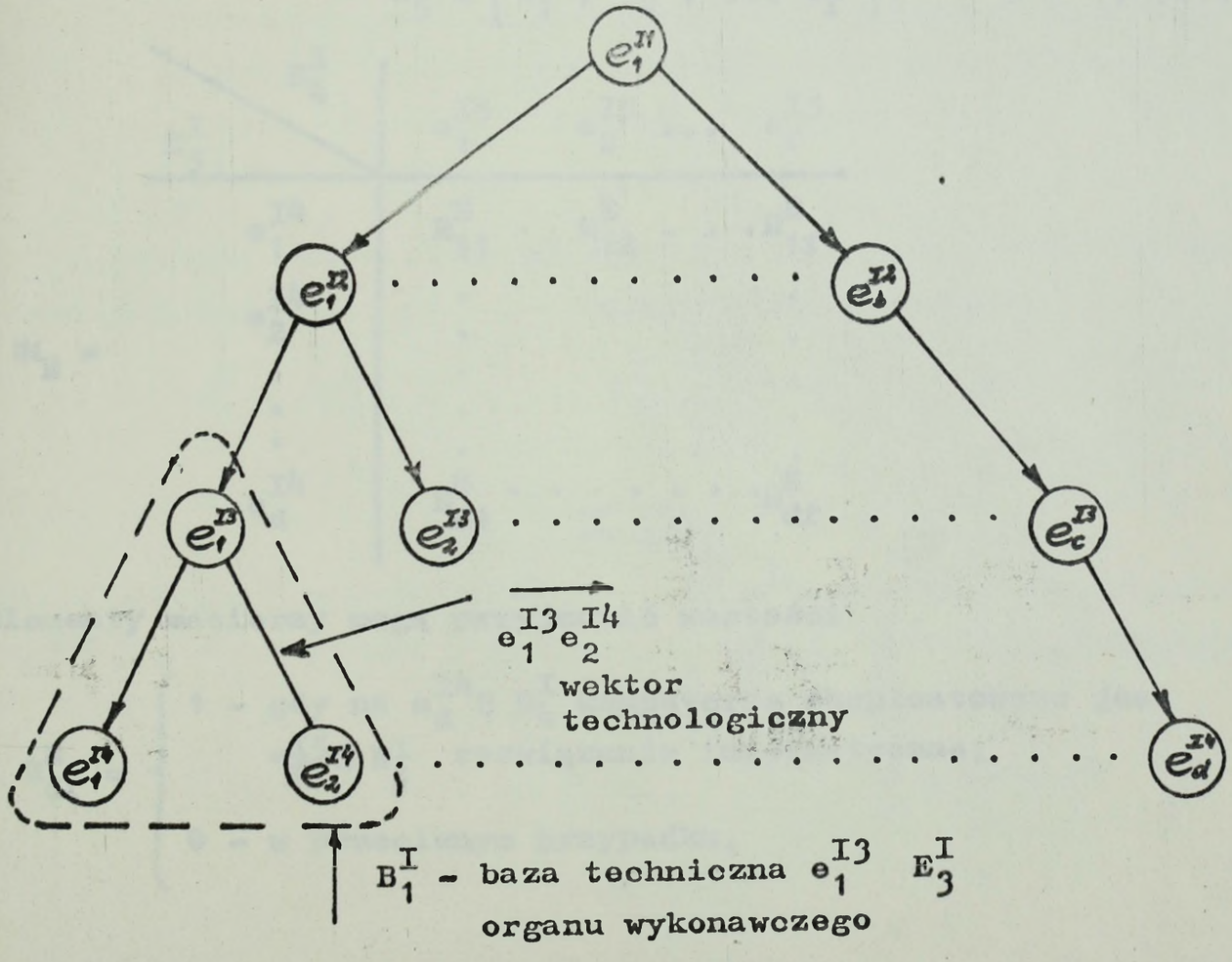
Bazę technologiczną organu wykonawczego jednoznacznie definiuje wiersz macierzy technologicznej:

$$B_1^I = /R_{11}^T,\ R_{12}^T,\ \ldots\ R_{1d}^T/ \quad \text{gdy} \quad R_{1d}^T = 1$$

zapis $R_{1d}^T \equiv \overrightarrow{e_1^{I3} e_d^{I4}}$ gdy $R_{1d}^I = 1$

Relacja technologiczna zdefiniowana na elementach repertuarów E_2^I i E_3^I jednoznacznie określa - relacyjny repertuar technologiczny systemu - bazę techniczną organów wykonawczych systemu

$$E_{3R}^I = B_1^I \cup B_2^I \cup \ldots \cup B_c^I \qquad c = 1,2\ldots C$$



3.2.2.3. Relacja eksploatacyjna

Relację eksploatacyjną R^{IE} definiujemy na bazie elementów repertuarów E_4^I - techniki komputerowej oraz E_5^I - rozwiązań informatycznych.

Relację eksploatacyjną uporządkowanych par elementów repertuarów E_4^I i E_5^I

$$E_4^I \; R^{IE} E_5^I \equiv R^{IE} \subset E_4^I \times E_5^I$$

możemy przedstawić za pomocą macierzy sprzężeń - macierzy eksploatacyjnej - M_E - w której:

- wiersze reprezentują elementy repertuaru E_4^I - eksploatowaną technikę komputerową

$$E_4^I = \left\{ e_1^{I4}, e_2^{I4}, \ldots e_d^{I4} \right\} \qquad d = 1,2 \ldots D$$

- kolumny reprezentują elementy repertuaru E_5^I - rozwiązania informatyczne

$$E_5^I = \left\{ e_1^{I5}, e_2^{I5}, \ldots e_f^{I5} \right\} \qquad f = 1,2,\ldots F$$

$M_E =$

E_5^I \ E_4^I	e_1^{I5}	e_2^{I5}	...	e_f^{I5}
e_1^{I4}	R_{11}^E	R_{12}^E	. . .	R_{1f}^E
e_2^{I4}	.	.		.
.	.	.		.
.	.	.		.
.	.	.		.
e_d^{I4}	R_{d1}^E	. . . . .		R_{df}^E

Elementy macierzy mogą przyjmować wartości

$$R_{df}^E = \begin{cases} 1 - \text{gdy na } e_d^{I4} \in E_4^I \text{ komputerze eksploatowane jest } e_f^{I5} \in E_5^I \text{ rozwiązanie informatyczne;} \\ 0 - \text{w przeciwnym przypadku.} \end{cases}$$

Relację eksploatacyjną R^{IE} możemy wyrazić również w postaci wektora działania - wektora eksploatacyjnego, którego początek /punkt zaczepienia wektora/ wskazuje na komputer /minikomputer/ będący w relacji technologicznej z organem wykonawczym a koniec na rozwiązanie informatyczne eksploatowane na tym komputerze.

$$e_1^{I4} R^{IE} e_1^{I5} \Longleftrightarrow \overrightarrow{e_1^{I4} e_1^{I5}}$$

gdzie: $\overrightarrow{e_1^{I4} e_1^{I5}}$ - tak zapisany wektor nazywamy wektorem eksploatacyjnym.

Na określonym elemencie repertuaru E_4^I - komputerze - może być eksploatowane więcej niż jedno rozwiązanie informatyczne. W takiej sytuacji tworzy się ciąg wektorów eksploatacyjnych zaczepionych w jednym punkcie $e_d^{I4} \in E_4^I$, ciąg ten wyznacza zadania eksploatacyjne elementu repertuaru techniki komputerowej.

$$Z_1^I = /\overrightarrow{e_1^{I4} e_1^{I5}}, \overrightarrow{e_1^{I4} e_2^{I5}}, \ldots, \overrightarrow{e_1^{I4} e_f^{I5}}/; \qquad f = 1,2 \ldots F$$

gdzie:

Z_1^I - zadania eksploatacyjne $e_1^{I4} \in E_4^I$ techniki komputerowej - zespół elementów repertuaru rozwiązań informatycznych będących w relacji eksploatacyjnej z $e_1^{I4} \in E_4^I$ komputerem.

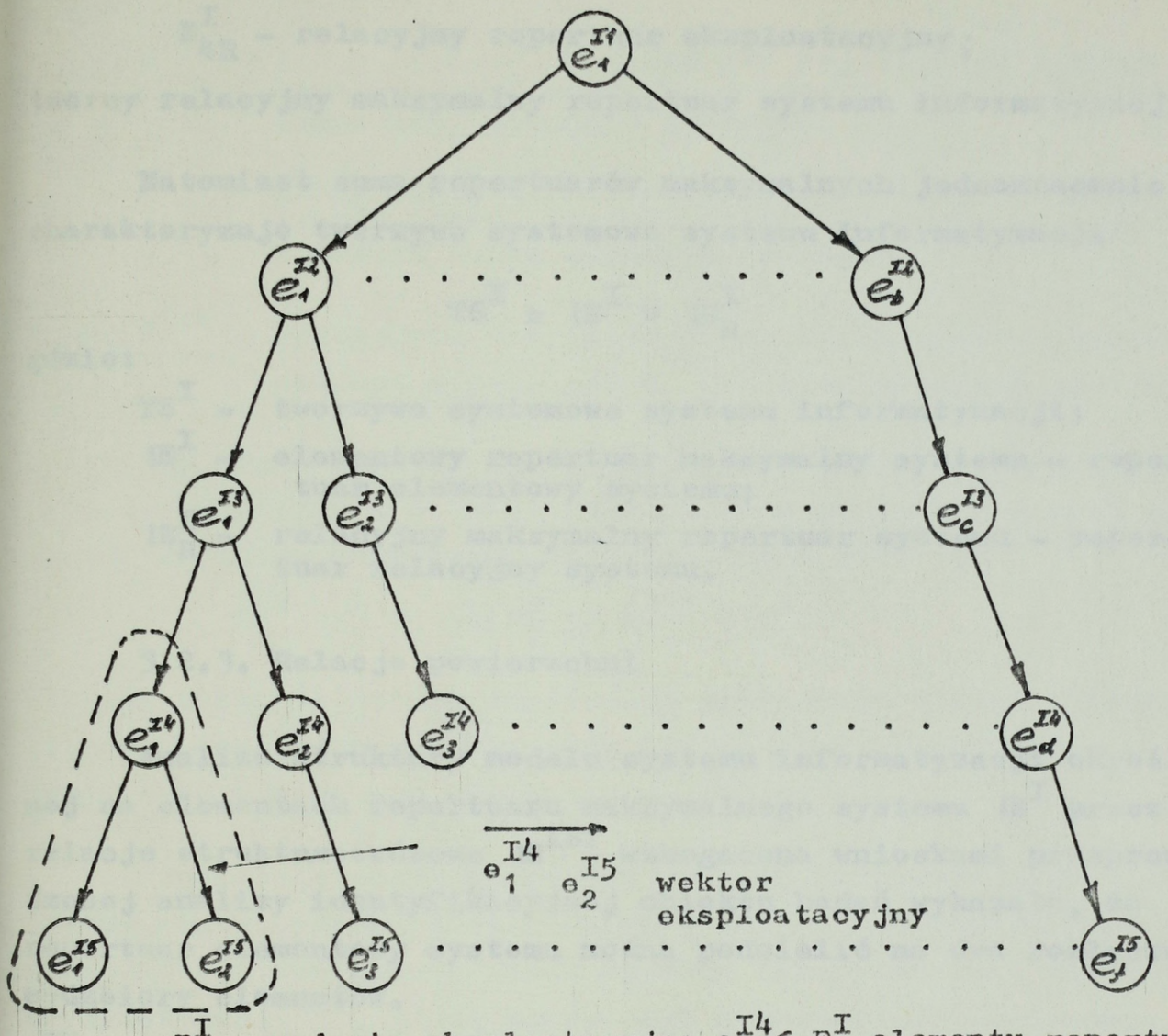
Zadania eksploatacyjne elementu repertuaru techniki komputerowej definiuje wiersz macierzy eksploatacyjnej:

$$Z_1^I = /R_{11}^E, R_{12}^E, \ldots R_{1f}^E/ \qquad \text{dla} \quad R_{1f} = 1$$

zapis $R_{1f}^E \Longleftrightarrow \overrightarrow{e_1^{I4} e_f^{I5}}$ gdy $R_{1f} = 1$

Relacja eksploatacyjna zdefiniowana na elementach repertuarów E_4^I i E_5^I jednoznacznie określa - relacyjny repertuar eksploatacyjny systemu

$$E_{4R}^I = Z_1^I \cup Z_2^I \cup \ldots \cup Z_d^I \qquad d = 1,2 \ldots D$$



Z_1^I - zadania eksploatacyjne $e_1^{I4} \in E_4^I$ elementu repertuaru techniki komputerowej

Relacje strukturotwórcze określone na elementach składu systemu informatyzacji - jego element repertuarze maksymalnym - wyznaczają klasy repertuarów /podzbiorów/ relacyjnych, których suma:

$$E_R^I = E_{1R}^I \cup E_{2R}^I \cup E_{3R}^I \cup E_{4R}^I ;$$

gdzie:

E_{1R}^I - relacyjny repertuar kierowania;

E_{2R}^I - relacyjny repertuar organizacyjny;

E_{3R}^I - relacyjny repertuar technologiczny;

$E^I_{\mathcal{A}R}$ - relacyjny repertuar eksploatacyjny;

tworzy relacyjny maksymalny repertuar systemu informatyzacji.

Natomiast suma repertuarów maksymalnych jednoznacznie charakteryzuje tworzywo systemowe systemu informatyzacji

$$TS^I = \mathcal{E}^I \cup \mathcal{E}^I_R$$

gdzie:

TS^I - tworzywo systemowe systemu informatyzacji;

$\mathcal{E}^I$ - elementowy repertuar maksymalny systemu - repertuar elementowy systemu;

$\mathcal{E}^I_R$ - relacyjny maksymalny repertuar systemu - repertuar relacyjny systemu.

3.2.3. Relacje powierzchni

Analiza struktury modelu systemu informatyzacji określonej na elementach repertuaru maksymalnego systemu $\mathcal{E}^I$ przez relacje strukturotwórcze $\mathcal{R}^{IST}$ wzbogacona wnioskami przeprowadzonej analizy identyfikacyjnej obiektu badań wykazała, że repertuar elementowy systemu można podzielić na dwa rozłączne podzbiory elementów.

E^{IW} - podzbiór elementów wnętrza struktury systemu, tzn. elementów, które nie występują w relacjach z elementami otoczenia systemu $\mathcal{O}^I$;

E^{IP} - podzbiór elementów powierzchni struktury systemu, tzn. elementów, które występują w relacjach z innymi elementami systemu oraz z elementami jego otoczenia.

$$E^{IW} \cup E^{IP} = \mathcal{E}^I$$

$$E^{IW} \cap E^{IP} = \emptyset$$

Na elementach podzbioru E^{IP} oraz elementach otoczenia systemu $\mathcal{O}^I$ określone są relacje powierzchni $\mathcal{R}^{IP}$.

Zgodnie z def.powierzchni systemu dokonujemy podziału podzbioru elementów E^{IP} na grupy:

$$E^{IP} = E^{IWE} \cup E^{IWY};$$

gdzie:

E^{IWE} - grupa brzegowych elementów wejściowych - grupa elementów składu systemu, z którymi nie są w relacji żadne inne elementy systemu;

E^{IWY} - grupa brzegowych elementów wyjściowych - grupa elementów składu systemu, które same nie są w relacji z żadnym innym elementem systemu.

Grupę E^{IWE} - brzegowych elementów wejściowych systemu tworzy element repertuaru E_1^I - centralny organ systemu.

Centralny organ systemu informatyzacji - jedyny element tego repertuaru - jest w relacji potrzeb R_I^P z grupą brzegowych elementów wyjściowych systemu informacyjnego E^{KWY}

$$E^{KWY}\ R_I^P\ E_1^I \equiv R_I^P \subset E^{KWY} \times E_1^I$$

kieruje zabezpieczeniem realizacji potrzeb na usługi informatyczne zgłoszone przez elementy systemu informacyjnego tworzące jego grupę brzegowych elementów wyjściowych.

Brzegowy element wejściowy systemu informatyzacji - centralny organ systemu jest również w relacji zabezpieczenia R_I^Z z elementami tworzącymi skład systemu zabezpieczenia procesów informatyzacji $\$^Z$, przez który jest zabezpieczony kadrowo, materiałowo-technicznie, finansowo i pod względem naukowo-badawczym.

$$\$^Z\ R_I^Z\ E_1^I \equiv R_I^Z \subset \$^Z \times E_1^I$$

Centralny organ systemu informatyzacji jest także w relacji koordynacyjnej R_I^K - z elementami systemu decyzyjnego

$$\$^D\ R_I^K\ E_1^I \equiv R_I^K \subset \$^D \times E_1^I$$

kieruje zabezpieczeniem realizacji potrzeb na usługi informatyczne, zgodnie z postawionymi przez $\$^D$ wytycznymi, założeniami i uwarunkowaniami.

Grupę E^{IWY} - brzegowych elementów wyjściowych systemu tworzą elementy repertuaru, E_5^I - rozwiązań informatycznych.

Elementy tego repertuaru - rozwiązanie informatyczne - są w relacji usprawnienia /zabezpieczenia/ R_I^U z elementami repertuaru E_4^K - zadań informacyjnych systemu informacyjnego

$$E_5^I \; R_I^U \; E_K^K \equiv R_I^U \subset E_5^I \times E_4^K$$

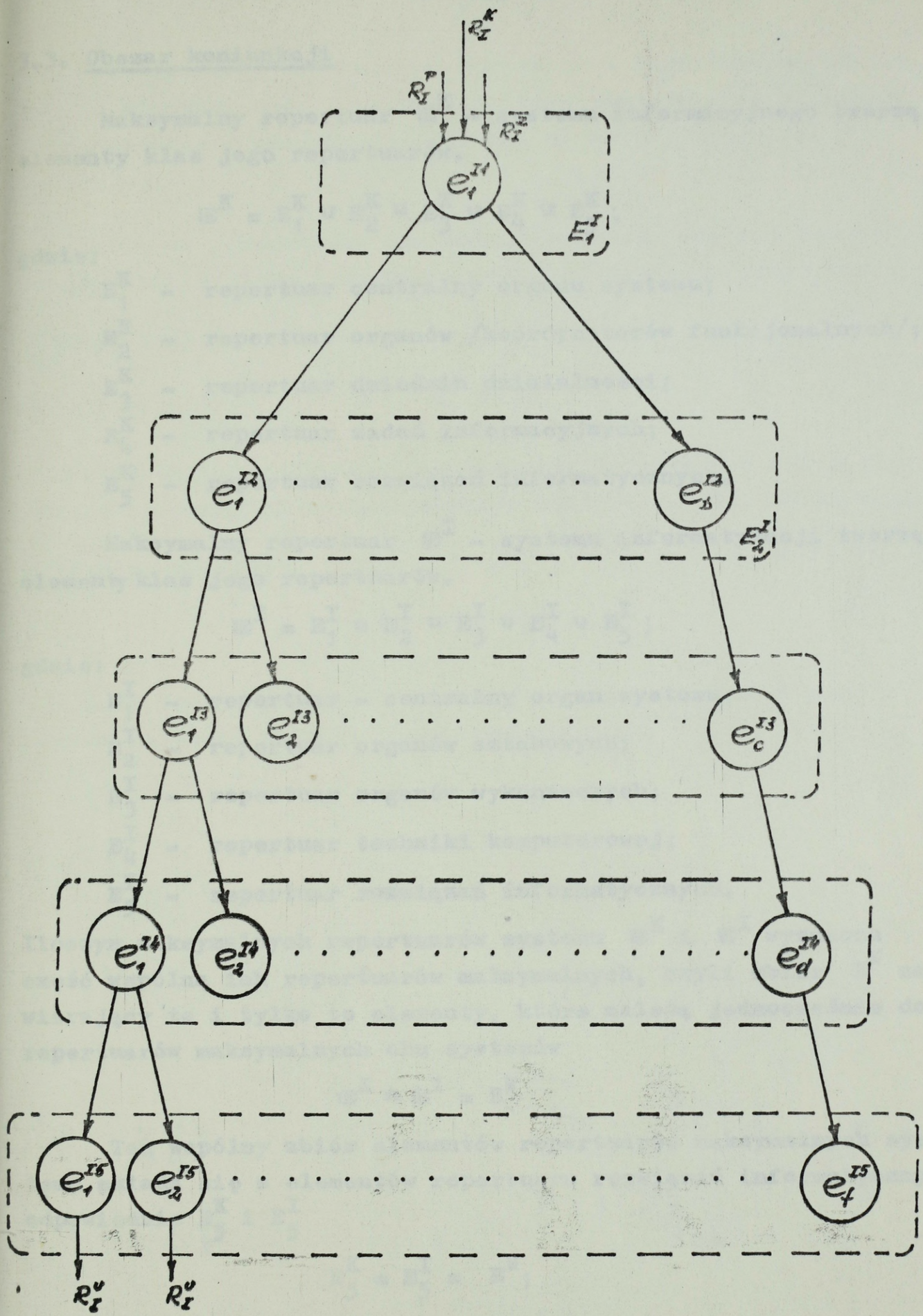
Każde rozwiązanie informatyczne - element repertuaru E_5^I usprawnia daną dziedzinę /dziedziny/ działalności systemu kierowania.

Zbiór relacji powierzchni IR_B^I systemu informatyzacji - relacji elementów brzegowych systemu z jego otoczeniem tworzą relacje.

$$IR_B^I = \left\{ R_I^P,\ R_I^Z,\ R_I^K,\ R_I^U \right\};$$

gdzie:

R_I^P - relacja potrzeb;
R_I^Z - relacja zabezpieczenia;
R_I^K - relacja koordynacyjna;
R_I^U - relacja usprawnienia /zabezpieczenia/.



Rys. 3.2. Struktura systemu informatyzacji

3.3. Obszar koniunkcji

Maksymalny repertuar $\mathbb{E}^K$ - systemu informacyjnego tworzą elementy klas jego repertuarów.

$$\mathbb{E}^K = E_1^K \cup E_2^K \cup E_3^K \cup E_4^K \cup E_5^K ;$$

gdzie:

E_1^K - repertuar centralny organu systemu;

E_2^K - repertuar organów /koordynatorów funkcjonalnych/;

E_3^K - repertuar dziedzin działalności;

E_4^K - repertuar zadań informacyjnych;

E_5^K - repertuar rozwiązań informatycznych.

Maksymalny repertuar $\mathbb{E}^I$ - systemu informatyzacji tworzą elementy klas jego repertuarów.

$$\mathbb{E}^I = E_1^I \cup E_2^I \cup E_3^I \cup E_4^I \cup E_5^I ;$$

gdzie:

E_1^I - repertuar - centralny organ systemu;

E_2^I - repertuar organów sztabowych;

E_3^I - repertuar organów wykonawczych;

E_4^I - repertuar techniki komputerowej;

E_5^I - repertuar rozwiązań informatycznych.

Iloczyn maksymalnych repertuarów systemu $\mathbb{E}^K$ i $\mathbb{E}^I$ wyznacza część wspólną ich repertuarów maksymalnych, czyli zbiór E^W zawierający te i tylko te elementy, które należą jednocześnie do repertuarów maksymalnych obu systemów

$$\mathbb{E}^K \cap \mathbb{E}^I = E^W$$

Ten wspólny zbiór elementów repertuarów maksymalnych systemu składa się z elementów repertuaru rozwiązań informatycznych odpowiednio E_5^K i E_5^I

$$E_5^K = E_5^I = E^W;$$

$$E_5^K \cap E_5^I = \emptyset$$

Ten wspólny zbiór E^W nazywamy obszarem - repertuarem - koniunkcji a elementy wchodzące w skład tego obszaru - rozwiązania informatyczne - nazywamy elementami obszaru /repertuaru/ koniunkcji.

Obszar /repertuar/ koniunkcji wyznacza miejsce bezpośredniego styku systemu informacyjnego z systemem informatyzacji.

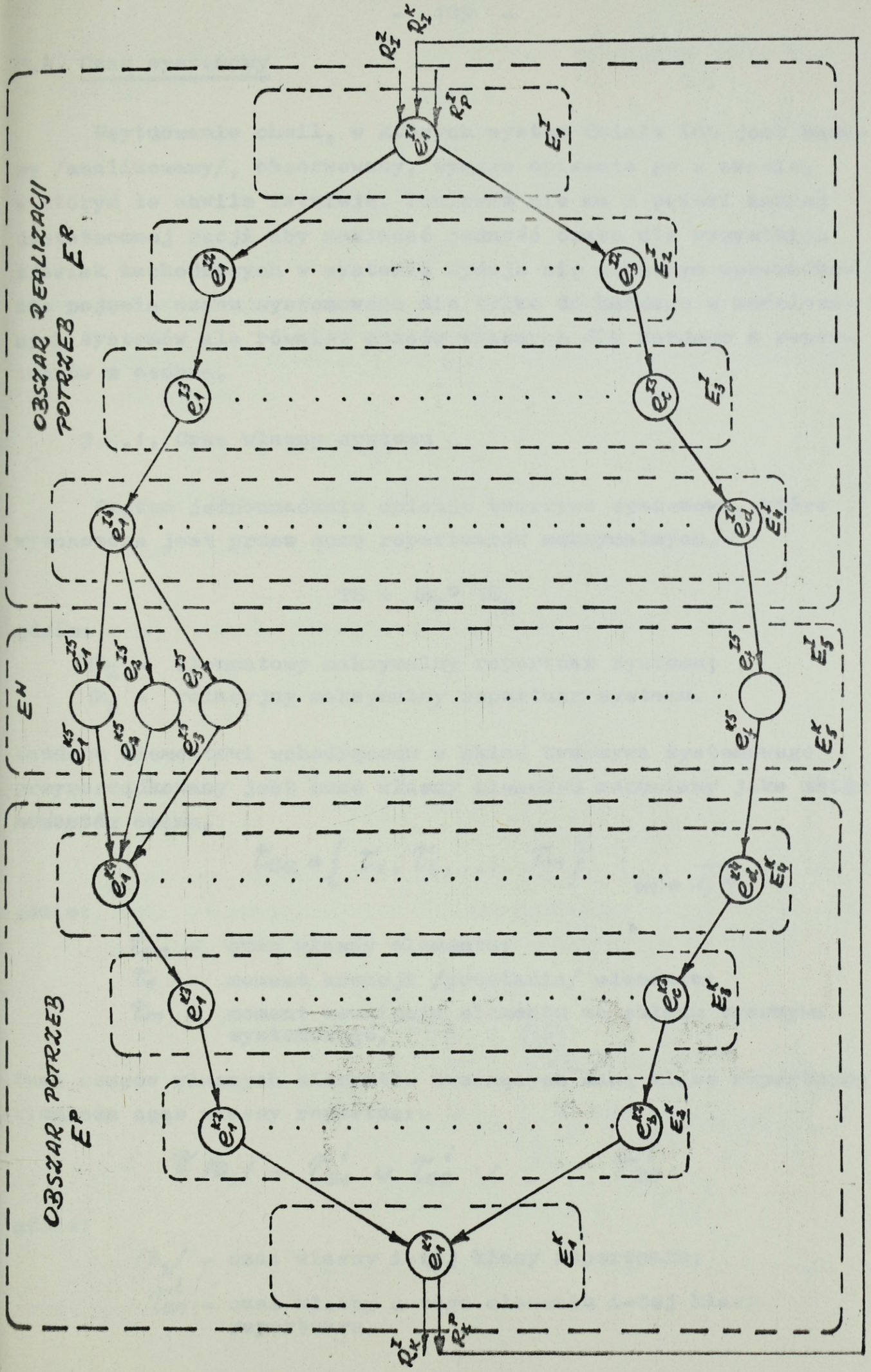
Różnica zbiorów:

$$E^I - E_5^I = E^R$$

wyznacza obszar realizacji, a elementy wchodzące w skład tego zbioru nazywamy elementami obszaru realizacji potrzeb informatycznych
a różnica zbiorów:

$$E^K - E_5^K = E^P$$

wyznacza obszar potrzeb - elementy wchodzące w skład tego zbioru nazywamy elementami obszaru potrzeb.



Rys. 3.3. Struktura obiektu badań

3.4. Czas systemowy

Usytuowanie chwil, w których system działa lub jest badany /analizowany/, obserwowany, wymaga opisania go w czasie, w którym te chwile istnieją. Ponieważ nie ma a priori żadnej dostatecznej racji aby zakładać jedność czasu dla wszystkich zjawisk zachodzących w systemie wydaje się słusznym wprowadzenie pojęcia czasu systemowego nie tylko do każdego z modelowanych systemów ale również czasów własnych dla każdego z repertuarów z osobna.

3.4.1. Czas własny systemu

System jednoznacznie opisuje tworzywo systemowe, które wyznaczone jest przez sumę repertuarów maksymalnych.

$$TS = |E_Z| \cup |E_R|$$

gdzie:

$|E_Z|$ - elementowy maksymalny repertuar systemu;

$|E_R|$ - relacyjny maksymalny repertuar systemu.

Każdemu elementowi wchodzącemu w skład tworzywa systemowego przyporządkowany jest czas własny elementu rozumiany jako zbiór momentów czasu.

$$\tau_{en} = \{ \tau_1, \tau_2, \ldots \tau_m \} \qquad m = \overline{1, M}$$

gdzie:

τ_{en} - czas własny elementu;

τ_1 - moment kreacji /powstania/ elementu;

τ_m - moment usunięcia elementu ze składu tworzywa systemowego.

Suma czasów własnych elementów tworzących daną klasę repertuaru wyznacza czas własny repertuaru

$$\tau /E_i/ = \tau^i_{e1} \cup \tau^i_{e2} \cup \ldots \tau^i_{en}$$

gdzie:

$/E_i/$ - czas własny i-tej klasy repertuaru;

τ^i_{en} - czas własny n-tego elementu i-tej klasy repertuaru.

Repertuar maksymalny systemu tworzy suma klas jego repertuarów, zatem:

$$\mathcal{T}/\mathbb{E}_Z/ = \mathcal{T}/E_{1Z}/ \cup \mathcal{T}/E_{2Z}/ \cup \ldots \mathcal{T}/E_{iZ}/ \qquad i = \overline{1,I}$$

wyznacza czas własny repertuaru elementowego systemu, a suma

$$\mathcal{T}/\mathbb{E}_R/ = \mathcal{T}/E_{R1}/ \cup \mathcal{T}/E_{R2}/ \cup \ldots \cup \mathcal{T}/E_{Rj}/ \qquad j = \overline{1,J}$$

wyznacza czas własny repertuaru relacyjnego systemu.

Czas własny systemu jest sumą czasów własnych jego repertuarów maksymalnych.

$$\mathcal{T}/S/ = \mathcal{T}/\mathbb{E}_Z/ \cup \mathcal{T}/\mathbb{E}_R/;$$

zakładamy, że spełnione są warunki:

1. Istnienia czasów własnych $\bigwedge_{\tau_{en} \in \mathcal{T}(S)} \tau_{en} \neq 0$

2. Istnienia czasów własnych repertuarów

$$\bigwedge_{E_{Zi} \in \mathbb{E}} \mathcal{T}/E_{Zi}/ \neq 0 \qquad i = \overline{1,I}$$

$$\bigwedge_{E_{Rj} \in \mathbb{E}_R} \mathcal{T}/E_{Rj}/ \neq 0 \qquad j = \overline{1,J}$$

3. Czasy własne repertuarów systemu są zbiorami uporządkowanymi, tzn. istnieje relacja $\mathcal{R}^P$ porządkująca określona na momentach czasów własnych elementów spełniająca warunki:

a/ $\bigwedge_{\tau_{e1} \in \mathcal{T}(S)} [\tau_{e1} \mathcal{R}^P \tau_{e1}]$

b/ $\bigwedge_{\tau_{e1}, \tau_{e2}, \tau_{e3} \in \mathcal{T}(S)} [\tau_{e1} \mathcal{R}^P \tau_{e2} \wedge \tau_{e2} \mathcal{R}^P \tau_{e3} \Rightarrow \tau_{e1} \mathcal{R}^P \tau_{e3}]$

c/ $\bigwedge_{\tau_{e1}, \tau_{e2} \in \mathcal{T}(S)} [\tau_{e1} \mathcal{R}^P \tau_{e2} \wedge \tau_{e2} \mathcal{R}^P \tau_{e1} \Rightarrow \tau_{e1} = \tau_{e2}]$

d/ $\bigwedge_{\tau_{e1}, \tau_{e2} \in \mathcal{T}(S)} [\tau_{e1} \mathcal{R}^P \tau_{e2} \cup \tau_{e2} \mathcal{R}^P \tau_{e1}]$

Zbiór $\mathcal{T}(S)$ - czas własny systemu - jest zbiorem ograniczonym z góry i z dołu, tzn. istnieje.

Kres dolny zbioru $\mathcal{T}(S)$: $\tau_o = \inf \mathcal{T}(S)$

oraz kres górny zbioru $\mathcal{T}(S)$: $\tau_k = \sup \mathcal{T}(S)$

gdzie:

τ_o - najwcześniejszy moment kreacji tworzywa systemowego;

τ_k - bieżący moment czasu analizy rozwoju systemu;

$\tau_k > \tau_o$

Możemy więc analizować rozwój systemu w okresie czasu systemowego: $\Delta\tau = \tau_k - \tau_o > 0$

lub jego przedziale:

$$[\tau_o, \tau_k] \subseteq \mathcal{T}(S)$$

3.4.2. Przestrzeń czasowa systemu

Przestrzeń czasowa systemu jest to produkt iloczynu kartezjańskiego tworzywa systemowego TS przez czas własny systemu $\mathcal{T}(S)$

$$\mathcal{P} = TS \times \mathcal{T}(S)$$

elementy przestrzeni czasowej systemu nazywamy zdarzeniami.

Tworzywo systemowe składa się z elementów struktury oraz elementów relacyjnych. Elementami przestrzeni czasowej systemu są więc odpowiednio:

<u>zdarzenia elementowe</u>

$$z_{en} = \langle \tau_{en}, e_n \rangle$$

gdzie:

z_{en} - zdarzenie elementowe;

τ_{en} - czas własny elementu;

e_n - element składu systemu;

np. utworzenie nowego organu wykonawczego systemu informatyzacji, zainstalowanie /wycofanie z eksploatacji/ komputera itp.,

<u>zdarzenia relacyjne</u>

$$z_{erm} = \langle \tau_{erm}, e_{rm} \rangle$$

gdzie:

z_{erm} - zdarzenie relacyjne;

e_{RM} - element relacyjny składu systemu;

τ_{eRM} - czas własny elementu relacyjnego;

np. powstanie dowolnej relacji strukturotwórczej pomiędzy odpowiednimi elementami systemu.

Zdarzenia spełniają następujące warunki:

a/ $\bigwedge_{Z_{e_1}, Z_{e_2}} \in \mathcal{P}/S/ \qquad Z_{e_1} \neq Z_{e_2} \Leftrightarrow \tau_{e_1} \neq \tau_{e_2}$

b/ $\bigwedge_{Z_{e_1}, Z_{e_2}} \in \mathcal{P}/S/ \qquad Z_{e_1} \equiv Z_{e_2} \Leftrightarrow Z_{e_1} = Z_{e_2} \wedge \tau_{e_1} = \tau_{e_2}$

Zbiór $\mathcal{T}/S/$ - czas własny systemu jest zbiorem uporządkowanym, co implikuje uporządkowanie przestrzeni czasowej systemu. Tzn. między zdarzeniami - elementami przestrzeni czasowej - istnieją następujące związki czasowe:

a/ zdarzenie Z_{e_1} jest wcześniejsze od zdarzenia Z_{e_2}

$$\bigvee_{Z_{e_1}, Z_{e_2}} \in \mathcal{P}/S/ \qquad Z_{e_1} R_W Z_{e_2} \Leftrightarrow \tau_{e_1} \mathcal{R} \tau_{e_2}$$

b/ zdarzenie Z_{e_1} jest równoczesne ze zdarzeniem Z_{e_2}

$$\bigvee_{Z_{e_1}, Z_{e_2}} \in \mathcal{P}/S/ \qquad Z_{e_1} R_{RW} Z_{e_2} \Leftrightarrow \tau_{e_1} = \tau_{e_2}$$

c/ zdarzenie Z_{e_1} jest późniejsze od zdarzenia Z_{e_2}

$$\bigvee_{Z_{e_1}, Z_{e_2}} \in \mathcal{P}/S/ \quad \left[Z_{e_1} R_p Z_{e_2} \Leftrightarrow /\sim \tau_{e_1} \mathcal{R}^p \tau_{e_2} / \wedge \tau_{e_1} \neq \tau_{e_2} \right]$$

Maksymalny repertuar zdarzeń elementowych systemu wyznacza suma repertuarów klas zdarzeń elementowych

$$E_Z = E_{1Z} \cup E_{2Z} \cup \ldots \cup E_{iZ} \qquad i = \overline{1,I}$$

gdzie:

$E_{iZ} = \left\{ Z^i_{e_1}, Z^i_{e_2}, \ldots Z^i_{e_n} \right\}$ - i-klasa repertuaru zdarzeń elementowych systemu.

Maksymalny repertuar zdarzeń relacyjnych systemu wyznacza suma klas repertuarów zdarzeń relacyjnych

$$E_{RZ} = E_{R1} \cup E_{R2} \cup, \ldots \cup E_{Rj} \qquad j = \overline{1,J}$$

gdzie:

$$E_{Rj} = \left\{ z_{e_{R1}}, z_{e_{R2}}, \ldots, z^{j}_{e_{Rm}} \right\}$$ - j - klasa repertuaru zdarzeń relacyjnych systemu.

Przestrzeń zdarzeniową systemu wyznacza suma repertuarów zdarzeniowych systemu.

$$\mathcal{P}_Z/\$/ = E_Z \cup E_{RZ}$$

3.5. Stan systemu

Niech $T/\$/ = \{t_1, t_2, \ldots, t_r\}$; $r = \overline{1,R}$

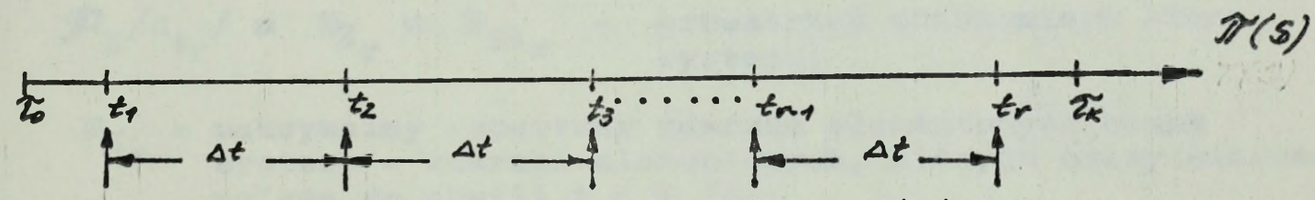
będzie uporządkowanym zbiorem wyróżnianych momentów czasu własnego systemu, przy założeniu, że

$t_1 \geq \tau_o$ - ; τ_o - kres dolny czasu własnego systemu

$t_r \leq \tau_k$ - ; τ_k - kres górny czasu własnego systemu

Przyrost czasu, pomiędzy kolejnymi wyróżnionymi momentami jest stały i wynosi $\Delta t = const$. Ten stały przyrost czasu Δt - nazywamy chwilą czasu.

Kolejne wyróżnione momenty czasu $t_r \in T/\$/$ są więc zdeterminowane wartością przyrostu Δt



Rys. 3.4. Zasada przyrostu czasu T/$/

Długość wyróżnionego czasu własnego systemu wynosi

$$T_D/\$/ = r \cdot \Delta t$$

gdzie:

r - liczba wyróżnionych chwil czasu.

Każdemu wyróżnionemu momentowi czasu $t_r \in T/\$/$ przyporządkowujemy liczbę naturalną określającą kolejny numer chwili:

$$[t_1, t_2] \rightarrow t_1$$
$$(t_2, t_3] \rightarrow t_2$$
$$\vdots$$
$$(t_{r-1}, t_r] \rightarrow t_r$$

$r = 1,2 \ldots R$

R - zbiór liczb naturalnych

Otrzymujemy więc zbiór wyróżnionych chwil czasu własnego systemu

$$\mathbb{T}/S/ = \{t_1, t_2, \ldots t_r\}$$

Na elementach zbioru $\mathbb{T}/S/$ - chwil czasu własnego systemu - oraz elementach przestrzeni zdarzeniowej systemu $\mathcal{P}_z/S/$ - określamy relację jednoczesności zdarzeń $\mathcal{R}^J$

$$\mathcal{R}^J \subset \mathcal{P}_z(S) \times \mathbb{T}(S)$$

przyporządkowującą każdej chwili czasu własnego $t_r \in \mathbb{T}/S/$ klasę zdarzeń jednoczesnych. Zdarzeń, które zachodzą w wyróżnionej chwili czasu. Relacja jednoczesności zdarzeń dokonuje podziału elementów przestrzeni zdarzeniowej systemu na klasy zdarzeń jednoczesnych - zdarzenia zachodzące między kolejnymi chwilami czasu traktujemy jako zdarzenia jednoczesne i analizować je będziemy grupowo. Klasę zdarzeń jednoczesnych dla danej chwili czasu systemowego $t_r \in \mathbb{T}/S/$ nazywamy stanem systemu i oznaczamy S_r:

$$S_r = \mathcal{P}_Z /S_{t_r}/$$

gdzie:

$\mathcal{P}_Z/S_{t_r}/ = E_{Z_r}$ u E_{RZ_r} - przestrzeń zdarzeniowa stanu systemu;

E_{Z_r} - maksymalny repertuar zdarzeń elementowych stanu systemu - zdarzeń elementowych, których czasy własne należą do chwili $t_r \in \mathbb{T}/S/$;

$E_{RZ_r}/t_r/$ - maksymalny repertuar zdarzeń relacyjnych stanu systemu - zdarzeń relacyjnych, których czasy własne należą do chwili $t_r \in \mathbb{T}/S/$.

Relacja $\mathcal{R}^J$ jednoczesności zdarzeń wyznacza ciąg chronologicznie uporządkowanych klas zdarzeń jednoczesnych - stanów systemu - w wybranych chwilach $t_r \in \mathbb{T}/S/$.

Ciąg chronologicznie uporządkowanych stanów systemu nazywamy historią stanów systemu:

$$H_{\$} = /\$_1, \$_2, \ldots \$_r/;$$

Uporządkowany liniowo przez relację poprzedzenia zdarzeń zbiór wyróżnionych chwil czasu własnego systemu nazywamy czasem systemowym

$$\mathbb{T}/\$/ = \{t_1, t_2, \ldots t_r\};$$

gdzie:

$\mathbb{T}/\$/$ - czas systemowy;

t_r - chwila czasu systemowego.

3.5.1. Cechy strukturalne stanu systemu

Strukturę systemu w stanie $\$_r \in H_{\$}$ jednoznacznie wyznacza przestrzeń zdarzeniowa stanu systemu:

$$\mathcal{P}_Z/\$_r/ = |E_{Z_r} \cup |E_{R_{Z_r}}$$

gdzie:

$|E_{Z_r}$ - maksymalny repertuar zdarzeń elementowych stanu systemu;

$|E_{R_{Z_r}}$ - maksymalny repertuar zdarzeń relacyjnych stanu systemu.

Maksymalny repertuar zdarzeń elementowych stanu systemu wyznacza suma klas repertuarów zdarzeń elementowych stanu systemu

$$|E_{Z_r} = E^r_{1Z} \cup E^r_{2Z} \cup \ldots \cup E^r_{iZ} \qquad i = \overline{1,I}$$

gdzie:

E^r_{iZ} - i-ta klasa repertuaru zdarzeń elementowych stanu systemu w $t_r \in \mathbb{T}/\$/$ chwili czasu systemowego.

Liczność zdarzeń elementowych w klasie repertuaru stanu systemu oznaczamy $\overline{E}^r_{iZ}$ i nazywamy liczbą kardynalną /mocą/ klasy repertuaru zdarzeń elementowych stanu systemu.

Suma liczb kardynalnych klas repertuarów zdarzeń elementowych stanu systemu

$$\overline{E}_{Z_r} = \overline{E}^r_{1Z} + \overline{E}^r_{2Z} + \ldots + \overline{E}^r_{iZ} \qquad i = \overline{1,I}$$

wyznacza liczbę kardynalną /moc/ maksymalnego repertuaru zdarzeń elementowych stanu systemu - liczbę zdarzeń elementowych stanu systemu w $t_r \in T$ /S/ chwili czasu systemowego.

Maksymalny repertuar zdarzeń relacyjnych stanu systemu wyznacza suma klas repertuarów zdarzeń relacyjnych stanu systemu:

$$\overline{E}_{RZ_r} = E^r_{R1} \cup E^r_{R2} \cup \ldots \cup E^r_{Rj} \qquad j = \overline{1,J}$$

gdzie:

$E^r_{R_j}$ - j-ta klasa repertuaru zdarzeń relacyjnych stanu systemu w $t_r \in T$ /S/ chwili czasu systemowego.

Liczność zdarzeń relacyjnych w klasie repertuaru stanu systemu oznaczamy

$$\overline{\overline{E}}^r_{R_j}$$

i nazywamy liczbą kardynalną /mocą/ - klasy repertuaru zdarzeń relacyjnych stanu systemu.

Suma liczb kardynalnych klas repertuarów relacyjnych stanu systemu

$$\overline{E}_{RZ_r} = \overline{E}^r_{1R} + \overline{E}^r_{2R} + \ldots + \overline{E}^r_{jR} \qquad j = \overline{1,J}$$

wyznacza moc maksymalnego repertuaru zdarzeń relacyjnych stanu systemu - liczbę zdarzeń relacyjnych stanu systemu w $t_r \in \mathbb{T}$ /S/ chwili czasu systemowego.
Na bazie elementów maksymalnych repertuarów systemu w chwili $t_r \in \mathbb{T}$ /S/ czasu systemowego - mocy tych repertuarów-określone są cechy strukturalne stanu systemu.

Interesującą cechą strukturalną stanu systemu jest względna złożoność struktury. Cechę tę charakteryzują następujące wskaźniki:

- wskaźnik złożoności struktury systemu

$$W_r^Z = \frac{\overline{\mathbb{E}}_{R_{Zr}}}{\overline{\mathbb{E}}_{Z_r}} \quad ;$$

jest on miarą liczby zdarzeń relacyjnych przypadających na jedno zdarzenie elementowe w danej chwili $t_r \in \mathbb{T}$ /S/ czasu systemowego;

w przypadku gdy:

$W_r^Z > 1$ - złożona struktura systemu

$W_r^Z \leqslant 1$ - prosta struktura systemu;

- wskaźnik dezagregacji

$$W_{r_i}^Z = \frac{\overline{\mathbb{E}}^r_{R_j}}{\overline{\mathbb{E}}^r_{i_Z}} \qquad i = j$$

charakteryzuje on złożoność klasy repertuaru zdarzeń elementowych;

- Gościński J [35] definiuje miarę względnej złożoności struktury systemu w następujący sposób:

jeżeli: $\overline{\mathbb{E}}_{R_{Zr}} \geqslant \mathbb{E}_{Z_r} - 1$; złożona struktura systemu

$\overline{\mathbb{E}}_{Z_r} - 1 \leqslant \mathbb{E}_{R_{Zr}} < \mathbb{E}_{Z_r} - 1$; prosta struktura systemu.

Strukturę stanu systemu, ze względu na własności funkcjonalne zdarzeń elementowych tworzących je charakteryzuje wskaźnik dyferencjacji /zróżnicowania/ struktury [118] . Cecha ta jest pochodną złożoności struktury, uwzględnia jednak jej aspekt

jakościowy. Podstawę wyróżnienia klas repertuarów zdarzeń elementowych - stanowiły własności funkcjonalne zdarzeń elementowych. To, że przestrzeń zdarzeniowa stanu systemu składa się z hierarchicznie uporządkowanych klas repertuarów zdarzeń elementowych o zróżnicowanych własnościach funkcjonalnych jest istotną cechą strukturalną systemu.

Wskaźnik dyferencjacji definiujemy jako stosunek liczby wyróżnionych w danej chwili $t_r \in \mathbb{T}$ /$/ czasu systemowego klas repertuarów zdarzeń elementowych /poziomów struktury/ - I_r - do liczby kardynalnej repertuaru maksymalnego zdarzeń elementowych - $\overline{\mathbb{E}}_{Z_r}$

$$W_r^D = \frac{I_r}{\overline{\mathbb{E}}_{Z_r}}$$

gdzie: I_r - liczba klas repertuarów /poziomów struktury/ systemu w chwili $t_r \in \mathbb{T}$ /$/ czasu systemowego,

jeżeli: $W_r^D \leq 1$ - to:
- wysoki /$W_r^D = 1$ maksymalny/ stopień dyferencjacji, każda klasa repertuaru /poziom struktury/ składa się z jednego /$W_r^D = 1$/ zdarzenia elementowego;
- wysoki stopień centralizacji /niski decentralizacji/ koordynacji /kierowania/ rozwojem systemu;
- smukła struktura systemu;

$W_r^D \leq 0{,}5$
- niski stopień dyferencjacji, każda klasa repertuaru /poziom struktury/ składa się z kilku zdarzeń elementowych;
- niski stopień centralizacji /wysoki decentralizacji/;koordynacji /kierowania/ rozwojem systemu;
- płaska struktura systemu.

Bardzo istotną cechę strukturalną systemu, charakteryzującą stopień powiązania poszczególnych zdarzeń elementowych w zorganizowaną całość jest wskaźnik organizacyjności. Definiujemy go jako stosunek liczby kardynalnej repertuaru zdarzeń relacyjnych

stanu systemu do maksymalnej liczby zdarzeń relacyjnych jakie można określić na zdarzeniach elementowych w chwili $t_r \in \mathbb{T}/\$/$ czasu systemowego.

$$W_r^o = \frac{\overline{\mathbb{E}}_{R_{Z_r}}}{\overline{\mathbb{E}}^2_{Z_r}}$$

gdzie: $\overline{\mathbb{E}}^2_{Z_r}$ - kwadrat liczby kardynalnej repertuaru maksymalnego zdarzeń elementowych

jeżeli $W_r^o \leqslant 1$ to - wysoki stopień zorganizowania struktury systemu

$W_r^o \leqslant 0{,}5$ - niski stopień zorganizowania struktury systemu.

Miarę lokalnego zagęszczenia struktury stanu systemu wyznacza stopień zdarzenia elementowego repertuaru zdarzeń elementowych stanu systemu:

$$\bigwedge_{Z^r_{e_n} \in \mathbb{E}_{Z_r}} Z^{STr}_{e_n} = Z^{r\,+}_{e_{n_R}} + Z^{r\,-}_{e_{n_R}}$$

gdzie:

$Z^{r+}_{e_{n_R}}$ - liczba zdarzeń relacyjnych stanu systemu, w których zdarzenie elementowe $Z^r_{e_n}$ jest początkiem wektora działania;

$Z^{r-}_{e_{n_R}}$ - liczba zdarzeń relacyjnych stanu systemu, w których zdarzenie elementowe $Z^r_{e_n}$ jest końcem wektora działania.

Na podstawie stopni zdarzeń elementowych stanu systemu definiujemy stopień struktury stanu systemu

$$W^S_{r_{Z_{e_n}}} = \max Z^{STr}_{e_n}$$

Wyznaczenie stopni zdarzeń elementowych a następnie stopnia struktury stanu systemu pozwala nam na identyfikację zdarzenia elementowego, które w danej chwili $t_r \in \mathbb{T}/\$/$ czasu systemowego jest w relacjach bezpośrednich z największą liczbą zdarzeń repertuaru maksymalnego zdarzeń elementowych - zdarzenia elementowego, na którego funkcjonowanie należy zwrócić szczególną uwagę. Wyznaczony element o maksymalnym stopniu, może stanowić podstawę do wyznaczenia podgrafu struktury /zawierającego ten

wyznaczony element/ stanu systemu, którego funkcjonowanie w danej chwili czasu systemowego wpływa decydująco na efektywność działania całego systemu.

3.6. Charakterystyki strukturalne systemu

Właściwości struktury systemu w $t_r \in \Pi/S/$ chwili czasu systemowego - $S_r \in H_s$ stanie systemu - jednoznacznie określają cechy strukturalne określone na elementach przestrzeni zdarzeniowej systemu:

- $\overline{E}^r_{1Z}, \ldots \overline{E}^r_{iZ}$; $i = \overline{1,Z}$ - moc klas repertuarów zdarzeń elementowych stanu systemu;
- $\overline{E}_{Z_r}$ - moc maksymalnego repertuaru zdarzeń elementowych stanu systemu;
- $\overline{E}^r_{1R}, \ldots \overline{E}^r_{jR}$; $j = \overline{1,J}$ - moc klas repertuarów zdarzeń relacyjnych stanu systemu;
- $\overline{E}_{RZ_r}$ - moc maksymalnego repertuaru zdarzeń relacyjnych stanu systemu;
- W^Z_r - wskaźnik złożoności struktury stanu systemu;
- $W^Z_{r_i}$ - wskaźnik dezagregacji klasy repertuaru;
- W^D_r - wskaźnik dyferencjacji struktury stanu systemu;
- W^O_r - wskaźnik organizacyjności struktury stanu systemu.

Dla każdej chwili $t_r \in \Pi/S/$ czasu systemowego wyróżnione cechy strukturalne systemu przyjmują określone wartości, których zmiana w poszczególnych - chronologicznie uporządkowanych chwilach czasu systemowego - stanach systemu - pozwala na wyznaczenie charakterystyk strukturalnych systemu, odpowiednio:

- $\overline{E}_{iZ} = \left\{ \overline{E}^1_{iZ}, \overline{E}^2_{iZ}, \ldots \overline{E}^r_{iZ} \right\}$ - charakterystyki mocy i-tego repertuaru zdarzeń elementowych systemu;
- $\overline{E}_Z = \left\{ \overline{E}_{Z^1}, \overline{E}_{Z^2}, \ldots \overline{E}_{Zr} \right\}$ - charakterystyka mocy maksymalnego repertuaru zdarzeń elementowych systemu;
- $\overline{E}_{jR} = \left\{ \overline{E}^1_{jR}, \overline{E}^2_{jR}, \ldots \overline{E}^r_{jR} \right\}$ - charakterystyki mocy j-tego repertuaru zdarzeń relacyjnych systemu;

$\overline{\mathbb{E}}_R = \{E_{R1}, E_{R2}, \ldots E_{Rr}\}$ - charakterystyki mocy maksymalnego reportuaru zdarzeń relacyjnych systemu;

$W^Z = \{W_1^Z, W_2^Z, \ldots W_r^Z\}$ - charakterystyka złożoności struktury systemu;

$W_i^Z = \{W_{i1}^Z, W_{i2}^Z, \ldots W_{ir}^Z\}$ - charakterystyki dezagregacji i-tej klasy repertuaru zdarzeń elementowych;

$W^D = \{W_1^D, W_2^D, \ldots W_r^D\}$ - charakterystyka dyferencjacji struktury systemu;

$W^O = \{W_1^O, W_2^O, \ldots W_r^O\}$ - charakterystyki organizacyjności struktury.

Zbiór charakterystyk strukturalnych

$$\mathbb{C} = \{\overline{E}_{1Z}, \ldots \overline{E}_{iZ}, \overline{E}_Z, \overline{E}_{1R}, \ldots \overline{E}_{jR}, \overline{E}_R, W^Z, W_1^Z, \ldots W_i^Z, W^D, W^O\};$$

opisuje zmiany zachodzące w czasie systemowym w strukturze systemu.

3.7. Procesy

Zdarzenia elementowe - elementy repertuaru maksymalnego zdarzeń elementowych - zostały podzielone przez relację systemotwórczą na klasy repertuarów zdarzeń elementowych o jednakowych własnościach funkcjonalnych - zdarzeń równoważnych.

Każde zdarzenie elementowe $Z_{e_n} \in \mathbb{E}_Z$ posiadające ściśle określoną własność funkcjonalną jednoznacznie charakteryzuje /opisuje/ cecha[x] /zbiór cech/ będąca wielkością mierzalną.

$$\bigwedge_{Z_{e_n} \in \mathbb{E}_Z} \quad V^{Z_{e_n}} = \{V_1^{Z_{e_n}}, V_2^{Z_{e_n}}, \ldots V_k^{Z_{e_n}}\} \quad k = \overline{1,K}$$

gdzie:

$V^{Z_{e_n}}$ - zbiór cech charakteryzujących zdarzenie elementowe $Z_{e_n} \in \mathbb{E}_z$

---

x/ Cecha - wszystko to, co charakteryzuje w sposób względnie stały dany przedmiot, proces, organizm, zachowanie itd. odróżniając go od innych przedmiotów.
JAROSZYŃSKI J., OSTASZEWSKA J., EKIEL J.: Mały słownik psychologiczny. Warszawa 1965, s. 21-22.

$V_k^{Ze_n}$ - k-ta cecha charakteryzująca zdarzenie elementowe $Ze_n \in \mathbb{E}_z$.

Zmiany wartości cech charakteryzujących /opisujących/ zdarzenie elementowe w czasie systemowym nazywamy procesem.

3.7.1. Rodzaje procesów

Każda z cech mierzalnych charakteryzujących zdarzenie elementowe przestrzeni zdarzeniowej systemu może składać się z $g = \overline{1,G}$ grup rodzajowych.

gdzie: $$V_{kG}^{Ze_n} = \left\{ v_{k1}^{Ze_n}, v_{k2}^{Ze_n}, \ldots v_{kg}^{Ze_n} \right\};$$

$V_{kG}^{Ze_n}$ - zbiór grup rodzajowych k-tej cechy charakteryzującej $Ze_n \in \mathbb{E}_z$ zdarzenie elementowe;

$v_{kg}^{Ze_n}$ - g-grupa rodzajowa k-tej cechy charakteryzującej $Ze_n \in \mathbb{E}_z$ zdarzenie elementowe.

Zmiany wartości cechy charakteryzującej zdarzenie elementowe przestrzeni zdarzeniowej systemu w czasie systemowym nazywamy elementarnym procesem zdarzenia elementowego

gdzie: $$\mathcal{P}_{V_k}^{Ze_n} \mathbb{T}/\$/ = \left\{ \mathcal{P}_{V_k}^{Ze_n} /t_1/, \ldots \mathcal{P}_{V_k}^{Ze_n} /t_r/ \right\};$$

$\mathcal{P}_{V_k}^{Ze_n} \mathbb{T}/\$/$ - proces elementarny k-tej cechy charaketeryzującej $Ze_n \in \mathbb{E}_z$ zdarzenie elementowe.

Wartość jaką przyjmuje cecha charakteryzująca zdarzenie elementowe w chwili $t_r \in \mathbb{T}/\$/$ czasu systemowego nazywamy wartością elementarnego procesu zdarzenia elementowego w r-tym stanie systemu i oznaczamy $\mathcal{P}_{V_k}^{Ze_n} /t_r/$

W przypadku gdy cecha charakteryzująca zdarzenie elementowe składa się z grup rodzajowych definiujemy odpowiednio:

- elementarny proces zdarzenia elementowego w grupie rodzajowej

gdzie: $$\mathcal{P}_{v_{kg}}^{Ze_n} \mathbb{T}/\$/ = \left\{ \mathcal{P}_{v_{kg}}^{Ze_n} /t_1/, \ldots \mathcal{P}_{v_{kg}}^{Ze_n} /t_r/ \right\};$$

$\mathcal{P}_{v_{kg}}^{Ze_n} \mathbb{T}/\$/$ - proces elementarny k-tej cechy charakteryzującej $Ze_n \in \mathbb{E}_z$ zdarzenie elementowe w g-grupie rodzajowej;

- elementarny proces rodzajowy zdarzenia elementowego

$$\mathcal{P}_{v_{kG}}^{Ze_n}\,\mathbb{T}/\$/ = \{\mathcal{P}_{v_{k1}}^{Ze_n}\,\mathbb{T}/\$/, \ldots \mathcal{P}_{v_{kg}}^{Ze_n}\,\mathbb{T}/\$/\};$$

gdzie:

$\mathcal{P}_{v_{kG}}^{Ze_n}\,\mathbb{T}/\$/$ - elementarny proces rodzajowy k-tej cechy charakteryzującej $Ze_n \in \mathbb{E}_z$ zdarzenie elementowe;

- wartość elementarnego procesu rodzajowego zdarzenia elementowego

$$\mathcal{P}_{v_{kG}}^{Ze_n}/t_r/ = \{\mathcal{P}_{v_{k1}}^{Ze_n}/t_r/, \ldots, \mathcal{P}_{v_{kg}}^{Ze_n}/t_r/\}$$

Zmiany wartości cech mierzalnych charakteryzujących zdarzenie elementowe - o określonej własności funkcjonalnej - przestrzeni zdarzeniowej systemu w czasie systemowym nazywamy procesem zdarzenia elementowego i definiujemy:

$$\mathcal{P}_{V}^{Ze_n}\,\mathbb{T}/\$/ = \{\mathcal{P}_{V_1}^{Ze_n}\,\mathbb{T}/\$/, \ldots \mathcal{P}_{V_k}^{Ze_n}\,\mathbb{T}/\$/\}$$

W przypadku, gdy cechy mierzalne charakteryzujące zdarzenie elementowe składają się z grup rodzajowych, to zmiany wartości tych cech w czasie systemowym nazywamy procesem rodzajowym zdarzenia elementowego

$$\mathcal{P}_{V_G}^{Ze_n}\,\mathbb{T}/\$/ = \{\mathcal{P}_{V_{1G}}^{Ze_n}\,\mathbb{T}/\$/, \ldots \mathcal{P}_{V_{kG}}^{Ze_n}\,\mathbb{T}/\$/\};$$

gdzie:

kG - wszystkie grupy rodzajowe k-tej cechy.

Wartości jakie przyjmują cechy charakteryzujące zdarzenie elmentowe w chwili $t_r \in \mathbb{T}/\$/$ czasu systemowego nazywamy wartością procesu zdarzenia elementowego w r-tym stanie systemu

$$\mathcal{P}_{V}^{Ze_n}/t_r/ = \{\mathcal{P}_{V_1}^{Ze_n}/t_r/, \ldots \mathcal{P}_{V_k}^{Ze_n}/t_r/\};$$

a wartości jakie przyjmują cechy charakteryzujące zdarzenie elementowe składające się z grup rodzajowych w chwili $t_r \in \mathbb{T}/\$/$ czasu systemowego nazywamy wartością procesu rodzajowego zdarzenia elementowego w r-tym stanie systemu

$$\mathcal{P}_{V_G}^{Ze_n}/t_r/ = \{\mathcal{P}_{V_{1G}}^{Ze_n}/t_r/, \ldots \mathcal{P}_{V_{kG}}^{Ze_n}/t_r/\};$$

W przypadku gdy zdarzenie elementowe charakteryzują zarówno cechy składające się z grup rodzajowych, jak i bez grup rodzajowych definiujemy:

pełny proces zdarzenia elementowego

$$\mathcal{P}_{W}^{Ze_n}\,\mathbb{T}/\$/ = \left\{\mathcal{P}_{V}^{Ze_n}\,\mathbb{T}/\$/;\quad \mathcal{P}_{V_G}^{Ze_n}\,\mathbb{T}/\$/\right\};$$

oraz wartość pełnego procesu zdarzenia elementowego

$$\mathcal{P}_{W}^{Ze_n}/t_r/ = \left\{\mathcal{P}_{V}^{Ze_n}/t_r/,\ \mathcal{P}_{V_G}^{Ze_n}/t_r/\right\}$$

Zmiany wartości cechy mierzalnej charakteryzującej zdarzenia elementowe klasy repertuaru zdarzeń elementowych systemu - zdarzenia o jednakowej własności funkcjonalnej - w czasie systemowym nazywamy elementarnym procesem klasy repertuaru zdarzeń

$$\mathcal{P}_{V_k}^{E_iZ}\,\mathbb{T}/\$/ = \left\{\mathcal{P}_{V_k}^{Ze_1^i}\,\mathbb{T}/\$/,\ \ldots\ \mathcal{P}_{V_k}^{Ze_n^i}\,\mathbb{T}/\$/\right\};$$

a zmiany wartości cech mierzalnych charakteryzujących klasę repertuaru zdarzeń elementowych - zdarzeń o jednakowej własności funkcjonalnej - w czasie systemowym nazywamy:

procesem klasy repertuaru zdarzeń:

$$\mathcal{P}_{V}^{E_iZ}\,\mathbb{T}/\$/ = \left\{\mathcal{P}_{V_1}^{E_iZ}\,\mathbb{T}/\$/,\ \ldots,\ \mathcal{P}_{V_k}^{E_iZ}\,\mathbb{T}/\$/\right\};$$

W przypadku gdy cechy charakteryzujące zdarzenia elementowe klasy repertuaru składają się z grup rodzajowych definiujemy:

- elementarny proces rodzajowy klas repertuaru zdarzeń

$$\mathcal{P}_{V_{kG}}^{E_iZ}\,\mathbb{T}/\$/ = \left\{\mathcal{P}_{V_{k1}}^{E_iZ}\,\mathbb{T}/\$/,\ \ldots,\ \mathcal{P}_{V_{kG}}^{E_iZ}\,\mathbb{T}/\$/\right\};$$

- proces rodzajowy klasy repertuaru zdarzeń

$$\mathcal{P}_{V_G}^{E_iZ}\,\mathbb{T}/\$/ = \left\{\mathcal{P}_{V_{1G}}^{E_iZ}\,\mathbb{T}/\$/,\ \ldots,\ \mathcal{P}_{V_{kG}}^{E_iZ}\,\mathbb{T}/\$/\right\};$$

Wartość jaką przyjmuje cecha mierzalna charakteryzująca zdarzenie elementowe klasy repertuaru zdarzeń w chwili $t_r \in \mathbb{T}/\$/$ czasu systemowego nazywamy wartością elementarnego procesu klasy repertuaru zdarzeń w r-tym stanie systemu.

$$\mathcal{P}_{V_k}^{E_iZ}/t_r/ = \sum_{n=1}^{N} \mathcal{P}_{V_k}^{Ze_n^i}/t_r/\ ;$$

Wartości jakie przyjmują cechy charakteryzujące zdarzenia elementowe klasy repertuaru zdarzeń w chwili $t_r \in \mathbb{T}/\$/$ czasu systemowego nazywamy wartością procesu klasy repertuaru zdarzeń w r-tym stanie systemu

$$\mathcal{P}_{V}^{E_i Z}/t_r/ = \left\{ \mathcal{P}_{V_1}^{E_i Z}/t_r/, \ldots \mathcal{P}_{V_k}^{E_i Z}/t_r/ \right\};$$

W przypadku gdy cechy składają się z grup rodzajowych i zdefiniowany został elementarny proces rodzajowy klasy repertuaru zdarzeń oraz proces rodzajowy klasy repertuaru definiujemy:

- wartość elementarnego procesu rodzajowego klasy repertuaru zdarzeń

$$\mathcal{P}_{V_{kG}}^{E_i Z}/t_r/ = \left\{ \mathcal{P}_{V_{k1}}^{E_i Z}/t_r/, \ldots \mathcal{P}_{V_{kg}}^{E_i Z}/t_r/ \right\};$$

gdzie:

$$\mathcal{P}_{V_{k1}}^{E_i Z}/t_r/ = \sum_{n=1}^{N} \mathcal{P}_{V_{k1}}/t_r/$$

- wartość procesu rodzajowego klasy repertuaru zdarzeń

$$\mathcal{P}_{V_G}^{E_i Z}/t_r/ = \left\{ \mathcal{P}_{V_{1G}}^{E_i Z}/t_r/, \ldots \mathcal{P}_{V_{kG}}^{E_i Z}/t_r/ \right\};$$

W przypadku gdy zdarzenia elementowe klasy repertuaru opisują /charakteryzują/ zarówno cechy z grupami, jak i bez grup rodzajowych definiujemy pełny proces klasy repertuaru zdarzeń

$$\mathcal{P}_{W}^{E_i Z}\,\mathbb{T}/\$/ = \left\{ \mathcal{P}_{V}^{E_i Z}\,\mathbb{T}/\$/;\ \mathcal{P}_{V_G}^{E_i Z}\,\mathbb{T}/\$/ \right\}$$

którego wartość

$$\mathcal{P}_{W}^{E_i Z}/t_r/ = \left\{ \mathcal{P}_{V}^{E_i Z}/t_r/, \mathcal{P}_{V_G}^{E_i Z}/t_r/ \right\}$$

wyznaczają odpowiednio:

- $\mathcal{P}_{V}^{E_i Z}/t_r/$ - wartość procesu klasy repertuaru zdarzeń w chwili $t_r \in \mathbb{T}/\$/$ czasu systemowego;

- $\mathcal{P}_{V_G}^{E_i Z}/t_r/$ - wartość procesu rodzajowego klasy repertuaru zdarzeń w chwili $t_r \in \mathbb{T}/\$/$ czasu systemowego.

Pełny proces systemu opisuje zbiór pełnych procesów klas repertuarów zdarzeń elementowych tworzących przestrzeń zdarzeniową systemu.

$$\mathcal{P}^{\mathbb{E}_Z}\,\mathbb{T}/\mathbb{S}/ = \left\{ \mathcal{P}_{\mathbb{W}}^{\mathbb{E}_{1Z}}\,\mathbb{T}/\mathbb{S}/,\ \ldots \mathcal{P}_{\mathbb{W}}^{\mathbb{E}_{iZ}}\,\mathbb{T}/\mathbb{S}/ \right\};$$

Wartość pełnego procesu systemu w chwili $t_r \in \mathbb{T}/\mathbb{S}/$ czasu systemowego wyznaczają wartości pełnych procesów klas repertuarów zdarzeń elementowych przestrzeni zdarzeniowej stanu systemu.

$$\mathcal{P}^{\mathbb{E}_Z}/t_r/ = \left\{ \mathcal{P}_{\mathbb{W}}^{\mathbb{E}_{1Z}}/t_r/,\ \ldots \mathcal{P}_{\mathbb{W}}^{\mathbb{E}_{iZ}}/t_r/ \right\}$$

ROZDZIAŁ 4 - MODELOWANIE ROZWOJU SYSTEMU INFORMATYZACJI

4.1. Cechy strukturalne systemu

Przestrzeń zdarzeniową stanu systemu informatyzacji tworzy suma maksymalnych repertuarów zdarzeń elementowych i relacyjnych stanu systemu.

$$|P_Z/S_r^I/ = |E_{Z_r}^I \cup |E_{RZ_r}^I$$

gdzie:

$|E_{Z_r}^I$ - maksymalny repertuar zdarzeń elementowych stanu systemu informatyzacji;

$|E_{RZ_r}^I$ - maksymalny repertuar zdarzeń relacyjnych stanu systemu informatyzacji.

Maksymalny repertuar zdarzeń elementowych $|E_{Z_r}^I$ stanu systemu informatyzacji wyznacza:

$$|E_{Z_r}^I = E_{1Z}^{I_r} \cup E_{2Z}^{I_r} \cup E_{3Z}^{I_r} \cup E_{4Z}^{I_r} \cup E_{5Z}^{I_r}$$

gdzie:

$E_{1Z}^{I_r}$ - repertuar centralnego organu stanu systemu;

$E_{2Z}^{I_r}$ - repertuar organów sztabowych stanu systemu;

$E_{3Z}^{I_r}$ - repertuar organów wykonawczych stanu systemu;

$E_{4Z}^{I_r}$ - repertuar techniki komputerowej stanu systemu;

$E_{5Z}^{I_r}$ - repertuar rozwiązań informatycznych stanu systemu.

Dla każdej chwili $t_r \in T/S/$ czasu systemowego - liczności zdarzeń elementowych w poszczególnych klasach repertuarów

$$\overline{E}_{1Z}^{I_r};\ \overline{E}_{2Z}^{I_r};\ \overline{E}_{3Z}^{I_r};\ \overline{E}_{4Z}^{I_r};\ \overline{E}_{5Z}^{I_r}$$

wyznaczają moce klas repertuarów zdarzeń elementowych stanu systemu informatyzacji:

$\overline{E}_{1Z}^{I_r}$ - liczba centralnych organów systemu informatyzacji w stanie $S_r \in H_S$;

$\overline{E}_{2Z}^{I_r}$ - liczba organów sztabowych systemu informatyzacji w stanie $\$_r \in H_\$$;

$\overline{E}_{3Z}^{I_r}$ - liczba organów wykonawczych systemu informatyzacji w stanie $\$_r \in H_\$$;

$\overline{E}_{4Z}^{I_r}$ - liczba komputerów /minikomputerów/ eksploatowanych przez organa wykonawcze systemu informatyzacji w stanie $\$_r \in H_\$$;

$\overline{E}_{5Z}^{I_r}$ - liczba rozwiązań informatycznych eksploatowanych w stanie $\$_r \in H_\$$.

Suma klas repertuarów zdarzeń elementowych stanu systemu informatyzacji:

$$\overline{E}_{Zr}^{I} = \overline{E}_{1Z}^{I_r} + \overline{E}_{2Z}^{I_r} + \overline{E}_{3Z}^{I_r} + \overline{E}_{4Z}^{I_r} + \overline{E}_{5Z}^{I_r}$$

wyznacza moc maksymalnego repertuaru zdarzeń elementowych stanu systemu - liczbę zdarzeń elementowych /elementów/ tworzących strukturę systemu w $t_r \in \mathbb{T}/\$/$ chwili czasu systemowego. Maksymalny repertuar zdarzeń relacyjnych $|E_{RZ_r}^{I}$ stanu systemu informatyzacji wyznacza:

$$|E_{RZ_r}^{I} = E_{1R}^{I_r} \cup E_{2R}^{I_r} \cup E_{3R}^{I_r} \cup E_{4R}^{I_r} ;$$

gdzie:

$E_{1R}^{I_r}$ - relacyjny repertuar kierowania stanu systemu;

$E_{2R}^{I_r}$ - relacyjny repertuar organizacyjny stanu systemu;

$E_{3R}^{I_r}$ - relacyjny repertuar technologiczny stanu systemu;

$E_{4R}^{I_r}$ - relacyjny repertuar eksploatacyjny stanu systemu.

Dla każdej chwili $t_r \in \mathbb{T}/\$/$ czasu systemowego liczności zdarzeń relacyjnych w poszczególnych klasach repertuarów

$$\overline{E}_{1R}^{I_r};\ \overline{E}_{2R}^{I_r};\ \overline{E}_{3R}^{I_r};\ \overline{E}_{4R}^{I_r}$$

wyznaczają moce klas repertuarów zdarzeń relacyjnych systemu informatyzacji w stanie $\$_r \in H_\$$:

$\overline{E}_{1R}^{I_r}$ - liczba sprzężeń - wektorów podporządkowania wyznaczonych przez relację $R^{I_K} \subset E_{1Z}^{I_r} \times E_{2Z}^{I_r}$ - pomiędzy zdarzeniami elementowymi klas repertuarów systemu informatyzacji $E_{1Z}^{I_r}$ i $E_{2Z}^{I_r}$ w stanie $\$_r \in H_\$$;

$\overline{E}^{I_r}_{2R}$ - liczba sprzężeń - wektorów podporządkowania wyznaczonych przez relację $R^{IK} \subset E^{I_r}_{2Z} \times E^{I_r}_{3Z}$ - pomiędzy zdarzeniami elementowymi klas repertuarów organów sztabowych i wykonawczych systemu informatyzacji w stanie $\$_r \in H_\$$;

$\overline{E}^{I_r}_{3R}$ - liczba sprzężeń - wektorów technologicznych wyznaczonych przez relację $R^{IT} \subset E^{I_r}_{3Z} \times E^{I_r}_{4Z}$ - pomiędzy zdarzeniami elementowymi klas repertuarów organów wykonawczych i techniki komputerowej systemu informatyzacji w stanie $\$_r \subset H_\$$;

$\overline{E}^{I_r}_{4R}$ - liczba sprzężeń - wektorów eksploatacyjnych wyznaczonych przez relację $R^{IE} \subset E^{I_r}_{4Z} \times E^{I_r}_{5Z}$ - pomiędzy zdarzeniami elementowymi klas repertuarów techniki komputerowej i rozwiązań informatycznych systemu informatyzacji w stanie $\$_r \in H_\$$.

Suma mocy klas repertuarów zdarzeń relacyjnych systemu w stanie $\$_r \in H_\$$

$$\overline{E}^{I_r}_{RZ_r} = \overline{E}^{I_r}_{1R} + \overline{E}^{I_r}_{2R} + \overline{E}^{I_r}_{3R} + \overline{E}^{I_r}_{4R}$$

wyznacza moc repertuaru zdarzeń relacyjnych systemu informatyzacji w stanie $\$_r \in H_\$$ - liczbę zdarzeń relacyjnych /uporządkowanych par zdarzeń elementowych - wektorów działania/ - sprzężeń pomiędzy zdarzeniami elementowymi systemu informatyzacji w $t_r \in T/\$/$ chwili czasu systemowego - w stanie $\$_r \in H_\$$.

Wyznaczenie mocy klas repertuarów oraz repertuarów maksymalnych systemu pozwala nam na określenie wartości wskaźników charakteryzujących strukturę stanu systemu.

Wskaźnik złożoności struktury stanu systemu informatyzacji:

$$W^{Z^I}_r = \frac{\overline{E}^{I}_{RZ_r}}{\overline{E}^{I}_{Z_r}}$$

charakteryzuje liczbę zdarzeń relacyjnych przypadających na jedno zdarzenie elementowe w $t_r \in T/\$/$ chwili czasu systemowego.

Wskaźnik dezagregacji koordynacyjnej /kierowania/

$$W_{r_1}^{Z^I} = \frac{\overline{E}_{1R}^{I_r}}{\overline{E}_{1Z}^{I_r}}$$

- charakteryzuje rozpiętość /decentralizację/ koordynacyjną w dziedzinie rozwoju informatyki centralnego organu systemu informatyzacji.

Im wskaźnik dezagregacji $W_{r_1}^{Z^I}$ przyjmuje większą wartość, tym rozpiętość koordynacyjna /stopień decentralizacji koordynacji/ jest większa - większa jest liczba organów sztabowych systemu będących w relacji kierowania /koordynacji/ z organem centralnym.

Wskaźnik dezagregacji wykonawczej

$$W_{r_2}^{Z^I} = \frac{\overline{E}_{2R}^{I_r}}{\overline{E}_{2Z}^{I_r}}$$

- charakteryzuje rozpiętość /decentralizację/ wykonawczą /mocy projektowo-programowych/ stanu systemu informatyzacji. Wartość tego wskaźnika mówi nam ile organów wykonawczych stanu systemu przypada na jeden organ sztabowy w chwili $t_r \in T$ /$/ czasu systemowego. Im wskaźnik dezagregacji $W_{r_2}^{Z^I}$ przyjmuje większą wartość, tym rozpiętość wykonawcza stanu systemu jest większa - większa jest liczba organów wykonawczych systemu przypadająca na jeden organ sztabowy.

Wskaźnik dezagregacji techniki komputerowej

$$W_{r_3}^{Z^I} = \frac{\overline{E}_{3R}^{I_r}}{\overline{E}_{3Z}^{I_r}}$$

- charakteryzuje nam stopień wyposażenia organów wykonawczych systemu w technikę komputerową. Wartość tego wskaźnika mówi nam ile komputerów przypada na jeden organ wykonawczy w chwili $t_r \in T$ /$/ czasu systemowego. Im wskaźnik $W_{r_3}^{Z^I}$ przyjmuje większą wartość, tym stopień wyposażenia organów wykonawczych systemu w technikę komputerową /minikomputerową/ jest większy.

Wskaźnik dezagregacji eksploatacyjnej

$$W_{r_4}^{Z^I} = \frac{\overline{E}_{4R}^{I_r}}{\overline{E}_{4Z}^{I_r}}$$

- charakteryzuje nam stopień wykorzystania techniki komputerowej stanu systemu. Wartość tego wskaźnika mówi nam ile rozwiązań informatycznych jest eksploatowanych na jednym komputerze w chwili $t_r \in T$ /$/ czasu systemowego.

Im wskaźnik $W_{r_4}^{Z^I}$ przyjmuje większą wartość, tym stopień wykorzystania komputerów /minikomputerów/ jest większy - na jednym komputerze eksploatowanych jest więcej rozwiązań informatycznych.

Wskaźnik dyferencjacji /zróżnicowania/

$$W_r^{D^I} = \frac{I_r}{\overline{E}_{Z_r}^{I}} \qquad I_r = 5;$$

gdzie:

I_r - liczba klas repertuarów zdarzeń elementowych /poziomów struktury/ - dla systemu informatyzacji $I_r = 5$

- charakteryzuje ile zdarzeń elementowych przypada w danej chwili $t_r \in T$ /$/ czasu systemowego na jedną klasę repertuaru zdarzeń relacyjnych /poziom struktury/. Im wskaźnik $W_r^{D^I}$ przyjmuje większą wartość, to struktura systemu jest bardziej smukła a im mniejszą, to bardziej płaska.

Wskaźnik organizacyjności

$$W_r^{O^I} = \frac{\overline{E}_{RZ_r}^{I}}{\overline{E}_{Z_r}^{I}}$$

- charakteryzuje stopień zorganizowania struktury systemu informatyzacji. Im przyjmuje on większą wartość tym stopień zorganizowania struktury systemu jest większy - zdarzenia elementowe stanu systemu są połączone większą liczbą relacji /sprzężeń/.

4.2. Charakterystyki strukturalne

Właściwości struktury systemu w $t_r \in T/S/$ chwili czasu systemowego - $S_r \in H_S$ stanie systemu - jednoznacznie określają cechy strukturalne określone na elementach przestrzeni zdarzeniowej systemu informatyzacji.

- $\overline{E}^{I_r}_{1Z}$ - moc repertuaru - centralny organ stanu systemu;
- $\overline{E}^{I_r}_{2Z}$ - moc repertuaru organów sztabowych stanu systemu;
- $\overline{E}^{I_r}_{3Z}$ - moc repertuaru organów wykonawczych stanu systemu;
- $\overline{E}^{I_r}_{4Z}$ - moc repertuaru techniki komputerowej stanu systemu;
- $\overline{E}^{I_r}_{5Z}$ - moc repertuaru rozwiązań informatycznych stanu systemu;
- $\overline{E}^{I}_{Z_r}$ - moc maksymalnego repertuaru zdarzeń elementowych stanu systemu;
- $\overline{E}^{I_r}_{1R}$ - moc relacyjnego repertuaru kierowania stanu systemu;
- $\overline{E}^{I_r}_{2R}$ - moc relacyjnego repertuaru organizacyjnego stanu systemu;
- $\overline{E}^{I_r}_{3R}$ - moc relacyjnego repertuaru technologicznego stanu systemu;
- $\overline{E}^{I_r}_{4R}$ - moc relacyjnego repertuaru eksploatacyjnego stanu systemu;
- $\overline{E}^{I}_{RZ_r}$ - moc maksymalnego repertuaru relacyjnego stanu systemu;
- $w^{Z^I}_{r}$ - wskaźnik złożoności struktury stanu systemu;
- $w^{Z^I}_{r_1}$ - wskaźnik dezagregacji koordynacyjnej /kierowania/ stanu systemu;
- $w^{Z^I}_{r_2}$ - wskaźnik dezagregacji wykonawczej stanu systemu;
- $w^{Z^I}_{r_3}$ - wskaźnik dezagregacji techniki komputerowej stanu systemu
- $w^{Z^I}_{r_4}$ - wskaźnik dezagregacji eksploatacyjnej stanu systemu;

- $W_r^{D^I}$ - wskaźnik dyferencjacji /zróżnicowania/ struktury stanu systemu;

- $W_r^{O^I}$ - wskaźnik organizacyjności struktury stanu systemu.

Dla każdej chwili $t_r \in T$ /6/ czasu systemowego wyróżnione cechy strukturalne systemu przyjmują określone wartości, których zmiana w poszczególnych - chronologicznie uporządkowanych chwilach czasu systemowego - stanach systemu - pozwala na wyznaczenie charakterystyk strukturalnych systemu informatyzacji odpowiednio:

$\overline{E}_{1Z}^I = \left\{ \overline{E}_{1Z}^{I_1}, \overline{E}_{1Z}^{I_2}, \ldots \overline{E}_{1Z}^{I_r} \right\}$ - charakterystyka mocy repertuaru centralnego organu systemu;

$\overline{E}_{2Z}^I = \left\{ \overline{E}_{2Z}^{I_1}, \overline{E}_{2Z}^{I_2}, \ldots \overline{E}_{2Z}^{I_r} \right\}$ - charakterystyka mocy repertuaru organów sztabowych systemu;

$\overline{E}_{3Z}^I = \left\{ \overline{E}_{3Z}^{I_1}, \overline{E}_{3Z}^{I_2}, \ldots \overline{E}_{3Z}^{I_r} \right\}$ - charakterystyka mocy repertuaru organów wykonawczych systemu;

$\overline{E}_{4Z}^I = \left\{ \overline{E}_{4Z}^{I_1}, \overline{E}_{4Z}^{I_2}, \ldots \overline{E}_{4Z}^{I_r} \right\}$ - charakterystyka mocy repertuaru techniki komputerowej systemu;

$\overline{E}_{5Z}^I = \left\{ \overline{E}_{5Z}^{I_1}, \overline{E}_{5Z}^{I_2}, \ldots \overline{E}_{5Z}^{I_r} \right\}$ - charakterystyka mocy repertuaru rozwiązań informatycznych systemu;

$\overline{E}_Z^I = \left\{ \overline{E}_{Z1}^I, \overline{E}_{Z2}^I, \ldots \overline{E}_{Zr}^I \right\}$ - charakterystyka mocy maksymalnego repertuaru zdarzeń elementowych systemu;

$\overline{E}_{1R}^I = \left\{ \overline{E}_{1R}^{I_1}, \overline{E}_{1R}^{I_2}, \ldots \overline{E}_{1R}^{I_r} \right\}$ - charakterystyka mocy relacyjnego repertuaru kierowania systemu;

$\overline{E}_{2R}^I = \left\{ \overline{E}_{2R}^{I_1}, \overline{E}_{2R}^{I_2}, \ldots \overline{E}_{2R}^{I_r} \right\}$ - charakterystyka mocy relacyjnego repertuaru organizacyjnego systemu;

$\overline{E}_{3R}^I = \left\{ \overline{E}_{3R}^{I_1}, \overline{E}_{3R}^{I_2}, \ldots \overline{E}_{3R}^{I_r} \right\}$ - charakterystyka mocy relacyjnego repertuaru technologicznego systemu;

$\overline{E}_{4R}^I = \left\{ \overline{E}_{4R}^{I_1}, \overline{E}_{4R}^{I_2}, \ldots \overline{E}_{4R}^{I_r} \right\}$ - charakterystyka mocy relacyjnego repertuaru eksploatacyjnego systemu;

$\overline{E}_R^I = \left\{ \overline{E}_{RZ_1}^I, \overline{E}_{RZ_2}^I \ldots \overline{E}_{RZ_r}^I \right\}$ - charakterystyka mocy maksymalnego repertuaru zdarzeń relacyjnych systemu;

$W^{Z^I} = \left\{ W_1^{Z^I}, W_2^{Z^I}, \ldots W_r^{Z^I} \right\}$ - charakterystyka złożoności struktury systemu;

$W_1^{ZI} = \{ W_{11}^{ZI}, W_{21}^{ZI}, \dots W_{r1}^{ZI} \}$ - charakterystyka dezagregacji koordynacyjnej /kierowania/ systemu;

$W_2^{ZI} = \{ W_{12}^{ZI}, W_{22}^{ZI}, \dots W_{r2}^{ZI} \}$ - charakterystyka dezagregacji wykonawczej systemu;

$W_3^{ZI} = \{ W_{13}^{ZI}, W_{23}^{ZI}, \dots W_{r3}^{ZI} \}$ - charakterystyka dezagregacji techniki komputerowej /minikomputerowej/ systemu;

$W_4^{ZI} = \{ W_{14}^{ZI}, W_{24}^{ZI}, \dots W_{r4}^{ZI} \}$ - charakterystyka dezagregacji eksploatacyjnej systemu;

$W^{DI} = \{ W_1^{DI}, W_2^{DI}, \dots W_r^{DI} \}$ - charakterystyka dyferencjacji /zróżnicowania/ struktury systemu;

$W^{OI} = \{ W_1^{OI}, W_2^{OI}, \dots W_r^{OI} \}$ - charakterystyka organizacyjności struktury systemu.

Zbiór charakterystyk strukturalnych

$$\mathbb{C}^I = \{ \mathbb{E}_{1Z}^I, \mathbb{E}_{2Z}^I, \mathbb{E}_{3Z}^I, \mathbb{E}_{4Z}^I, \mathbb{E}_{5Z}^I, \mathbb{E}_Z^I, \mathbb{E}_{1R}^I, \mathbb{E}_{2R}^I, \mathbb{E}_{3R}^I, \mathbb{E}_{4R}^I, \mathbb{E}_R^I, W^{ZI}, W_1^{ZI}, W_2^{ZI}, W_3^{ZI}, W_4^{ZI}, W^{DI}, W^{OI} \}$$

opisuje zmiany zachodzące w czasie trwania czasu systemowego w strukturze systemu informatyzacji.

4.3. Procesy systemu

Maksymalny repertuar zdarzeń elementowych systemu informatyzacji wyznacza suma klas repertuarów zdarzeń równoważnych:

$$\mathbb{E}_Z^I = E_{1Z}^I \cup E_{2Z}^I \cup E_{3Z}^I \cup E_{4Z}^I \cup E_{5Z}^I$$

Każda z klas repertuarów składa się z jednorodnych zdarzeń elementowych posiadających własności funkcjonalne, w oparciu o które relacja systemotwórcza R^{IS} dokonała podziału elementów składu obiektu badań na skład systemu informatyzacji i otoczenie systemowe.

4.3.1. Procesy klasy repertuaru centralny organ systemu

Zdarzenia elementowe klasy repertuaru E^{I}_{1Z} - centralnego organu systemu charakteryzuje zbiór cech będących wielkościami mierzalnymi:

$$W^{E^{I}_{1Z}} = \left\{ V_1^{z_{e_a}}, V_{2G}^{z_{e_a}}, V_{3G}^{z_{e_a}} \right\};$$

gdzie:

$V_1^{z_{e_a}}$ - cecha obsady etatowej;

$V_{2G}^{z_{e_a}}$ - cecha struktury zatrudnienia;

$V_{3G}^{e_{e_a}}$ - cecha wykształcenia.

Zmiany wartości cech charakteryzujących zdarzenia elementowe klasy E^{I}_{1Z} - organ centralny systemu - podczas trwania czasu systemowego nazywamy:

- elementarnym procesem obsady etatowej $\mathcal{P}_{V_1}^{z_{e_a}} \Pi/S/$ - organu centralnego;
- elementarnym procesem rodzajowym struktury zatrudnienia - wg grup stanowisk $\mathcal{P}_{V2G}^{z_{e_a}} \Pi/S/$ - organu centralnego;
- elementarnym procesem rodzajowym wykształcenia - wg grup wykształcenia $\mathcal{P}_{V3G}^{z_{e_a}} \Pi/S/$ - organu centralnego.

Klasa repertuaru zdarzeń elementowych E^{I}_{1Z} - jest zbiorem jednoelementowym, składa się z organu centralnego systemu, tak więc elementarny proces /rodzajowy/ zdarzenia elementowego klasy repertuaru E^{I}_{1Z} jest równoważny procesowi /rodzajowemu/ klasy repertuaru

$$\mathcal{P}_{V1}^{z_{e_a}} \Pi/S/ = \mathcal{P}_{V1}^{E^{I}_{1Z}} \Pi/S/$$

Pełny proces klasy repertuaru E^{I}_{1Z} - organu centralnego systemu opisuje zbiór procesów klasy repertuaru zdarzeń elementowych.

$$\mathcal{P}_{V}^{E^{I}_{1Z}} \Pi/S/ = \left\{ \mathcal{P}_{V}^{E^{I}_{1Z}} \Pi/S/, \mathcal{P}_{V_G}^{E^{I}_{1Z}} \Pi/S/ \right\}$$

gdzie:

$\mathcal{P}_{V}^{E_{1Z}^{I}}\Pi/S/ = \mathcal{P}_{V_1}^{E_{1Z}^{I}}\Pi/S/$ - proces obsady etatowej klasy repertuaru E_{1Z}^{I},

$\mathcal{P}_{V_G}^{E_{1Z}^{I}}\Pi/S/ = \left\{\mathcal{P}_{V_{2G}}^{E_{1Z}^{I}}\Pi/S/,\ \mathcal{P}_{V_{3G}}^{E_{1Z}^{I}}\Pi/S/\right.$ - proces rodzajowy klasy repertuaru E_{1Z}^{I}

$\mathcal{P}_{V_{2G}}^{E_{1Z}^{I}}\Pi/S/$ - elementarny proces rodzajowy struktury zatrudnienia klasy repertuaru E_{1Z}^{I}

$\mathcal{P}_{V_{3G}}^{E_{1Z}^{I}}\Pi/S/$ - elementarny proces rodzajowy wykształcenia klasy repertuaru E_{1Z}^{I}

Dla każdej chwili $t_r \in \Pi/S/$ czasu systemowego dla zdarzenia elementowego $z_{e_a} \in E_{1Z}^{I}$ - organu centralnego systemu - znany jest zbiór pracowników:

$$\bigwedge_{t_r \in \Pi/S/} \bigwedge_{z_{e_a} \in E_{1Z}^{I_r}} V_{1t_r}^{z_{e_a}} = \{o_1, o_2, \ldots o_1 \ldots o_L\};$$

moc zbioru $V_{1t_r}^{z_{e_a}}$ wyznacza wartość elementarnego procesu obsady etatowej - zdarzenia elementowego

$$\mathcal{P}_{V_1}^{z_{e_a}} /t_r/$$

organu centralnego $z_{e_a} \in E_{1Z}^{I_r}$ w r-tym stanie systemu - liczbę pracowników centralnego organu systemu.

Wartość elementarnego procesu $\mathcal{P}_{V_1}^{z_{e_a}}/t_r/$ - zdarzenia elementowego $z_{e_a} \in E_{1Z}^{I_r}$ jest równoważna wartości elementarnego procesu obsady etatowej klasy repertuaru zdarzeń

$$\mathcal{P}_{V_1}^{z_{e_a}} /t_r/ = \mathcal{P}_{V_1}^{E_{1Z}^{I_r}} /t_r/$$

Cecha struktury zatrudnienia $V_{2G}^{z_{e_a}}$

Cecha $V_{2G}^{z_{e_a}}$ charakteryzująca zdarzenie elementowe $z_{e_a} \in E_{1Z}^{I}$ klasy repertuaru centralny organ systemu składa się z grup rodzajowych - grup stanowisk.

$$V_{2G}^{z_{e_a}} = \left\{ v_{2,1}^{z_{e_a}}, v_{2,2}^{z_{e_a}}, \ldots v_{2,i}^{z_{e_a}} \ldots v_{2,I}^{z_{e_a}} \right\} \qquad i = \overline{1,I}$$

gdzie: $v_{2,i}^{z_{e_a}}$

np.: $v_{2,i}^{z_{e_a}}$ - organizator informatyki

Dla każdej chwili $t_r \in T/s/$ czasu systemowego na elementach zbiorów $V_{1tr}^{z_{e_a}}$ oraz $V_{2G}^{z_{e_a}}$ określona jest relacja obsady etatowej stanowisk $R_{OS_{t_r}}^{z_{e_a}}$

$$V_{2G}^{z_{e_a}} \; R_{OS_{t_r}}^{z_{e_a}} \; V_{1tr}^{z_{e_a}} \equiv R_{OS_{t_r}}^{z_{e_a}} \subset V_{2G}^{z_{e_a}} \; R_{OS_{t_r}}^{z_{e_a}} \; V_{1tr}^{z_{e_a}}$$

Relację $R_{OS_{t_r}}^{z_{e_a}}$ możemy przedstawić za pomocą macierzy sprzężeń - macierzy obsady etatowej stanowisk organu centralnego systemu $\mathbb{M}_{OS}^{z_{e_a}} /t_r/$, w której:

- wiersze reprezentują elementy zbioru $V_{2G}^{z_{e_a}}$ - grupy stanowisk;
- kolumny reprezentują elementy zbioru $V_{1tr}^{z_{e_a}}$ - obsady etatowej organu centralnego systemu

$\mathbb{M}_{OS}^{z_{e_a}} /t_r/ =$

$V_{2G}^{z_{e_a}}$ \ $V_{1tr}^{z_{e_a}}$	$o_1, o_2 \ldots o_l \ldots o_L$	$\sum_{i}^{L}$
$v_{2,1}^{z_{e_a}}$	$R_{1,1}^{OS} \; R_{1,2}^{OS} \ldots R_{1,l}^{OS} \ldots R_{1,L}^{OS}$	$\sum_{i=1}^{L} R_{1,L}^{OS}$
$v_{2,2}^{z_{e_a}}$	$R_{2,1}^{OS}$	
$\vdots$	$\vdots$	
$v_{2,i}^{z_{e_a}}$		
$\vdots$	$\vdots$	
$v_{2,I}^{z_{e_a}}$	$R_{I,1}^{OS} \ldots R_{I,L}^{OS}$	$\sum_{i=1}^{L} R_{I,L}^{OS}$

Elementy macierzy mogą przyjmować wartości:

$$R^{OS}_{i,1} = \begin{cases} 1 & - \text{ w przypadku gdy } O_1 \text{ pracownik organu centralnego należy do } v^{z_{e_a}}_{2,i} \text{ grupy stanowisk} \\ 0 & - \text{ w przeciwnym przypadku.} \end{cases}$$

Suma elementów macierzy w wierszu:

$$\sum_{i,1=1}^{L} R^{OS}_{i,1} = \mathcal{P}^{z_{e_a}}_{v_{2,i}} /t_r/$$

wyznacza wartość elementarnego procesu rodzajowego struktury zatrudnienia - w grupie rodzajowej $v^{z_{e_a}}_{2,i} \in V^{z_{e_a}}_{2G}$ - centralnego organu systemu - liczbę pracowników w danej grupie stanowisk.

Wartość elementarnego procesu rodzajowego struktury zatrudnienia - centralnego organu systemu - wyrażają elementy kolumny sum macierzy sprzężeń $M^{z_{e_a}}_{OS}$ /t_r/

$$\mathcal{P}^{z_{e_a}}_{V_{2G}} /t_r/ = \left\{ \mathcal{P}^{z_{e_a}}_{v2,1}/t_r/,\ \mathcal{P}^{z_{e_a}}_{v2,2}/t_r/,\ \ldots \mathcal{P}^{z_{e_a}}_{v2,I}/t_r/ \right.$$

Klasa repertuaru zdarzeń $E^{I_r}_{1Z}$ jest zbiorem jednoelementowym, więc:

- wartość elementarnego procesu rodzajowego struktury zatrudnienia - w grupie rodzajowej - klasy repertuaru zdarzeń $E^{I_r}_{1Z}$ w chwili $t_r \in \mathcal{T}/S/$ czasu systemowego:

$$\mathcal{P}^{E^{I_r}_{1Z}}_{v2,i} /t_r/ = \mathcal{P}^{z_{e_a}}_{v2,i} /t_r/$$

- wartość elementarnego procesu rodzajowego struktury zatrudnienia klasy repertuaru zdarzeń $E^{I_r}_{1Z}$ w chwili $t_r \in \mathcal{T}/S/$ czasu systemowego:

$$\mathcal{P}^{E^{I_r}_{1Z}}_{V2G} /tr/ = \mathcal{P}^{z_{e_a}}_{V2G} /t_r/$$

Cecha wykształcenia $V^{z_{e_a}}_{3G}$ - charakteryzująca własność funkcjonalną klasy repertuaru centralny organ systemu - składa się z grup rodzajowych - grup wykształcenia.

$$V_{3G}^{z_{e_a}} = \left\{ v_{3,1}^{z_{e_a}},\ v_{3,2}^{z_{e_a}},\ \dots\ v_{3,j}^{z_{e_a}} \dots\ v_{3J}^{z_{e_a}} \right\} \qquad j = \overline{1,J}$$

gdzie: $v_{3,j}^{z_{e_a}}$

np. $v_{3,j}^{z_{e_a}}$ - wykształcenie wyższe.

Dla każdej chwili $t_r \in T/S/$ czasu systemowego, na elementach zbiorów $V_1^{z_{e_a}} t_r$ oraz $V_{3G}^{z_{e_a}}$ określona jest relacja wykształcenia $R_{OWtr}^{z_{e_a}}$

$$V_{3G}^{z_{e_a}}\ R_{OWt_r}^{z_{e_a}}\ V_{1t_r}^{z_{e_a}} \equiv R_{OWt_r}^{z_{e_a}} \subset V_{3G}^{z_{e_a}} \times V_{1t_r}^{z_{e_a}}$$

Relację $R_{OWt_r}^{z_{e_a}}$ możemy przedstawić za pomocą macierzy sprzężeń - macierzy wykształcenia organu centralnego systemu $\|M_{OW}^{z_{e_a}}/t_r/\|$, w której:

- wiersze reprezentują elementy zbioru $V_{3G}^{z_{e_a}}$ - grupy wykształcenia,
- kolumny reprezentują elementy zbioru $V_{1t_r}^{z_{e_a}}$ - obsady etatowej organu centralnego systemu.

$\|M_{OW}^{z_{e_a}}/t_r/\| =$

$V_{3G}^{z_{e_a}}$ \ $V_{1t_r}^{z_{e_a}}$	O_1,	O_2,	...	O_1	...	O_L	$\sum_{j\ L} R_{J,1}^{OW}$
$v_{3,1}^{z_{e_a}}$	$R_{1,1}^{OW}$	$R_{1,2}^{OW}$	...	$R_{1,1}^{OW}$	..	$R_{1,L}^{OW}$	$\sum_{1=1}^{L} R_{1,1}^{OW}$
$v_{3,2}^{z_{e_a}}$	$R_{2,1}^{OW}$					.	
$v_{3,j}^{z_{e_a}}$	.					.	
.	.					.	
.	.					.	
.	.					.	
$v_{3,J}^{z_{e_a}}$	$R_{J,1}^{OW}$	..	.	$R_{J,1}^{OW}$	..	$R_{J,L}^{OW}$	$\sum_{1=1}^{L} R_{J,1}^{OW}$

Elementy macierzy mogą przyjmować wartości:

$$R_{j,1}^{OW} = \begin{cases} 1 - \text{w przypadku gdy } O_1 \text{ pracownik obsady etatowej organu centralnego posiada wykształcenie grupy } v_{3,j}^{z_{e_a}}, \\ 0 - \text{w przeciwnym przypadku.} \end{cases}$$

Suma elementów macierzy w wierszu:

$$\sum_{j,1=1}^{L} R^{OW}_{j,1} = \mathcal{P}^{z_{oa}} \quad /t_r/$$

wyznacza wartość elementarnego procesu rodzajowego wykształcenia - w grupie rodzajowej $v_{3,j} \in V_{3G}^{z_{oa}}$ wykształcenia - centralnego organu systemu - liczbę pracowników centralnego organu systemu w danej grupie rodzajowej wykształcenia.

Wartość elementarnego procesu rodzajowego wykształcenia - - centralnego organu systemu - wyrażają elementy kolumny sum macierzy sprzężeń $\mathbb{M}^{z_{oa}}_{CW}/t_r/$

$$\mathcal{P}^{z_{oa}}_{v_{3G}} /t_r/ = \left\{ \mathcal{P}^{z_{oa}}_{v_{3,1}} /t_r/, \mathcal{P}^{z_{oa}}_{v_{3,2}} /t_r/ \ldots \mathcal{P}^{z_{oa}}_{v_{3,J}} /t_r/ \right\}$$

Klasa repertuaru zdarzeń $E^{I_r}_{1Z}$ jest zbiorem jednoelementowym, więc:

- wartość elementarnego procesu rodzajowego wykształcenia - w grupie rodzajowej - klasy repertuaru zdarzeń $E^{I_r}_{1Z}$ w chwili $t_r \in \mathbb{T}/S/$ czasu systemowego,

$$\mathcal{P}^{E^{I_r}_{1Z}}_{v_{3,J}} /t_r/ = \mathcal{P}^{z_{oa}}_{v_{3,J}} /t_r/;$$

- wartość elementarnego procesu rodzajowego wykształcenia klasy repertuaru zdarzeń $E^{I_r}_{1Z}$ w chwili $t_r \in \mathbb{T}/S/$ czasu systemowego

$$\mathcal{P}^{E^{I_r}_{1Z}}_{v_{3G}} /t_r/ = \mathcal{P}^{z_{oa}}_{v_{3G}} /t_r/$$

Wartość pełnego procesu klasy repertuaru zdarzeń elementowych $E^{I_r}_{1Z}$ - centralnego organu systemu-w chwili $t_r \in \mathbb{T}/S/$ czasu systemowego opisuje wartość procesów klasy repertuaru zdarzeń.

$$\mathcal{P}_{\mathbb{V}}{}^{E^{I_r}_{1Z}} /t_r/ = \left\{ \mathcal{P}_{V}{}^{E^{I_r}_{1Z}} /t_r/, \mathcal{P}_{V_G}{}^{E^{I_r}_{1Z}} /t_r/ \right\}$$

gdzie: $\mathcal{P}_{V}{}^{E^{I_r}_{1Z}} /t_r/ = \mathcal{P}_{V_1}{}^{E^{I_r}_{1Z}} /t_r/$ - wartość procesu obsady etatowej;

$\mathcal{P}_{V_G}^{E_{1Z}^I}/t_r/ = \{\mathcal{P}_{V_{2G}}^{E_{1Z}^I}/t_r/, \mathcal{P}_{V_{3G}}^{E_{1Z}^I}/t_r/\}$ - wartość procesu rodzajowego;

$\mathcal{P}_{V_{2G}}^{E_{1Z}^I}/t_r/$ - wartość elementarnego procesu rodzajowego struktury zatrudnienia;

$\mathcal{P}_{V_{3G}}^{E_{1Z}^I}/t_r/$ - wartość elementarnego procesu rodzajowego wykształcenia.

4.3.2. Procesy klasy repertuaru organów sztabowych systemu

Zdarzenia elementowe klasy repertuaru E_{2Z}^I - organów sztabowych systemu, charakteryzuje zbiór cech będących wielkościami mierzalnymi:

$$W^{E_{2Z}^I} = \{V_1^{z_{eb}}, V_{2G}^{z_{eb}}, V_{3G}^{z_{eb}}\};$$

gdzie:

$V_1^{z_{eb}}$ - cecha obsady etatowej;

$V_{2G}^{z_{eb}}$ - cecha struktury zatrudnienia;

$V_{3G}^{z_{eb}}$ - cecha wykształcenia.

Zmiany wartości cech charakteryzujących zdarzenia elementowe repertuaru klasy E_{2Z}^I podczas trwania czasu systemowego nazywamy:

- elementarnym procesem obsady etatowej $\mathcal{P}_{V_1}^{z_{eb}}\pi/\$/$ - organu sztabowego;
- elementarnym procesem rodzajowym struktury zatrudnienia - wg grup stanowisk - $\mathcal{P}_{V_{2G}}^{z_{eb}}\pi/\$/$ - organu sztabowego;
- elementarnym procesem rodzajowym wykształcenia - wg grup wykształcenia - $\mathcal{P}_{V_{3G}}^{z_{eb}}\pi/\$/$ - organu sztabowego.

Proces zdarzenia elementowego $z_{e_b} \in E_{2Z}^I$ organu sztabowego systemu opisuje elementarny proces obsady etatowej:

$$\mathcal{P}_V^{z_{eb}}\pi/\$/ = \mathcal{P}_{V_1}^{z_{eb}}\pi/\$/$$

Pełny proces zdarzenia elementowego klasy repertuaru organów sztabowych systemu E^{I}_{2Z} opisuje zbiór jego procesów.

$$\mathcal{P}_{W}^{z_{e_b}}\mathbb{T}/\$/ = \left\{ \mathcal{P}_{V}^{z_{e_b}}\mathbb{T}/\$/,\ \mathcal{P}_{VG}^{z_{e_b}}\mathbb{T}/\$/ \right\}$$

Rodzajowy proces zdarzenia elementowego $z_{e_b} \in E^{I}_{2Z}$ - organu sztabowego opisuje zbiór jego elementarnych procesów rodzajowych

$$\mathcal{P}_{V_G}^{z_{e_b}}\mathbb{T}/\$/ = \left\{ \mathcal{P}_{V_{2G}}^{z_{e_b}}\mathbb{T}/\$/,\ \mathcal{P}_{V_{3G}}^{z_{e_b}}\mathbb{T}/\$/ \right\}$$

Pełny proces klasy repertuaru E^{I}_{2Z} - organów sztabowych systemu opisuje zbiór procesów klasy repertuaru zdarzeń elementowych.

$$\mathcal{P}_{W}^{E^{I}_{2Z}}\mathbb{T}/\$/ = \left\{ \mathcal{P}_{V}^{E^{I}_{2Z}}\mathbb{T}/\$/,\ \mathcal{P}_{V_G}^{E^{I}_{2Z}}\mathbb{T}/\$/ \right\}$$

gdzie:

$\mathcal{P}_{V}^{E^{I}_{2Z}}\mathbb{T}/\$/ = \left\{ \mathcal{P}_{V_1}^{z_{e_1}}\mathbb{T}/\$/, \ldots \mathcal{P}_{V_1}^{z_{e_b}}\mathbb{T}/\$/ \right\}$ - proces obsady etatowej klasy repertuaru E^{I}_{2Z}

$\mathcal{P}_{V_G}^{E^{I}_{2Z}}\mathbb{T}/\$/ = \left\{ \mathcal{P}_{V_{2G}}^{E^{I}_{2Z}}\mathbb{T}/\$/,\ \mathcal{P}_{V_{3G}}^{E^{I}_{2Z}}\mathbb{T}/\$/ \right\}$;

$\mathcal{P}_{V_{2G}}^{E^{I}_{2Z}}\mathbb{T}/\$/$ - elementarny proces rodzajowy struktury zatrudnienia klasy repertuaru E^{I}_{2Z}

$\mathcal{P}_{V_{3G}}^{E^{I}_{2Z}}\mathbb{T}/\$/$ - elementarny proces rodzajowy wykształcenia klasy repertuaru E^{I}_{2Z}

Dla każdej chwili $t_r \in \mathbb{T}/\$/$ czasu systemowego, dla każdego zdarzenia elementowego $z_{e_b} \in E^{I_r}_{2Z}$ znany jest zbiór pracowników danego organu sztabowego

$$\bigwedge_{t_r \in \mathbb{T}/\$/} \bigwedge_{z_{e_b} \in E^{I_r}_{2Z}} V^{z_{e_b}}_{1t_r} = \left\{ o_1,\ o_2,\ \ldots\ o_1\ \ldots\ o_L \right\}$$

moc zbioru $\overline{V}_{1t_r}^{z_{e_b}}$ wyznacza wartość elementarnego procesu obsady etatowej - zdarzenia elementowego

$$\mathcal{P}_{V_1}^{z_{e_b}} /t_r/$$

organu sztabowego $z_{e_b} \in E_{2Z}^{I_r}$ w r-tym stanie systemu - liczbę pracowników w danym organie sztabowym systemu.

Wartość elementarnego procesu obsady etatowej klasy repertuaru $E_{2Z}^{I_r}$ - organów sztabowych systemu - liczba pracowników w organach sztabowych systemu - w r-tym stanie systemu jest równa:

$$\mathcal{P}_{V_1}^{E_{2Z}^{I}} /t_r/ = \sum_{b=1}^{\overline{E_{2Z}^{I_r}}} V_{1t_r}^{z_{e_b}} = \sum_{b=1}^{\overline{E_{2Z}^{I_r}}} \mathcal{P}_{V_1}^{z_{e_b}} /t_r/$$

$$\mathcal{P}_{V_1}^{E_{2Z}^{I}} /t_r/ = \mathcal{P}_{V}^{E_{2Z}^{I}} /t_r/$$

gdzie:

$\overline{E_{2Z}^{I_r}}$ - moc klasy repertuaru E_{2Z}^{I} w chwili $t_r \in \mathbb{T}/\$/$ czasu systemowego.

Cecha struktury zatrudnienia $V_{2G}^{z_{e_b}}$ - charakteryzująca zdarzenie elementowe $z_{e_b} \in E_{2Z}^{I}$ klasy repertuaru organów sztabowych systemu - składa się z grup rodzajowych --grup stanowisk

$$V_{2G}^{z_{e_b}} = \left\{ v_{2,1}^{z_{e_b}}, v_{2,2}^{z_{e_b}}, \ldots v_{2,i}^{z_{e_b}}, \ldots v_{2,I}^{z_{e_b}} \right\} \qquad i = \overline{1,I}$$

gdzie:

np.: $v_{2,i}^{z_{e_b}}$ - organizator informatyki organu sztabowego.

Dla każdej chwili $t_r \in \mathbb{T}/\$/$ czasu systemowego, dla każdego zdarzenia elementowego $z_{e_b} \in E_{2Z}^{I_r}$ na elementach zbiorów $V_{1t_r}^{z_{e_b}}$ oraz $V_{2G}^{z_{e_b}}$ określona jest relacja obsady etatowej stanowisk $R_{OS_{t_r}}^{z_{e_b}}$

$$V_{2G}^{z_{e_b}} \; R_{OSt_r}^{z_{e_b}} \; V_{1t_r}^{z_{e_b}} \equiv R_{OSt_r}^{z_{e_b}} \subset V_{2G}^{z_{e_b}} \times V_{1t_r}^{z_{e_b}}$$

Relację $R_{OSt_r}^{z_{e_b}}$ możemy przedstawię za pomocą macierzy sprzężeń - macierzy obsady etatowej stanowisk organu sztabowego

$$|M_{OS}^{z_{e_b}} /t_r/$$ - w której:

- wiersze reprezentują elementy zbioru $V_{2G}^{z_{e_b}}$ - grupy stanowisk;
- kolumny reprezentują elementy zbioru $V_{1t_r}^{z_{e_b}}$ obsady etatowej organu sztabowego systemu.

$$|M_{OS}^{z_{e_b}}/t_r/ = \begin{array}{c|cccc|c} V_{2G}^{z_{e_b}} \backslash V_{1t_r}^{z_{e_b}} & O_1, & O_2, \ldots & O_l \ldots & O_L & \sum_{l=1}^{L} R_{IL}^{OS} \\ \hline V_{2,1}^{z_{e_b}} & R_{1,1}^{OS} \ldots & & R_{1,l}^{OS} \ldots & R_{1,L}^{OS} & \sum_{l=1}^{L} R_{1l}^{OS} \\ V_{2,2}^{z_{e_b}} & R_{2,1}^{OS} & & & & \\ \vdots & \vdots & & & & \\ V_{2,i}^{z_{e_b}} & \vdots & & & \vdots & \\ \vdots & \vdots & & & & \\ V_{2,I}^{z_{e_b}} & R_{I,1}^{OS} \ldots & & & R_{I,L}^{OS} & \sum_{l=1}^{L} R_{il}^{OS} \end{array}$$

Elementy macierzy mogą przyjmować wartości:

$$R^{OS}_{i,1} = \begin{cases} 1 & - \text{ w przypadku gdy } O_{1_{z_{e_b}}} \text{ pracownik organu sztabowego należy do } v^{z_{e_b}}_{2,i} \text{ grupy stanowisk;} \\ 0 & - \text{ w przeciwnym przypadku.} \end{cases}$$

Suma elementów macierzy w wierszu:

$$\sum_{i,1=1}^{L} R^{OS}_{i,1} = \mathcal{P}^{z_{e_b}}_{v2,i} /t_r/$$

wyznacza wartość elementarnego procesu rodzajowego struktury zatrudnienia - w grupie rodzajowej $v^{z_{e_b}}_{2,i} \in V^{z_{e_b}}_{2G}$ stanowisk - zdarzenia elementowego $z_{e_b} \in E^{I_r}_{2Z}$ - organu sztabowego systemu - liczbę pracowników organu sztabowego w danej grupie stanowisk.

Wartość elementarnego procesu rodzajowego struktury zatrudnienia - organu sztabowego systemu wyrażają elementy kolumny sum macierzy sprzężeń $^{z_{e_b}}|M_{OS}| /t_r/$

$$\mathcal{P}^{z_{e_b}}_{V_{2G}} /t_r/ = \left\{ \mathcal{P}^{z_{e_b}}_{v2,1} /t_r/ , \mathcal{P}^{z_{e_b}}_{v2,2} /t_r/ , \ldots \mathcal{P}^{z_{e_b}}_{v2,I} /t_r/ \right\}$$

- są one liczbami pracowników danego organu sztabowego w poszczególnych grupach rodzajowych stanowisk.

Wartości elementarnych procesów rodzajowych struktury zatrudnienia - zdarzeń elementowych - organów sztabowych tworzących klasę repertuaru zdarzeń $E^{I_r}_{2Z}$ w chwili $t_r \in \mathbb{T}/S/$ czasu systemowego można zestawić w macierz

$$|M\mathcal{P}^{E^{I}_{2Z}}_{V_{2G}} /t_r/$$

$$
\mathbb{E}^{I}_{2Z}/t_r/ = \underset{\mathbb{V}_{2G}}{\mathbb{M}}
$$

$\mathbb{E}^{I_r}_{2Z}$ \ z_{e_b} V_{2G}	z_{e_b} $v_{2,1}$	z_{e_b} $v_{2,2}$	...	z_{e_b} $v_{2,i}$	...	z_{e_b} $v_{2,I}$
z_{e_1}	$\mathbb{P}^{z_{e_1}}_{v2,1}$	$\mathbb{P}^{z_{e_1}}_{v2,2}$	. . . . .			$\mathbb{P}^{z_{e_b}}_{v2,I}$
z_{e_2}	$\mathbb{P}^{z_{e_2}}_{v2,1}$					
. . .	. . .					
z_{e_b}	$\mathbb{P}^{z_{e_b}}_{v2,1}$	. . . . .				$\mathbb{P}^{z_{e_b}}_{v2,I}$
$\sum_{b=1}^{\mathbb{E}^{I_r}_{2Z}} \mathbb{P}^{z_{e_b}}_{v2,I}$	$\mathbb{P}^{\mathbb{E}^{I_r}_{2Z}}_{v2,1}$	. . . . .		$\mathbb{P}^{\mathbb{E}^{I_r}_{2Z}}_{v2,i}$	. . .	$\mathbb{P}^{\mathbb{E}^{I_r}_{2Z}}_{v_{2,I}}$

Suma elementów w kolumnach macierzy:

$$\sum_{b=1}^{\mathbb{E}^{I_r}_{2Z}} \mathbb{P}^{z_{e_b}}_{v2,i} = \mathbb{P}^{\mathbb{E}^{I}_{2Z}}_{v2,i}/t_r/$$

wyznacza wartość elementarnego procesu rodzajowego struktury zatrudnienia - w grupie rodzajowej stanowisk - klasy repertuaru zdarzeń $\mathbb{E}^{I_r}_{2Z}$ - organów sztabowych systemu w chwili $t_r \in \mathbb{T}/\$/$ czasu systemowego - liczbę pracowników wszystkich organów sztabowych systemu w danej grupie stanowisk.

Wartość elementarnego procesu rodzajowego struktury zatrudnienia - klasy repertuaru zdarzeń $\mathbb{E}^{I}_{2Z}$ wyrażają elementy wiersza sum macierzy

$$\underset{\mathbb{V}_{2G}}{\mathbb{M}} \mathbb{E}^{I}_{2Z}/t_r/$$

$$\mathbb{P}^{\mathbb{E}^{I}_{2Z}}_{V_{2G}}/t_r/ = \left\{\mathbb{P}^{\mathbb{E}^{I}_{2Z}}_{v2,1}/t_r/,\ \mathbb{P}^{\mathbb{E}^{I}_{2Z}}_{v2,2}/t_r/,\ \ldots\ \mathbb{P}^{\mathbb{E}^{I}_{2Z}}_{v2,I}/t_r/\right\}$$

- są one liczbami pracowników wszystkich organów sztabowych systemu w poszczególnych grupach rodzajowych stanowisk.

Cecha wykształcenia $V_{3G}^{z_{e_b}}$ - charakteryzująca zdarzenia elementowe $z_{e_b} \in E_{2Z}^{I}$ klasy repertuaru organów sztabowych systemu, składa się z grup rodzajowych - grup wykształcenia.

$$V_{3G}^{z_{e_b}} = \left\{ v_{3,1}^{z_{e_b}}, v_{3,2}^{z_{e_b}}, \dots v_{3,j}^{z_{e_b}}, \dots v_{3,J}^{z_{e_b}} \right\} \qquad j = \overline{1,J}$$

gdzie: $v_{3,j}^{z_{e_b}} = v_{3,j}^{z_{e_a}}$

Dla każdej chwili $t_r \in \mathbb{T}/s/$ czasu systemowego, dla każdego zdarzenia $z_{e_b} \in E_{2Z}^{I_r}$ na elementach zbiorów $V_{1t_r}^{z_{e_b}}$ oraz $V_{3G}^{z_{e_b}}$ określona jest relacja wykształcenia $R_{OWt_r}^{z_{e_b}}$

$$V_{3G}^{z_{e_b}} \; R_{OWt_r}^{z_{e_b}} \; V_{1t_r}^{z_{e_b}} \equiv R_{OWt_r}^{z_{e_b}} \subset V_{3G}^{z_{e_b}} \times V_{1t_r}^{z_{e_b}}$$

Relację $R_{OWt_r}^{z_{e_b}}$ możemy przedstawić za pomocą macierzy sprzężeń - macierzy wykształcenia organu sztabowego $z_{e_b} \in E_{2Z}^{I_r}$ - $M_{OW}^{z_{e_b}}/t_r/$ - której:

- wiersze reprezentują elementy zbioru $V_{3G}^{z_{e_b}}$ - grupy wykształcenia;
- kolumny reprezentują elementy zbioru $V_{1t_r}^{z_{e_b}}$ - obsady etatowej organu sztabowego systemu.

$M_{OW}^{z_{e_b}}/t_r/ =$

$V_{3G}^{z_{e_b}}$ / $V_{1t_r}^{z_{e_b}}$	O_1,	O_2,	...	O_l	...	O_L	$\sum_{i,l=1}^{L}$	R_{JL}^{OW}
$v_{3,1}^{z_{e_b}}$	$R_{1,1}^{OW}$	$R_{1,2}^{OW}$	...	$R_{1,l}^{OW}$	...	$R_{1,L}^{OW}$	$\sum_{l=1}^{L}$	$R_{1,l}^{OW}$
$v_{3,2}^{z_{e_b}}$	$R_{2,1}^{OW}$							
$v_{3,j}^{z_{e_b}}$								
$v_{3,J}^{z_{e_b}}$	$R_{J,1}^{OW}$	. . . . .				R_{JL}^{OW}	$\sum_{l=1}^{L}$	$R_{J,L}^{OW}$

Elementy macierzy mogą przyjmować wartości:

$$R^{OW}_{j,\iota} = \begin{cases} 1 - \text{w przypadku gdy } O_1 \text{ pracownik obsady etatowej organu sztabowego posiada wykształcenie grupy } v^{ze_b}_{3,j} \\ 0 - \text{w przeciwnym przypadku} \end{cases}$$

Suma elementów macierzy w wierszu:

$$\sum_{\iota=1}^{L} R^{OW}_{j,\iota} = \mathcal{P}_{v_{3,J}}^{ze_b}/t_r/$$

wyznacza wartość elementarnego procesu rodzajowego - w grupie rodzajowej $v^{ze_b}_{3,j} \in V^{ze_b}_{3G}$ wykształcenia - zdarzenia elementowego $ze_b \in E^{I_r}_{2Z}$ - organu sztabowego systemu - liczbę pracowników organu sztabowego w danej grupie rodzajowej wykształcenia.

Wartość elementarnego procesu rodzajowego wykształcenia - organu sztabowego systemu wyrażają elementy kolumny sum macierzy sprzężeń $\mathbb{M}^{ze_b}_{OW}/t_r/$

$$\mathcal{P}_{V_{3G}}^{ze_b}/t_r/ = \left\{ \mathcal{P}_{v_{3,1}}^{ze_b}/t_r/, \mathcal{P}_{v_{3,2}}^{ze_b}/t_r/ \ldots \mathcal{P}_{v_{3,J}}^{ze_b}/t_r/ \right\}$$

- są one liczbami pracowników danego organu sztabowego systemu w poszczególnych grupach rodzajowych wykształcenia.

Wartości elementarnych procesów rodzajowych wykształcenia - zdarzeń elementowych organów sztabowych tworzących w chwili $t_r \in \mathbb{T}/S/$ czasu systemowego klasę repertuaru zdarzeń $E^{I_r}_{2Z}$, można zestawić w macierz

$$\mathbb{M}\mathcal{P}^{E^{I}_{2Z}}_{V_{3G}}/t_r/$$

$$
\begin{array}{c|c|c|c|c|c}
 & E^{I_r}_{2Z} & & & & \\
 & \diagdown & z_{e_b} & z_{e_b} & z_{e_b} & z_{e_b} \\
 & z_{e_b} \diagdown v_{3G} & v_{3,1}, & v_{3,2}, \ \ldots & v_{3,j}, \ \ldots & v_{3J} \\
\hline
 & z_{e_1} & \mathcal{P}^{z_{e_1}}_{v_{3,1}} & \mathcal{P}^{z_{e_1}}_{v_{3,2}} \ \ldots & \ldots \ \mathcal{P}^{z_{e_1}}_{v_{3,j}} \ \ldots & \mathcal{P}^{z_{e_1}}_{v_{3J}} \\
 & z_{e_2} & \mathcal{P}^{z_{e_2}}_{v_{3,1}} & & & \\
 & \vdots & \vdots & & & \\
 & z_{e_b} & \mathcal{P}^{z_{e_b}}_{v_{3,1}} & \ldots\ldots\ldots\ldots & \ldots\ldots & \mathcal{P}^{z_{e_b}}_{v_{3J}} \\
\hline
 & \sum_{b=1} \mathcal{P}^{z_{e_b}}_{v_{3,j}} & \mathcal{P}^{E^{I_r}_{2Z}}_{v_{3,1}} & \mathcal{P}^{E^{I_r}_{2Z}}_{v_{3,2}} \ \ldots & \mathcal{P}^{E^{I_r}_{2Z}}_{v_{3,j}} \ \ldots & \mathcal{P}^{E^{I_r}_{2Z}}_{v_{3J}}
\end{array}
$$

$$M\mathcal{P}_{v_{3G}}^{E^{I}_{2Z}}/t_r/ =$$

Suma elementów w kolumnach macierzy:

$$\sum_{b=1}^{-I_r} E_{2Z}^{z_{e_b}} \mathcal{P}_{v_{3,j}} = \mathcal{P}_{v_{3,j}}^{E^{I}_{2Z}}/t_r/$$

wyznacza wartość elementarnego procesu rodzajowego wykształcenia - w grupie rodzajowej wykształcenia - klasy repertuaru $E^{I_r}_{2Z}$ organów sztabowych systemu w chwili $t_r \in \mathbb{T}/\$/$ czasu systemowego - liczbę pracowników organów sztabowych systemu w danej grupie rodzajowej wykształcenia.

Wartość elementarnego procesu rodzajowego wykształcenia - wg grup wykształcenia - klasy repertuaru zdarzeń $E^{I_r}_{2Z}$ wyrażają elementy wiersza sum macierzy $M\mathcal{P}_{v_{3G}}^{E^{I}_{2Z}}/t_r/$

$$\mathcal{P}_{v_{3G}}^{E^{I}_{2Z}}/t_r/ = \left\{ \mathcal{P}_{v_{3,1}}^{E^{I}_{2Z}}/t_r/, \ \mathcal{P}_{v_{3,2}}^{E^{I}_{2Z}}/t_r/, \ \ldots \ \mathcal{P}_{v_{3J}}^{E^{I}_{2Z}}/t_r/ \right\}$$

- są one liczbami pracowników wszystkich organów sztabowych systemu w poszczególnych grupach rodzajowych wykształcenia.

Wartość pełnego procesu klasy repertuaru zdarzeń elementowych E^{I}_{2Z} - organów sztabowych w chwili $t_r \in \mathbb{T}/\$/$ czasu systemowego opisują wartości procesów klasy repertuaru zdarzeń elementowych.

$$\mathcal{P}_{W}^{E_{2Z}^{I}}/t_r/ = \left\{ \mathcal{P}_{V}^{E_{2Z}^{I}}/t_r/, \quad \mathcal{P}_{V_G}^{E_{2Z}^{I}}/t_r/ \right\}$$

gdzie: $\mathcal{P}_{V}^{E_{2Z}^{I}}/t_r/ = \mathcal{P}_{V_1}^{E_{2Z}^{I}}/t_r/$ - wartość procesu obsady etatowej klasy repertuaru E_{2Z}^{I} - organów sztabowych;

$\mathcal{P}_{V_G}^{E_{2Z}^{I}}/t_r/ = \left\{ \mathcal{P}_{V_{2G}}^{E_{2Z}^{I}}/t_r/, \mathcal{P}_{V_{3G}}^{E_{2Z}^{I}}/t_r/ \right\}$ - wartość procesu rodzajowego klasy repertuaru E_{2Z}^{I};

$\mathcal{P}_{V_{2G}}^{E_{2Z}^{I}}/t_r/$ - wartość elementarnego procesu rodzajowego struktury zatrudnienia klasy repertuaru E_{2Z}^{I};

$\mathcal{P}_{V_{3G}}^{E_{2Z}^{I}}/t_r/$ - wartość elementarnego procesu rodzajowego wykształcenia klasy repertuaru E_{2Z}^{I}.

4.3.3. Procesy klasy repertuaru organów wykonawczych systemu

Zdarzenia elementowe klasy repertuaru E_{3Z}^{I} organów wykonawczych systemu charakteryzuje zbiór cech będących wielkościami mierzalnymi.

$$W^{E_{3Z}^{I}} = \left\{ V_1^{z_{e_c}}, V_{2G}^{z_{e_c}}, V_{3G}^{z_{e_c}}, V_{4G}^{z_{e_c}}, V_{4G}^{F_{z_{e_c}}} \right\};$$

gdzie:
- $V_1^{z_{e_c}}$ - cecha obsady etatowej;
- $V_{2G}^{z_{e_c}}$ - cecha struktury zatrudnienia;
- $V_{3G}^{z_{e_c}}$ - cecha wykształcenia;
- $V_{4G}^{z_{e_c}}$ - cecha usprzętowienia;
- $V_{4G}^{F_{z_{e_c}}}$ - cecha majątku trwałego.

Zmiany wartości cech charakteryzujących zdarzenia elementowe repertuaru klasy E_{3Z}^{I} w czasie trwania czasu systemowego nazywamy:

- elementarnym procesem obsady etatowej - $\mathcal{P}_{V_1}^{z_{e_c}} \pi/s/$ - organu wykonawczego;

- elementarnym procesem rodzajowym struktury zatrudnienia - wg grup stanowisk - $\mathcal{P}_{V_{2G}}^{z_{e_c}} \Pi/s/$ - organu wykonawczego;
- elementarnym procesem rodzajowym wykształcenia - wg grup wykształcenia - $\mathcal{P}_{V_{3G}}^{z_{e_c}} \Pi/s/$ - organu wykonawczego;
- elementarnym procesem rodzajowym sprzętu informatycznego - wg grup sprzętu informatycznego - $\mathcal{P}_{V_{4G}}^{z_{e_c}} \Pi/s/$;
- elementarnym procesem rodzajowym majątku trwałego sprzętu informatycznego - $\mathcal{P}_{V_{4G}}^{F z_{e_c}} /s/$.

Proces zdarzenia elementowego $z_{e_c} \in E_{3Z}^{I}$ - organu wykonawczego systemu opisuje elementarny proces obsady etatowej:

$$\mathcal{P}_{V}^{z_{e_c}} \Pi/s/ = \mathcal{P}_{V_1}^{z_{e_c}} \Pi/s/$$

Proces rodzajowy zdarzenia elementowego $z_{e_c} \in E_{3Z}^{I}$ - organu wykonawczego systemu opisuje zbiór jego elementarnych procesów rodzajowych:

$$\mathcal{P}_{V_G}^{z_{e_c}} \Pi/s/ = \left\{ \mathcal{P}_{V_{2G}}^{z_{e_c}} \Pi/s/, \quad \mathcal{P}_{V_{3G}}^{z_{e_c}} \Pi/s/, \mathcal{P}_{V_{4G}}^{z_{e_c}} \Pi/s/, \mathcal{P}_{V_{4G}}^{F z_{e_c}} \Pi/s/ \right\}$$

Pełny proces zdarzenia elementowego klasy repertuaru E_{3Z}^{I} opisuje zbiór jego procesów:

$$\mathcal{P}_{W}^{z_{e_c}} \Pi/s/ = \left\{ \mathcal{P}_{V}^{z_{e_c}} \Pi/s/, \quad \mathcal{P}_{V_G}^{z_{e_c}} \Pi/s/ \right\}$$

Pełny proces klasy repertuaru E_{3Z}^{I} - organów wykonawczych opisuje zbiór procesów klasy repertuaru zdarzeń elementowych

$$\mathcal{P}_{W}^{E_{3Z}^{I}} \Pi/s/ = \left\{ \mathcal{P}_{V}^{E_{3Z}^{I}} \Pi/s/; \quad \mathcal{P}_{V_G}^{E_{3Z}^{I}} \Pi/s/ \right\}$$

gdzie: $\mathcal{P}_{V}^{E_{3Z}^{I}} \Pi/s/ = \left\{ \mathcal{P}_{V_1}^{z_{e_1}} \Pi/s/ , \ldots \mathcal{P}_{V_1}^{z_{e_c}} \Pi/s/ \right\}$ - proces obsady etatowej klasy repertuaru E_{3Z}^{I};

$$\mathcal{P}_{V_G}^{E_{3Z}^I}\pi/s/ = \left\{ \mathcal{P}_{V_{2G}}^{E_{3Z}^I}\pi/s/,\ \mathcal{P}_{V_{3G}}^{E_{3Z}^I}\pi/s/,\ \mathcal{P}_{V_{4G}}^{E_{3Z}^I}\pi/s/,\ \mathcal{P}_{V_{4G}}^{F^{E_{3Z}^I}}\pi/s/ \right\}$$

$\mathcal{P}_{V_{2G}}^{E_{3Z}^I}\pi/s/$ - elementarny proces rodzajowy struktury zatrudnienia klasy repertuaru E_{3Z}^I;

$\mathcal{P}_{V_{3G}}^{E_{3Z}^I}\pi/s/$ - elementarny proces rodzajowy wykształcenia, klasy repertuaru E_{3Z}^I;

$\mathcal{P}_{V_{4G}}^{E_{3Z}^I}\pi/s/$ - elementarny proces rodzajowy usprzętowienia klasy repertuaru E_{3Z}^I;

$\mathcal{P}_{V_{4G}}^{F^{E_{3Z}^I}}\pi/s/$ - elementarny proces rodzajowy majątku trwałego klasy repertuaru E_{3Z}^I.

Dla każdej chwili $t_r \in \pi/s/$ czasu systemowego, dla każdego zdarzenia elementowego $z_{e_c} \in E_{3Z}^{I_r}$ znany jest zbiór pracowników danego organu wykonawczego

$$\bigwedge_{t_r \in \pi/s/} \bigwedge_{z_{e_c} \in E_{2Z}^{I_r}} V_{1t_r}^{z_{e_c}} = \{o_1, o_2, \dots o_i \dots o_L\}$$

moc zbioru $\overline{V}_{1t_r}^{z_{e_c}}$ wyznacza wartość elementarnego procesu obsady etatowej - zdarzenia elementowego

$$\mathcal{P}_{V_1}^{z_{e_c}}/t_r/$$

organu wykonawczego $z_{e_c} \in E_{3Z}^{I_r}$ w r-tym stanie systemu - liczbę pracowników danego organu wykonawczego systemu w $t_r \in \pi/s/$ chwili czasu systemowego.

Wartość elementarnego procesu obsady etatowej klasy repertuaru $E_{3Z}^{I_r}$ - organów wykonawczych systemu w r-tym stanie - liczba pracowników wszystkich organów wykonawczych stanu systemu - jest równa

$$\mathcal{P}_{V_1}^{E_{3Z}^{I_r}} = \sum_{c=1}^{\overline{E}_{3Z}^{I_r}} V_{1t_r}^{z_{e_c}} = \sum_{c=1}^{\overline{E}_{3Z}^{I_r}} \mathcal{P}_{V_1}^{z_{e_c}}/t_r/$$

gdzie:

$\overline{E}^{I_r}_{3Z}$ - moc klasy repertuaru E^{I}_{3Z} w chwili $t_r \in \mathbb{T}/s/$ czasu systemowego - w r-tym stanie systemu.

Cecha struktury zatrudnienia $V^{z_{e_c}}_{2G}$ - charakteryzująca zdarzenia elementowe $z_{e_c} \in E^{I}_{3Z}$ klasy repertuaru organów wykonawczych systemu - składa się z grup rodzajowych - grup stanowisk.

$$V^{z_{e_c}}_{2G} = \left\{ v^{z_{e_c}}_{2,1},\ v^{z_{e_c}}_{2,2},\ \dots\ v^{z_{e_c}}_{2,i},\ \dots\ v^{z_{e_c}}_{2,I} \right\} \qquad i = \overline{1,I}$$

gdzie:

np. $v^{z_{e_c}}_{2,i}$ - operator urządzeń przygotowania maszynowych nośników informacji.

Dla każdej chwili $t_r \in \mathbb{T}/s/$ czasu systemowego, dla każdego zdarzenia elementowego $z_{e_c} \in E^{I_r}_{3Z}$ na elementach zbiorów $V^{z_{e_c}}_{1t_r}$ oraz $V^{z_{e_c}}_{2G}$ określona jest relacja obsady stanowisk $R^{z_{e_c}}_{OSt_r}$

$$V^{z_{e_c}}_{2G}\ R^{z_{e_c}}_{OSt_r}\ V^{z_{e_c}}_{1t_r} \equiv R^{z_{e_c}}_{OSt_r} \subset V^{z_{e_c}}_{2G} \times V^{z_{e_c}}_{1t_r}$$

Relację $R^{z_{e_c}}_{OSt_r}$ możemy przedatawić za pomocą macierzy sprzężeń - macierzy obsady stanowisk organu wykonawczego $z_{e_c} \in E^{I_r}_{3Z}$ - $\mathbb{M}^{z_{e_c}}_{OS}/t_r/$, w której:

- wiersze reprezentują elementy zbioru $V^{z_{e_c}}_{2G}$ - grupy stanowisk;
- kolumny reprezentują elementy zbioru $V^{z_{e_c}}_{1t_r}$ - obsady etatowej organu wykonawczego systemu.

$\mathbb{M}^{z_{e_c}}_{OS}/t_r/ =$

$V^{z_{e_c}}_{2G}$ \ $V^{z_{e_c}}_{1t_r}$	O_1	O_2	...	O_l	...	O_L	$\sum_{i,l} R^{OS}_{iL}$
$v^{z_{e_c}}_{2,1}$	$R^{OS}_{1,1}$	$R^{OS}_{1,2}$	...	$R^{OS}_{1,l}$	....	$R^{OS}_{1,L}$	$\sum_{l=1}^{L} R^{OS}_{1,l}$
$v^{z_{e_c}}_{2,2}$	$R^{OS}_{2,1}$					.	
.	.					.	
.	.					.	
$v^{z_{e_c}}_{2,i}$	.					.	
.	.					.	
.	.					.	
$v^{z_{e_c}}_{2I}$	$R^{OS}_{I,1}$	.....		$R^{OS}_{I,l}$	..	R^{OS}_{IL}	$\sum_{l=1}^{L} R^{OS}_{I,l}$

Elementy macierzy mogą przyjmować wartości:

$$R_{i1}^{OS} = \begin{cases} 1 - \text{w przypadku gdy } O_i \text{ pracownik organu wykonawczego należy do } v_{2,i}^{ze_c} \text{ grupy stanowisk;} \\ 0 - \text{w przeciwnym przypadku.} \end{cases}$$

Suma elementów macierzy w wierszu:

$$\sum_{i,l=1}^{L} R_{i,l}^{OS} = \mathcal{P}_{v_{2,i}}^{ze_c} /t_r/$$

wyznacza wartość elementarnego procesu rodzajowego struktury zatrudnienia - w grupie rodzajowej $v_{2,i}^{ze_c} \in V_{2G}^{ze_o}$ stanowisk - zdarzenia elementowego $ze_c \in E_{3Z}^{I_r}$ - organu wykonawczego systemu - liczbę pracowników organu wykonawczego systemu w danej grupie rodzajowej stanowisk.

Wartość elementarnego procesu rodzajowego struktury zatrudnienia - wg grup stanowisk - organu wykonawczego systemu wyrażają elementy kolumny sum macierzy sprzężeń $\mathbb{M}_{OS}^{ze_o} /t_r/$

$$\mathcal{P}_{V2G}^{ze_o} /t_r/ = \left\{ \mathcal{P}_{v_{2,1}}^{ze_c} /t_r/, \mathcal{P}_{v_{2,2}}^{ze_c} /t_r/, \ldots \mathcal{P}_{v2,I}^{ze_c} /t_r/ \right\}$$

- są one liczbami pracowników organu wykonawczego systemu w poszczególnych grupach rodzajowych stanowisk.

Wartości elementarnych procesów rodzajowych struktury zatrudnienia - wg grup rodzajowych stanowisk - zdarzeń elementowych - organów wykonawczych tworzących w chwili $t_r \in \mathbb{T}/S/$ czasu systemowego klasę repertuaru zdarzeń $E_{3Z}^{I_r}$ można zestawić w macierz -

$$\mathbb{M}_{\mathcal{P}_{V2G}}^{E_{3Z}^{I}} /t_r/$$

$$M\mathcal{P}_{V_{2G}}^{E^{I}_{3Z}}/t_r/ =$$

$E^{I_r}_{2Z}$ / $V^{z_{e_c}}_{2G}$	$v^{z_{e_c}}_{2,1}$	$v^{z_{e_c}}_{2,2}$	...	$v^{z_{e_c}}_{2,i}$	...	$v^{z_{e_c}}_{2,I}$
z_{e_1}	$\mathcal{P}^{z_{e_1}}_{v_{2,1}}$	$\mathcal{P}^{z_{e_1}}_{v_{2,2}}$	...	...	...	$\mathcal{P}^{z_{e_1}}_{v_{2,I}}$
z_{e_2}	$\mathcal{P}^{z_{e_2}}_{v_{2,1}}$					
...	...					
z_{e_c}	$\mathcal{P}^{z_{e_c}}_{v_{2,1}}$	...	...	...	...	$\mathcal{P}^{z_{e_c}}_{v_{2,I}}$
$\sum_{c=1} \mathcal{P}^{z_{e_c}}_{v_{2,i}}$	$\mathcal{P}^{E^{I_r}_{3Z}}_{v_{2,1}}$	...	...	$\mathcal{P}^{E^{I_r}_{3Z}}_{v_{2,i}}$	...	$\mathcal{P}^{E^{I_r}_{3Z}}_{v_{2,I}}$

Suma elementów w kolumnach macierzy:

$$\sum_{c=1} \mathcal{P}^{E^{I_r}_{3Z}}_{v_{2,i}} = \mathcal{P}^{E^{I}_{3Z}}_{v_{2,i}} /t_r/$$

wyznacza wartość elementarnego procesu rodzajowego struktury zatrudnienia - w grupie rodzajowej stanowisk - klasy repertuaru $E^{I_r}_{3Z}$ organów wykonawczych systemu w chwili $t_r \in \mathbb{T}/\$/$ czasu systemowego - liczbę pracowników wszystkich organów wykonawczych systemu w danej grupie rodzajowej stanowisk.

Wartość elementarnego procesu rodzajowego struktury zatrudnienia - wg grup stanowisk - klasy repertuaru zdarzeń $E^{I_r}_{3Z}$ wyrażają elementy wiersza sum macierzy $M\mathcal{P}^{E^{I}_{3Z}}_{V_{2G}} /t_r/$

$$\mathcal{P}^{E^{I}_{3Z}}_{V_{2G}} /t_r/ = \left\{ \mathcal{P}^{E^{I}_{3Z}}_{v_{2,1}} /t_r/,\ \mathcal{P}^{E^{I}_{3Z}}_{v_{2,2}} /t_r/,\ \ldots\ \mathcal{P}^{E^{I}_{3Z}}_{v_{2,I}} /t_r/ \right\}$$

- są one liczbami pracowników wszystkich organów wykonawczych systemu w poszczególnych grupach rodzajowych stanowisk.

Cecha wykształcenia $V^{z_{e_c}}_{3G}$ - charakteryzująca zdarzenia elementowe $z_{e_c} \in E^{I}_{3Z}$ klasy repertuaru organów wykonawczych systemu - składa się z grup rodzajowych - grup wykształcenia.

$$V_{3G}^{z_{e_c}} = \left\{ v_{3,1}^{z_{e_c}},\ v_{3,2}^{z_{e_c}}, \dots v_{3,j}^{z_{e_c}} \dots\ v_{3,J}^{z_{e_c}} \right\} \qquad j = \overline{1J}$$

gdzie: $v_{3j}^{z_{e_c}} = v_{3j}^{z_{e_a}}$

Dla każdej chwili $t_r \in \mathbb{T}/\$/$ czasu systemowego, dla każdego zdarzenia $z_{e_c} \in E_{3Z}^{I_r}$ na elementach zbiorów $V_{1t_r}^{z_{e_c}}$ oraz $V_{3G}^{z_{e_c}}$ określona jest relacja wykształcenia $R_{OWt_r}^{z_{e_c}}$

$$V_{3G}^{z_{e_c}}\ R_{OWt_r}^{z_{e_c}}\ V_{1t_r}^{z_{e_c}} \equiv R_{OWt_r}^{z_{e_c}} \subset V_{3G}^{z_{e_c}} \times V_{1t_r}^{z_{e_c}}$$

Relację $R_{OWt_r}^{z_{e_c}}$ możemy przedstawić za pomocą macierzy sprzężeń - macierzy wykształcenia $M_{OW}^{z_{e_c}}/t_r/$ - organu wykonawczego $z_{e_c} \in E_{3Z}^{I_r}$, której:

- wiersze reprezentują elementy zbioru $V_{3G}^{z_{e_c}}$ - grupy wykształcenia;
- kolumny reprezentują elementy zbioru $V_{1t_r}^{z_{e_c}}$ - obsady etatowej organu wykonawczego systemu.

$$M_{OW}^{z_{e_c}}/t_r/ =$$

$V_{3G}^{z_{e_c}}$ \ $V_{1t_r}^{z_{e_c}}$	o_1 , o_2 ... o_i ... o_L	$\sum_{j,i} R_{JL}^{OW}$
$v_{2,1}^{z_{e_c}}$	$R_{1,1}^{OW}\ R_{1,2}^{OW} \dots R_{1,i}^{OW} \dots R_{1,L}^{OW}$	$\sum_{i=1}^{L} R_{1,i}^{OW}$
$v_{2,2}^{z_{e_c}}$	$R_{2,1}^{OW}$	
$v_{2,j}^{z_{e_c}}$		
$v_{2,J}^{z_{e_c}}$	$R_{J,1}^{OW}\ R_{J,2}^{OW} \dots \dots R_{J,L}^{OW}$	$\sum_{i=1}^{L} R_{J,i}^{OW}$

Elementy macierzy mogą przyjmować wartości:

$$R^{OW}_{j,1} = \begin{cases} 1 - \text{w przypadku gdy } O_1 \text{ pracownik obsady etatowej organu wykonawczego posiada wykształcenie grupy } v^{z_{e_c}}_{3,j} \\ 0 - \text{w przeciwnym przypadku.} \end{cases}$$

Suma elementów macierzy w wierszu:

$$\sum_{j,l=1}^{L} R^{OW}_{j,l} = \mathcal{P}_{v^{z_{e_c}}_{3,j}} /t_r/$$

wyznacza wartość elementarnego procesu rodzajowego wykształcenia - w grupie rodzajowej $v^{z_{e_c}}_{3,j} \in V^{z_{e_c}}_{3G}$ - zdarzenia elementowego $z_{e_c} \in E^{I_r}_{3Z}$ organu wykonawczego - liczbę pracowników organu wykonawczego systemu w danej grupie rodzajowej stanowisk.

Wartość elementarnego procesu rodzajowego wykształcenia - organu wykonawczego systemu wyrażają elementy kolumny sum macierzy sprzężeń $M^{z_{e_c}}_{OW}/t_r/$.

$$\mathcal{P}_{V^{z_{e_c}}_{3G}} /t_r/ = \left\{ \mathcal{P}_{v^{z_{e_c}}_{3,1}} /t_r/, \mathcal{P}_{v^{z_{e_c}}_{3,2}} /t_r/, \ldots \mathcal{P}_{v^{z_{e_c}}_{3,J}} /t_r/ \right\}$$

- są one liczbami pracowników organu wykonawczego systemu w poszczególnych grupach rodzajowych wykształcenia.

Wartość elementarnych procesów rodzajowych wykształcenia - zdarzeń elementowych - organów wykonawczych tworzących w chwili $t_r \in T/S/$ czasu systemowego klasę repertuaru zdarzeń $E^{I_r}_{3Z}$, można zestawić w macierz

$$M^{E^{I}_{3Z}}_{\mathcal{P}_{V_{3G}}} /t_r/$$

$$
\mathbb{M}\,{}^{E^{I}_{3Z}}_{V_{3G}}\,/t_r/ = \left[\begin{array}{c|ccc}
E^{I_r}_{3Z} \;\diagdown\; {}^{z_{e_c}}_{V_{3G}} & {}^{z_{e_c}}_{v_{3,1}} & {}^{z_{e_c}}_{v_{3,2}} & \dots \; {}^{z_{e_c}}_{v_{3,J}} \\
\hline
z_{e_1} & \mathcal{P}^{z_{e_1}}_{v_{3,1}} & \mathcal{P}^{z_{e_2}}_{v_{3,2}} & \dots \; \mathcal{P}^{z_{e_1}}_{v_{3,J}} \\
z_{e_2} & \mathcal{P}^{z_{e_2}}_{v_{3,1}} & \vdots & \vdots \\
\vdots & \vdots & & \vdots \\
z_{e_c} & \mathcal{P}^{z_{e_c}}_{v_{3,1}} & \dots\dots\dots & \mathcal{P}^{z_{e_c}}_{v_{3,J}} \\
\hline
\sum_{c=1}^{\overline{E^{I}_{3Z}}} \mathcal{P}^{z_{e_c}}_{v_{3,J}} & \mathcal{P}^{E^{I_r}_{3Z}}_{v_{3,1}} & \mathcal{P}^{E^{I_r}_{3Z}}_{v_{3,2}} \dots\dots & \mathcal{P}^{E^{I_r}_{3Z}}_{v_{3,J}}
\end{array}\right]
$$

Suma elementów w kolumnach macierzy:

$$
\sum_{c=1}^{\overline{E^{I_r}_{3Z}}} \mathcal{P}^{z_{e_c}}_{v_{3,J}} = \mathcal{P}^{E^{I}_{3Z}}_{v_{3,J}}\,/t_r/
$$

wyznacza wartość elementarnego procesu rodzajowego wykształcenia - w grupie rodzajowej - klasy repertuaru $E^{I_r}_{3Z}$ - organów wykonawczych systemu w chwili $t_r \in \mathbb{T}/S/$ czasu systemowego - liczbę pracowników wszystkich organów wykonawczych systemu w danej grupie rodzajowej wykształcenia.

Wartość elementarnego procesu rodzajowego wykształcenia - - klasy repertuaru zdarzeń $E^{I_r}_{3Z}$ wyrażają elementy wiersza sum macierzy $\mathbb{M}\,{}^{E^{I}_{3Z}}_{\mathcal{P}_{V_{3G}}}\,/t_r/$

$$
\mathcal{P}^{E^{I}_{3Z}}_{V_{3G}}\,/t_r/ = \left\{ \mathcal{P}^{E^{I}_{3Z}}_{v_{3,1}}\,/t_r/,\ \mathcal{P}^{E^{I}_{3Z}}_{v_{3,2}}\,/t_r/,\ \dots \mathcal{P}^{E^{I}_{3Z}}_{v_{3,J}}\,/t_r/ \right\}
$$

Cecha usprzętowienia ${}^{z_{e_c}}_{V_{4G}}$ - w każdej chwili $t_r \in \mathbb{T}/S/$ czasu systemowego, każdy organ wykonawczy systemu - $z_{e_c} \in E^{I_r}_{3Z}$ wyposażony jest w technikę informatyczną wykorzystywaną w procesie projektowania i eksploatacji rozwiązań informatycznych.

$$\bigwedge_{t_r \in \mathbb{T}/S/} \bigwedge_{z_{e_c} \in E^{I}_{3Z}} TI^{z_{e_c}}_{t_r} = \left\{ p_1, p_2, \ldots p_k \ldots p_K \right\} \quad k = \overline{1,K}$$

gdzie: $TI^{z_{e_c}}_{t_r}$ - zbiór techniki informatycznej eksploatowanej w chwili $t_r \in /S/$ czasu systemowego przez organ wykonawczy $z_{e_c} \; E^{I_r}_{3Z}$.

Cecha usprzętowienia - charakteryzująca zdarzenia elementowe $z_{e_c} \in E^{I}_{3Z}$ klasy repertuaru organów wykonawczych, bazę techniczną organów wykonawczych systemu składa się z grup rodzajowych:

$$V^{z_{e_c}}_{4G} = \left\{ v^{z_{e_c}}_{4,1}, \; v^{z_{e_c}}_{4,2}, \ldots v^{z_{e_c}}_{4,n} \ldots v^{z_{e_c}}_{4,N} \right\} \qquad n = \overline{1,N}$$

gdzie:

np. $v^{z_{e_c}}_{4,n-1}$ - komputer;

$v^{z_{e_c}}_{4,n}$ - dziurkarka kart;

$v^{z_{e_c}}_{4,n+1}$ - drukarka znakowo-mozaikowa.

Dla każdej chwili $t_r \in \mathbb{T}/S/$ czasu systemowego, dla każdego zdarzenia elementowego $z_{e_c} \in E^{I_r}_{3Z}$ - organu wykonawczego systemu - na elementach zbiorów $TI^{z_{e_c}}_{t_r}$ oraz $V^{z_{e_c}}_{4G}$ określona jest relacja sprzętowa /techniki informatycznej/ $R_{TI_{t_r}}$

$$V^{z_{e_c}}_{4G} \; R^{z_{e_c}}_{TI_{t_r}} \; TI^{z_{e_c}}_{t_r} \equiv R^{z_{e_c}}_{TI_{t_r}} \subset V^{z_{e_c}}_{4G} \times TI^{z_{e_c}}_{t_r}$$

Relację $R^{z_{e_c}}_{TI_{t_r}}$ możemy przedstawić za pomocą macierzy sprzężeń - macierzy techniki informatycznej organu wykonawczego $z_{e_c} \in E^{I_r}_{3Z}$ systemu $M^{z_{e_c}}_{TI}/t_r/$, w której:

- wiersze reprezentują elementy zbioru $V^{z_{e_c}}_{4G}$ - grupy rodzajowe sprzętu informatyki;
- kolumny reprezentują elementy zbioru $TI^{z_{e_c}}_{t_r}$ - techniki informatycznej $z_{e_c} \in E^{I_r}_{3Z}$ organu wykonawczego.

$$
\begin{array}{c|c|cccccc|c|c}
 & {}^{z_{e_c}}_{V_{4G}} \diagdown {}^{z_{e_c}}_{TI_{t_r}} & P_1 & P_2 & \cdots & P_k & \cdots & P_K & \sum_{n,k} & R^{TI}_{N,K} \\
\hline
 & {}^{z_{e_c}}_{v_{4,1}} & R^{TI}_{1,1} & R^{TI}_{1,2} & \cdots & R^{TI}_{1,k} & \cdots & R^{TI}_{1,K} & \sum_{k=1}^{K} & R^{TI}_{1,K} \\
 & {}^{z_{e_c}}_{v_{4,2}} & R^{TI}_{2,1} & & & & & & & \\
 & \vdots & \vdots & & & & & & & \\
{}^{z_{e_c}}\!/M_{TI_{t_r}}/t_r/ = & {}^{z_{e_c}}_{v_{4,n}} & \vdots & & & & & & & \\
 & \vdots & \vdots & & & & & & & \\
 & {}^{z_{e_c}}_{v_{4,N}} & R^{TI}_{N,1} & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & R^{TI}_{N,K} & \sum_{k=1}^{K} & R^{TI}_{N,K}
\end{array}
$$

Elementy macierzy mogą przyjmować wartości:

$$
R^{TI}_{n,k} = \begin{cases} 1 - \text{w przypadku gdy } p_k \text{ sprzęt informatyczny należy do } v^{z_{e_c}}_{4,n} \in V^{z_{e_c}}_{4G} \text{ grupy rodzajowej;} \\ 0 - \text{w przeciwnym przypadku.} \end{cases}
$$

Suma elementów macierzy w wierszu:

$$
\sum_{n,k=1}^{K} R^{TI}_{n,k} = \mathcal{P}^{z_{e_c}}_{v_{4,n}} /t_r/
$$

wyznacza wartość elementarnego procesu rodzajowego sprzętu informatycznego - w grupie rodzajowej sprzętu $v^{z_{e_c}}_{4,n} \in V^{z_{e_c}}_{4G}$ - zdarzenia elementowego $z_{e_c} \in E^{I_r}_{3Z}$ - organu wykonawczego systemu - liczbę sprzętu danej grupy rodzajowej eksploatowanego przez organ wykonawczy systemu.

Wartość elementarnego procesu rodzajowego sprzętu informatycznego - organu wykonawczego systemu wyrażają elementy kolumny sum macierzy sprzężeń $M^{z_{e_c}}_{TI}/t_r/$

$$
\mathcal{P}^{z_{e_c}}_{V_{4G}}/tr/ = \left\{ \mathcal{P}^{z_{e_c}}_{v_{4,1}}/t_r/,\ \mathcal{P}^{z_{e_c}}_{v_{4,2}}/t_r/,\ \ldots\ \mathcal{P}^{z_{e_c}}_{v_{4,N}}/t_r/ \right\}
$$

- są one liczbami sprzętu w poszczególnych grupach rodzajowych, eksploatowanego przez dany organ wykonawczy systemu.

Wartości elementarnych procesów rodzajowych sprzętu informatycznego - zdarzeń elementowych - organów wykonawczych tworzących w chwili $t_r \in T/S/$ czasu systemowego klasę repertuaru zdarzeń $E^{I_r}_{3Z}$ można zestawić w macierz

$$\mathbb{M}_{\mathcal{P}_{V_{4G}}^{E^{I}_{3Z}}/t_r/}$$

$E^{I_w}_{3Z}$ / z_{e_c} V_{4G}	z_{e_c} $v_{4,1}$	z_{e_c} $v_{4,2}$	...	z_{e_c} $v_{4,n}$	...	z_{e_c} $v_{4,N}$
z_{e_1}	$\mathcal{P}^{z_{e_1}}_{v_{4,1}}$	$\mathcal{P}^{z_{e_1}}_{v_{4,2}}$	...			$\mathcal{P}^{z_{e_1}}_{v_{4,N}}$
z_{e_2}	$\mathcal{P}^{z_{e_c}}_{v_{4,1}}$					$\mathcal{P}^{z_{e_c}}_{v_{4,N}}$
...	...					...
z_{e_c}	$\mathcal{P}^{z_{e_c}}_{v_{4,1}}$					$\mathcal{P}^{z_{e_c}}_{v_{4,N}}$
$\sum_{c=1} \mathcal{P}^{z_{e_c}}_{v_{4,N}}$	$\mathcal{P}^{E^{I_r}_{3Z}}_{v_{4,1}}$			$\mathcal{P}^{E^{I}_{3Z}}_{v_{4,n}}$		$\mathcal{P}^{E^{I_r}_{3Z}}_{v_{4,N}}$

Suma elementów w kolumnach macierzy:

$$\sum_{c=1} \mathcal{P}^{E^{I_r}_{3Z}}_{v_{4,n}} = \mathcal{P}^{E^{I}_{3Z}}_{v_{4,n}} /t_r/$$

wyznacza wartość elementarnego procesu rodzajowego sprzętu informatycznego - w grupie rodzajowej sprzętu - klasy repertuaru zdarzeń $E^{I_r}_{3Z}$ - organów wykonawczych systemu w chwili $t_r \in T/S/$ czasu systemowego - liczbę eksploatowanego we wszystkich organach wykonawczych systemu sprzętu danej grupy rodzajowej.

Wartość elementarnego procesu rodzajowego sprzętu informatycznego - klasy repertuaru zdarzeń $E^{I_r}_{3Z}$ wyrażają elementy wiersza sum macierzy

$$\mathbb{M}_{\mathcal{P}_{V_{4G}}^{E^{I}_{3Z}}/t_r/}$$

$$\mathcal{P}_{v_{4G}}^{E_{3Z}^{I}}/t_r/ = \left\{\mathcal{P}_{v_{4,1}}^{E_{3Z}^{I}}/t_r/,\ \mathcal{P}_{v_{4,2}}^{E_{3Z}^{I}}/t_r/,\ \ldots\ \mathcal{P}_{v_{4,N}}^{E_{3Z}^{I}}/t_r/\right\}$$

- są one liczbami eksploatowanego we wszystkich organach wykonawczych systemu sprzętu informatycznego w poszczególnych grupach rodzajowych.

Cecha majątku trwałego $v_{4G}^{F_{ze_c}}$ - dla każdej chwili $t_r \in \mathbb{T}/\$/$ czasu systemowego zmiany jest koszt jednostkowy eksploatowanej w organach wykonawczych techniki informatycznej /z uwzględnieniem odpisów amortyzacyjnych/ w poszczególnych grupach rodzajowych sprzętu:

$$v_{4G}^{F_{ze_c}}/t_r/ = \left\{v_{4,1}^{F_{ze_c}},\ v_{4,2}^{F_{ze_c}},\ \ldots\ v_{4,n}^{F_{ze_c}}\ \ldots\ v_{4,N}^{F_{ze_c}}\right\};\quad n = \overline{1,N}$$

Wartość elementarnego procesu rodzajowego majątku trwałego sprzętu informatycznego $z_{e_c} \in E_{3Z}^{I_r}$ organu wykonawczego w chwili $t_r \in \mathbb{T}/\$/$ czasu systemowego, wyznacza iloczyn wartości elementarnego procesu rodzajowego sprzętu informatyki - w grupie rodzajowej sprzętu przez jednostkową wartość sprzętu w danej grupie rodzajowej w chwili $t_r \in \mathbb{T}/\$/$ czasu systemowego.

$$\mathcal{P}_{v_{4,n}}^{F_{ze_c}}/t_r/ = \mathcal{P}_{v_{4,n}}^{z_{e_c}}/t_r/ \cdot v_{4,n}^{F_{ze_c}}$$

Suma wartości elementarnych procesów rodzajowych majątku trwałego - zdarzenia elementowego $z_{e_c} \in E_{3Z}^{I}$ - organu wykonawczego systemu

$$\sum_{n=1}^{N} \mathcal{P}_{v_{4,n}}^{F_{ze_c}}/t_r/ = \mathcal{P}_{v_{4G}}^{F_{ze_c}}/t_r/$$

wyznacza wartość elementarnego procesu majątku trwałego organu wykonawczego r-tgo stanu systemu - wartość eksploatowanego przez dany organ wykonawczy sprzętu informatyki, których suma:

$$\sum_{c=1}^{\bar{E}_{3Z}^{I}} \mathcal{P}_{v_{4G}}^{F_{ze_c}}/t_r/ = \mathcal{P}_{v_{4G}}^{FE_{3Z}^{I}}/t_r/$$

wyznacza wartość elementarnego procesu majątku trwałego klasy repertuaru zdarzeń $z_{e_c} \in E_{3Z}^{I_r}$ organów wykonawczych systemu

w chwili $t_r \in E^I_{3Z}$ czasu systemowego - wartość eksploatowanego przez wszystkie organy wykonawcze sprzętu informatyki.

Wartość pełnego procesu klasy repertuaru zdarzeń elementowych $E^{I_r}_{3Z}$ - organów wykonawczych w chwili $t_r \in T/S/$ czasu systemowego opisują wartości procesów klasy repertuaru

$$\mathcal{P}_{W}{}^{E^I_{3Z}}/t_r/ = \left\{ \mathcal{P}_{V}{}^{E^I_{3Z}}/t_r/,\ \mathcal{P}_{V_G}{}^{E^I_{3Z}}/t_r/ \right\}$$

gdzie:

$\mathcal{P}_{V}{}^{E^I_{3Z}}/t_r/ = \mathcal{P}_{V_1}{}^{E^I_{3Z}}/t_r/$ - wartość procesu obsady etatowej klasy repertuaru E^I_{3Z} - organów wykonawczych;

$\mathcal{P}_{V_G}{}^{E^I_{3Z}}/t_r/ = \left\{ \mathcal{P}_{V_{2G}}{}^{E^I_{3Z}}/t_r/,\ \mathcal{P}_{V_{3G}}{}^{E^I_{3Z}}/t_r/,\ \mathcal{P}_{V_{4G}}{}^{E^I_{3Z}}/t_r/ \right.$

$\left. \mathcal{P}_{V_{4G}}{}^{F^{E^I_{3Z}}}/t_r/ \right\}$ - wartość procesu rodzajowego klasy repertuaru E^I_{3Z};

$\mathcal{P}_{V_{2G}}{}^{E^I_{3Z}}/t_r/$ - wartość elementarnego procesu rodzajowego struktury zatrudnienia klasy repertuaru E^I_{3Z};

$\mathcal{P}_{V_{3G}}{}^{E^I_{3Z}}/t_r/$ - wartość elementarnego procesu rodzajowego wykształcenia klasy repertuaru E^I_{3Z};

$\mathcal{P}_{V_{4G}}{}^{E^I_{3Z}}/t_r/$ - wartość elementarnego procesu rodzajowego usprzętowienia klasy repertuaru E^I_{3Z};

$\mathcal{P}_{V_{4G}}{}^{F^{E^I_{3Z}}}/t_r/$ - wartość elementarnego procesu rodzajowego majątku trwałego klasy repertuaru E^I_{3Z}.

4.3.4. Procesy jednorodne

Zdarzenia elementowe klas repertuarów centralny organ systemu E^I_{1Z}, organa sztabowe E^I_{2Z}, organa wykonawcze E^I_{3Z} charakteryzują następujące zbiory cech:

$$W^{E^I_{1Z}} = \left\{ V_1^{z_{e_a}},\ V_{2G}^{z_{e_a}},\ V_{3G}^{z_{e_a}} \right\};$$

$$W^{E^I_{2Z}} = \left\{ V_1^{z_{e_b}},\ V_{2G}^{z_{e_b}},\ V_{3G}^{z_{e_b}} \right\};$$

$$W^{E^I_{3Z}} = \left\{ V_1^{z_{e_c}},\ V_{2G}^{z_{e_c}},\ V_{3G}^{z_{e_c}},\ V_{4G}^{z_{e_c}},\ V_{4G}^{Fz_{e_c}} \right\}.$$

Wśród cech będących elementami w/w zbiorów wyróżnić możemy cechy jednorodne, tzn. cechy które charakteryzują zdarzenia elementowe wszystkich trzech wymienionych klas repertuarów. Cechami tymi są: cecha obsady etatowej oraz cecha wykształcenia. Tworzą one zbiór cech jednorodnych.

$$W^{E^I_{JZ}} = \left\{ V_1^{z_{e_{a,b,c}}},\ V_{3G}^{z_{e_{a,b,c}}} \right\}$$

gdzie: $V_1^{z_{e_{a,b,c}}}$ - cecha obsady etatowej opisująca zdarzenia elementowe $z_{e_a} \in E^I_{1Z}$, $z_{e_b} \in E^I_{2Z}$, $z_{e_c} \in E^I_{3Z}$;

$V_{3G}^{z_{e_{a,b,c}}}$ - cecha wykształcenia opisująca zdarzenia elementowe $z_{e_a} \in E^I_{1Z}$, $z_{e_b} \in E^I_{2Z}$, $z_{e_c} \in E^I_{3Z}$.

Pozostałe cechy zbiorów cech opisujących zdarzenia elementowe klas repertuarów E^I_{1Z}, E^I_{2Z}, E^I_{3Z} charakteryzują tylko zdarzenia elementowe tej klasy repertuaru, dla której zostały zdefiniowane. Tworzą one tzw. zbiór cech autonomicznych.

$$W^{E^I_{AZ}} = \left\{ V_{2G}^{z_{e_a}},\ V_{2G}^{z_{e_b}},\ V_{2G}^{z_{e_c}},\ V_{4G}^{z_{e_c}},\ V_{4G}^{Fz_{e_c}} \right\};$$

Zmiany wartości cech jednorodnych charakteryzujących zdarzenia elementowe klas repertuarów E^I_{1Z}, E^I_{2Z}, E^I_{3Z} w czasie trwania czasu systemowego nazywamy:

- jednorodnym, elementarnym procesem obsady etatowej klas repertuarów E^I_{1Z}, E^I_{2Z}, E^I_{3Z} zdarzeń elementowych - $\mathcal{P}_{V_1}{}^{E^I_{1Z}}\pi/s/$;
- jednorodnym, elementarnym procesem rodzajowym wykształcenia klas repertuarów E^I_{1Z}, E^I_{2Z}, E^I_{3Z} zdarzeń elementowych - $\mathcal{P}_{V_{3G}}{}^{E^I_{1Z}}\pi/s/$.

Zbiór jednorodnych elementarnych procesów /rodzajowych/ klas repertuarów zdarzeń elementowych E^I_{1Z}, E^I_{2Z}, E^I_{3Z} opisuje /wyznacza/ proces jednorodny klas tych repertuarów.

$$\mathcal{P}_{V}^{E^I_{JZ}}\Pi/S/ = \left\{\mathcal{P}_{v_1}^{E^I_{JZ}}\Pi/S/,\ \mathcal{P}_{v_{3G}}^{E^I_{JZ}}\Pi/S/\right\}$$

Dla każdej chwili $t_r \in \Pi/S/$ czasu systemowego wartość jednorodnego elementarnego procesu obsady etatowej - liczbę pracowników zatrudnionych w systemie informatyzacji w danej chwili czasu systemowego - wyznacza suma wartości elementarnych procesów obsady etatowej klas repertuarów zdarzeń E^I_{1Z}, E^I_{2Z}, E^I_{3Z}

$$\mathcal{P}_{v_1}^{E^I_{JZ}}/t_r/ = \mathcal{P}_{v_1}^{E^I_{1Z}}/t_r/ + \mathcal{P}_{v_1}^{E^I_{2Z}}/t_r/ + \mathcal{P}_{v_1}^{E^I_{3Z}}/t_r/$$

Wartości elementarnych procesów rodzajowych wykształcenia klas repertuarów E^I_{1Z}, E^I_{2Z}, E^I_{3Z} dla każdej chwili $t_r \in \Pi/S/$ można zestawić w macierz -

$$M\mathcal{P}_{v_{3G}}^{E^I_{JZ}}/t_r/ =$$

$E^{I_r}_{iZ}$ / $z_{e_{a,b,c}}$ v_{3G}	$z_{e_{a,b,c}}$ $v_{3,1}$	$z_{e_{a,b,c}}$ $v_{3,2}$	...	$z_{e_{a,b,c}}$ $v_{3,j}$	...	$z_{e_{a,b,c}}$ $v_{3,J}$
$\mathcal{P}_{v_3}^{E^I_{1Z}}$	$\mathcal{P}_{v_{3,1}}^{E^I_{1Z}}$	$\mathcal{P}_{v_{3,2}}^{E^I_{1Z}}$	...	...	...	$\mathcal{P}_{v_{3,J}}^{E^I_{1Z}}$
$\mathcal{P}_{v_3}^{E^I_{2Z}}$	$\mathcal{P}_{v_{3,1}}^{E^I_{2Z}}$	$\mathcal{P}_{v_{3,2}}^{E^I_{2Z}}$	...	...	...	$\mathcal{P}_{v_{3,J}}^{E^I_{2Z}}$
$\mathcal{P}_{v_3}^{E^I_{3Z}}$	$\mathcal{P}_{v_{3,1}}^{E^I_{3Z}}$	$\mathcal{P}_{v_{3,2}}^{E^I_{3Z}}$	...	...	...	$\mathcal{P}_{v_{3,J}}^{E^I_{3Z}}$
$\sum_{i,j}\mathcal{P}_{v_{3,J}}^{E^I_{iZ}}$	$\mathcal{P}_{v_{3,1}}^{E^I_{JZ}}$	$\mathcal{P}_{v_{3,2}}^{E^I_{JZ}}$	...	$\mathcal{P}_{v_{3,j}}^{E^I_{JZ}}$	...	$\mathcal{P}_{v_{3,J}}^{E^I_{JZ}}$

Suma elementów w kolumnie macierzy

$$\sum_{i,j}\mathcal{P}_{v_{3,j}}^{E^I_{iZ}}/t_r/ = \mathcal{P}_{v_{3,j}}^{E^I_{1Z}}/t_r/ + \mathcal{P}_{v_{3,j}}^{E^I_{2Z}}/t_r/ + \mathcal{P}_{v_{3,j}}^{E^I_{3Z}}/t_r/ =$$

$$= \mathcal{P}_{v_{3,j}}^{E^I_{JZ}}/t_r/$$

wyznacza wartości jednorodnego elementarnego procesu rodzajowego wykształcenia - w grupie rodzajowej - klas repertuarów zdarzeń

zdarzeń elementowych E^I_{1Z}, E^I_{2Z}, E^I_{3Z} - liczbę pracowników wszystkich organów systemu informatyzacji posiadających wykształcenie danej grupy rodzajowej.

Elementy wiersza sum macierzy $M_{\mathcal{P}_{v_{3G}}^{E^I_{JZ}}/t_r/}$ - wyrażają wartość jednorodnego elementarnego procesu rodzajowego wykształcenia klas repertuarów zdarzeń elementowych E^I_{1Z}, E^I_{2Z}, E^I_{3Z}

$$\mathcal{P}_{v_{3G}}^{E^I_{JZ}}/t_r/ = \left\{ \mathcal{P}_{v_{3,1}}^{E^I_{JZ}}/t_r/,\ \mathcal{P}_{v_{3,2}}^{E^I_{JZ}}/t_r/,\ \ldots\ \mathcal{P}_{v_{3,j}}^{E^I_{JZ}}/t_r/ \right\}$$

- są one liczbami pracowników w poszczególnych grupach rodzajowych wykształcenia wszystkich organów systemu informatyzacji.

Wartość procesu jednorodnego klas repertuarów zdarzeń elementowych E^I_{1Z}, E^I_{2Z}, E^I_{3Z} - w chwili $t_r \in \mathbb{T}/S/$ czasu systemowego opisują wartości jego jednorodnych elementarnych procesów /rodzajowych/

$$\mathcal{P}_{\mathbb{V}}^{E^I_{JZ}}/t_r/ = \left\{ \mathcal{P}_{v_1}^{E^I_{JZ}}/t_r/,\ \mathcal{P}_{v_{3G}}^{E^I_{JZ}}/t_r/ \right\}$$

4.3.5. Procesy klasy repertuaru techniki komputerowej systemu

Zdarzenia elementowe klasy repertuaru E^I_{4Z} - techniki komputerowej systemu charakteryzuje zbiór cech /współczynników/ będących wielkościami mierzalnymi:

$$\mathbb{V}^{E^I_{4Z}} = \left\{ v_{1G}^{z_{e_d}},\ v_2^{z_{e_d}},\ v_3^{z_{e_d}},\ v_4^{z_{e_d}},\ v_5^{z_{e_d}},\ v_6^{z_{e_d}},\ v_7^{z_{e_d}} \right\};$$

gdzie: $v_{1G}^{z_{e_d}}$ - rzeczywisty czas pracy komputera /minikomputera/;

$v_2^{z_{e_d}}$ - techniczny czas pracy komputera;

$v_3^{z_{e_d}}$ - czas przebiegów straconych;

$v_4^{z_{e_d}}$ - czas ogólny włączenia komputera;

$v_5^{z_{e_d}}$ - współczynnik efektywnego wykorzystania komputera;

$V_6^{z_{e_d}}$ - współczynnik zmianowości;

$V_7^{z_{e_d}}$ - współczynnik pracy wieloprogramowej.

Zmiany wartości cech charakteryzujących zdarzenia elementowe repertuaru klasy E_{4Z}^{I} - technikę komputerową - podczas trwania czasu systemowego nazywamy:

- elementarnym procesem /rodzajowym/ rzeczywistego czasu pracy komputera $\mathcal{P}_{V_1}^{z_{e_d}} \pi/s/$, $/\mathcal{P}_{V_{1G}}^{z_{e_d}} \pi/s//$;
- elementarnym procesem /rodzajowym/ technicznego czasu pracy komputera - $\mathcal{P}_{V_2}^{z_{e_d}} \pi/s/$, $/\mathcal{P}_{V_{2G}}^{z_{e_d}} \pi/s//$;
- procesem elementarnym czasu przebiegów straconych komputera - $\mathcal{P}_{V_3}^{z_{e_d}} \pi/s/$;
- elementarnym procesem ogólnego czasu włączenia komputera - $\mathcal{P}_{V_4}^{z_{e_d}} \pi/s/$;
- elementarnym procesem efektywnego wykorzystania komputera - $\mathcal{P}_{V_5}^{z_{e_d}} \pi/s/$;
- elementarnym procesem zmianowości pracy komputera - $\mathcal{P}_{V_6}^{z_{e_d}} \pi/s/$;
- elementarnym procesem pracy wieloprogramowej komputera - $\mathcal{P}_{V_7}^{z_{e_d}} \pi/s/$.

Proces zdarzenia elementowego $z_{e_d} \in E_{4Z}^{I}$ opisuje zbiór jego elementarnych procesów

$$\mathcal{P}_{V}^{z_{e_d}} \pi/s/ = \left\{ \mathcal{P}_{V_1}^{z_{e_d}} \pi/s/,\ \mathcal{P}_{V_2}^{z_{e_d}} \pi/s/,\ \mathcal{P}_{V_3}^{z_{e_d}} \pi/s/,\ \mathcal{P}_{V_4}^{z_{e_d}} \pi/s/,\ \mathcal{P}_{V_5}^{z_{e_d}} \pi/s/,\ \mathcal{P}_{V_6}^{z_{e_d}} \pi/s/,\ \mathcal{P}_{V_7}^{z_{e_d}} \pi/s/ \right\}$$

Proces rodzajowy zdarzenia elementowego $z_{e_d} \in E_{4Z}^{I}$ opisuje zbiór jego elementarnych procesów rodzajowych.

$$\mathcal{P}_{V_G}^{z_{e_d}} \pi/s/ = \left\{ \mathcal{P}_{V_{1G}}^{z_{e_d}} \pi/s/,\ \mathcal{P}_{V_{2G}}^{z_{e_d}} \pi/s/ \right\}$$

Pełny proces zdarzenia elementowego klasy repertuaru E^{I}_{4Z} - komputera-opisuje zbiór procesów tego zdarzenia.

$$\mathcal{P}_{W}^{z_{ed}}\pi/s/ = \left\{\mathcal{P}_{V}^{z_{ed}}\pi/s/,\ \mathcal{P}_{V_G}^{z_{ed}}\pi/s/\right\}$$

Pełny proces klasy repertuaru zdarzeń elementowych E^{I}_{4Z} - komputerów-opisuje zbiór procesów klasy repertuaru zdarzeń.

$$\mathcal{P}_{W}^{E^{I}_{4Z}}\pi/s/ = \left\{\mathcal{P}_{V}^{E^{I}_{4Z}}\pi/s/,\ \mathcal{P}_{V_{SR}}^{E^{I}_{4Z}}\pi/s/,\ \mathcal{P}_{V_G}^{E^{I}_{4Z}}\pi/s/\right\}$$

gdzie:

$$\mathcal{P}_{V}^{E^{I}_{4Z}}\pi/s/ = \left\{\mathcal{P}_{V_1}^{E^{I}_{4Z}}\pi/s/,\ \mathcal{P}_{V_2}^{E^{I}_{4Z}}\pi/s/,\ \mathcal{P}_{V_3}^{E^{I}_{4Z}}\pi/s/,\ \mathcal{P}_{V_4}^{E^{I}_{4Z}}\pi/s/,\ \mathcal{P}_{V_5}^{E^{I}_{4Z}}\pi/s/\right\}$$ - proces klasy repertuaru techniki komputerowej;

$\mathcal{P}_{V_1}^{E^{I}_{4Z}}\pi/s/$ - elementarny proces rzeczywistego czasu pracy komputerów;

$\mathcal{P}_{V_2}^{E^{I}_{4Z}}\pi/s/$ - elementarny proces technicznego czasu komputerów;

$\mathcal{P}_{V_3}^{E^{I}_{4Z}}\pi/s/$ - elementarny proces czasu przebiegów straconych;

$\mathcal{P}_{V_4}^{E^{I}_{4Z}}\pi/s/$ - elementarny proces czasu ogólnego włączenia komputerów;

$\mathcal{P}_{V_5}^{E^{I}_{4Z}}\pi/s/$ - elementarny proces efektywnego wykorzystania komputerów;

$$\mathcal{P}_{V_{SR}}^{E^{I}_{4Z}}\pi/s/ = \left\{{}^{SR}_{V_5}{}^{E^{I}_{4Z}}\pi/s/,\ {}^{SR}_{V_6}{}^{E^{I}_{4Z}}\pi/s/,\ {}^{SR}_{V_7}{}^{E^{I}_{4Z}}\pi/s/\right\}$$

$\mathcal{P}_{V_5}^{SR\,E^{I}_{4Z}}\pi/s/$ - elementarny proces /średni/ efektywnego wykorzystania komputerów;

$\mathcal{P}_{V_6}^{SR\,E^{I}_{4Z}}\pi/s/$ - elementarny proces /średni/ zmianowości pracy komputerów;

$\mathcal{P}_{V_7}^{SR\,E^{I}_{4Z}}\pi/s/$ - średni, elementarny proces pracy wieloprogramowej komputerów;

$\mathcal{P}_{V_G}^{E^I_{4Z}} \Pi/\$/ = \{\mathcal{P}_{V_{1G}}^{E^I_{4Z}} \Pi/\$/, \mathcal{P}_{V_{2G}}^{E^I_{4Z}} \Pi/\$/\}$ - proces rodzajowy klasy repertuaru techniki komputerowej;

$\mathcal{P}_{V_{1G}}^{E^I_{4Z}} \Pi/\$/$ - elementarny proces rodzajowy rzeczywistego czasu pracy komputerów;

$\mathcal{P}_{V_{2G}}^{E^I_{4Z}} \Pi/\$/$ - elementarny proces rodzajowy technicznego czasu pracy komputerów.

Cecha $V_{1G}^{z_{e_d}}$ charakteryzuje rzeczywisty czas pracy komputera. Składa się ona z grup rodzajowych [133]

$$V_{1G}^{z_{e_d}} = \{v_{1,1}^{z_{e_d}}, v_{1,2}^{z_{e_d}}, \dots v_{1,i}^{z_{e_d}}\} \qquad i = \overline{1,10}$$

gdzie:

$v_{1,1}^{z_{e_d}}$ - realizacja przedsięwzięć oprogramowania RI /kompilacji, testowania i konsolidacji programów oraz sprawdzenia ich działania na danych modelowych/;

$v_{1,2}^{z_{e_d}}$ - weryfikacja rozwiązań technologicznych - eksploatacja próbna;

$v_{1,3}^{z_{e_d}}$ - eksploatacja wstępna;

$v_{1,4}^{z_{e_d}}$ - eksploatacja użytkowa;

$v_{1,5}^{z_{e_d}}$ - płatna realizacja zadań przetwarzania -usługi odpłatne, głównie dla instytucji cywilnych oraz jednostek wojskowych w ramach prac zleconych i zawartych umów o usługę;

$v_{1,6}^{z_{e_d}}$ - usługi nieodpłatne - eksploatacja rozwiązań informatycznych przez instytucje wojskowe spoza ośrodka w ramach luzów produkcyjnych;

$v_{1,7}^{z_{e_d}}$ - realizacja obliczeń numerycznych, naukowo-technicznych bądź matematycznych głównie dla akademii i szkół wojskowych;

$v_{1,8}^{z_{e_d}}$ - realizacja obliczeń prac dyplomowych, dydaktyka w akademiach i szkołach wojskowych, pokazy i demonstrowanie pracy techniki;

$v_{1,9}^{z_{e_d}}$ - eksploatacja programów wykorzystywanych w proce-

sie informatycznego zabezpieczenia ćwiczeń i gier wojennych;

$v_{1,10}^{z_{e_d}}$ - realizacja zadań własnych ośrodka.

Dla każdej chwili $t_r \in \Pi/\$/$ czasu systemowego, dany jest zbiór funkcji przyporządkowujących - zdarzeniom elementowym klasy repertuaru E_{4Z}^{I} - wartości rzeczywistych czasów pracy w poszczególnych grupach rodzajowych.

$$f_{t_r}/v_{1G}^{z_{e_d}}/ = \left\{ f_{t_r}/v_{1,1}^{z_{e_d}}/,\ f_{t_r}/v_{1,2}^{z_{e_d}}/ \ldots \ldots f_{t_r}/v_{1,i}^{z_{e_d}}/ \right\}$$

$$\bigwedge_{t_r \in \Pi/\$/} \quad \bigwedge_{z_{e_d} \in E_{4Z}^{I}}$$

gdzie:

$f_{t_r}/v_{1,i}^{z_{e_d}}/ : v_{1,i}^{z_{e_d}} \longrightarrow \bar{v}_{1,i}^{z_{e_d}}$ - funkcja rzeczywistego czasu pracy komputera w $v_{1,i}^{z_{e_d}} \in v_{1G}^{z_{e_d}}$ grupie rodzajowej;

$\bar{v}_{1,i}^{z_{e_d}}$ - wartość funkcji $f_{t_r}/v_{1,i}^{z_{e_d}}/$ - liczba będąca miarą czasu pracy $z_{e_d} \in E_{4Z}^{I}$ - komputera użytego na realizację zadań $v_{1,i}^{z_{e_d}} \in v_{1G}^{z_{e_d}}$ grupy rodzajowej.

Wartość funkcji $\bar{v}_{1,i}^{z_{e_d}}$ - wyznacza wartość elementarnego procesu rodzajowego - rzeczywistego czasu pracy komputera - w $v_{1,i}^{z_{e_d}}$ grupie rodzajowej $\mathcal{P}_{\bar{v}_{1,i}^{z_{e_d}}} = \mathcal{P}_{v_{1,i}^{z_{e_d}}}/t_r/$

Wartości elementarnych procesów rodzajowych rzeczywistego czasu pracy komputerów tworzących w chwili $t_r \in \Pi/\$/$ czasu systemowego klasę repertuaru zdarzeń E_{4Z}^{I} - można zestawić w macierz

$$\mathbb{M}_{\mathcal{P}_{v_{1G}}^{E_{4Z}^{I}}}/t_r/$$

$$\mathbb{M}_{V_{1G}}\left[E^{I}_{4Z}/t_r/\right] =$$

$E^{I_v}_{4Z}$ \ z_{e_d} / V_{1G}	$v_{1,1}^{z_{e_d}}$	$v_{1,2}^{z_{e_d}}$	...	$v_{1,i}^{z_{e_d}}$	$\sum_{i=1}^{10} \mathcal{P}_{v_{1,i}}^{z_{e_d}}$
z_{e_1}	$\mathcal{P}_{v_{1,1}}^{z_{e_1}}$	$\mathcal{P}_{v_{1,2}}^{z_{e_1}}$	...	$\mathcal{P}_{v_{1,i}}^{z_{e_1}}$	$\mathcal{P}_{V_1}^{z_{e_1}}$
z_{e_2}	$\mathcal{P}_{v_{1,1}}^{z_{e_2}}$	$\mathcal{P}_{v_{1,2}}^{z_{e_d}}$	...	$\mathcal{P}_{v_{1,i}}^{z_{e_2}}$	.
.	.	.		.	.
.	.	.		.	.
.	.	.		.	.
z_{e_d}	$\mathcal{P}_{v_{1,1}}^{z_{e_d}}$	$\mathcal{P}_{v_{1,2}}^{z_{e_d}}$	...	$\mathcal{P}_{v_{1,i}}^{z_{e_d}}$	$\mathcal{P}_{V_1}^{z_{e_d}}$
$\sum_{d=1}^{E^{I}_{4Z}} \mathcal{P}_{v_{1,i}}^{z_{e_d}}$	$\mathcal{P}_{v_{1,1}}^{E^{I}_{4Z}}$	$\mathcal{P}_{v_{1,2}}^{E^{I}_{4Z}}$	...	$\mathcal{P}_{v_{1,i}}^{E^{I}_{4Z}}$	$\mathcal{P}_{V_1}^{E^{I}_{4Z}}$

Suma elementów w kolumnach macierzy:

$$\sum_{d=1}^{\overline{E}^{I}_{4Z}} \mathcal{P}_{v_{1,i}}^{z_{e_d}} = \mathcal{P}_{v_{1,i}}^{E^{I}_{4Z}}/t_r/$$

wyznacza wartość elementarnego procesu rodzajowego rzeczywistego czasu pracy komputerów w grupie rodzajowej - klasy repertuaru w chwili $t_r \in \mathbb{T}/S/$ czasu systemowego - czas zużyty przez wszystkie komputery stanu systemu na realizację zadań danej grupy rodzajowej.

Wartość elementarnego procesu rodzajowego rzeczywistego czasu pracy komputera - w poszczególnych grupach rodzajowych wyznacza wiersz macierzy $\mathbb{M}_{V_{1G}}\left[E^{I}_{4Z}/t_r/\right]$

Wartość elementarnego procesu rodzajowego rzeczywistego czasu pracy komputerów - wg grup rodzajowych wyrażają elementy wiersza sum macierzy $\mathbb{M}_{V_{1G}}\left[E^{I}_{4Z}/t_r/\right]$

$$\mathcal{P}_{V_{1G}}^{E^{I}_{4Z}}/t_r/ = \mathcal{P}_{v_{1,1}}^{E^{I}_{4Z}}/t_r/,\ \mathcal{P}_{v_{1,2}}^{E^{I}_{4Z}}/t_r/\ \ldots\ \mathcal{P}_{v_{1,i}}^{E^{I}_{4Z}}/t_r/$$

- są one wartościami czasów pracy wszystkich komputerów stanu systemu na realizację zadań poszczególnych grup rodzajowych.

Suma elementów w wierszach macierzy

$$\sum_{i=1}^{10} \mathcal{P}_{v_{1,i}}^{z_{e_d}} = \mathcal{P}_{V_1}^{z_{e_d}} /t_r/$$

wyznacza wartość elementarnego procesu rzeczywistego czasu pracy komputera - zdarzenia elementowego $z_{e_d} \in E_{4Z}^I$ w chwili $t_r \in \mathbb{T}/\$/$ czasu systemowego - sumaryczny czas pracy komputera wykorzystany na realizację zadań zaliczanych do wszystkich grup rodzajowych - efektywny czas pracy komputera.

Wartość elementarnego procesu rzeczywistego czasu pracy komputerów - zdarzeń elementowych klasy reportuaru E_{3Z}^I w chwili $t_r \in \mathbb{T}/\$/$ czasu systemowego - wyznacza suma wartości elementarnych procesów rzeczywistego czasu pracy zdarzeń elementowych tworzących tę klasę

$$\mathcal{P}_{V_1}^{E_{4Z}^I} /t_r/ = \sum_{d=1}^{\bar{E}_{4Z}^I} \mathcal{P}_{V_1}^{z_{e_d}} /t_r/ = \sum_{i=1}^{10} \mathcal{P}_{v_{1,i}}^{E_{4Z}^I} /t_r/$$

- wartość tego procesu jest efektywnym czasem pracy wszystkich komputerów klasy reportuaru E_{4Z}^I w $t_r \in \mathbb{T}/\$/$ chwili czasu systemowego.

Cecha $V_{2G}^{z_{e_d}}$ - charakteryzuje techniczny czas pracy komputera - składa się ona z grup rodzajowych.

$$V_{2G}^{z_{e_d}} = \left\{ v_{2,1}^{z_{e_d}}, \; v_{2,2}^{z_{e_d}} \right\};$$

gdzie: $v_{2,1}^{z_{e_d}}$ - okresowa konserwacja komputera i codzienne przeglądy /próby testowe/ nie pozwalające w czasie ich trwania na pracę użytkową;

$v_{2,2}^{z_{e_d}}$ - usuwanie usterek awaryjnych /od momentu zgłoszenia aż do momentu uzyskania pełnej sprawności sprzętu/.

Dla każdej chwili $t_r \in \mathbb{T}/\$/$ czasu systemowego dany jest zbiór funkcji przyporządkowujących zdarzeniom elementowym klasy repertuaru E_{4Z}^I - komputerom - wartości technicznego czasu pracy w poszczególnych grupach rodzajowych.

$$\bigwedge_{t_r \in \mathbb{T}/\$/} \bigwedge_{z_{e_d} \in E^{I}_{4Z}} f_{t_r}/V_{2G}^{z_{e_d}}/ = \left\{ f_{t_r}/v_{2,1}^{z_{e_d}}/,\ f_{t_r}/v_{2,2}^{z_{e_d}}/ \right\}$$

gdzie:

$f_{t_r}/v_{2,1}^{z_{e_d}}/ : v_{2,1}^{z_{e_d}} \longrightarrow \bar{v}_{2,1}^{z_{e_d}}$ - funkcja technicznego czasu pracy w $v_{2,1}^{z_{e_d}} \in V_{2G}^{z_{e_d}}$ grupie rodzajowej $z_{e_d} \in E^{I}_{4Z}$ zdarzenia elementowego;

$\bar{v}_{2,1}^{z_{e_d}}$ - wartość funkcji $f_{t_r}/v_{2,1}^{z_{e_d}}/$ - liczba będąca miarą technicznego czasu pracy z_{e_d} E^{I}_{4Z} - komputera - w $v_{2,1}^{z_{e_d}} \in V_{2G}^{z_{e_d}}$ grupie rodzajowej.

Wartość funkcji $\bar{v}_{2,1}^{z_{e_d}}$ wyznacza wartość elementarnego procesu rodzajowego technicznego czasu pracy komputera - w grupie rodzajowej $\mathcal{P}_{\bar{v}_{2,1}^{z_{e_d}}} = \mathcal{P}_{v_{2,1}^{z_{e_d}}}/t_r/$.

Wartości elementarnych procesów rodzajowych technicznego czasu pracy komputerów tworzących w chwili $t_r \in \mathbb{T}/\$/$ czasu systemowego klasę repertuaru zdarzeń E^{I}_{4Z} - można zestawić w macierz $\mathbb{M}_{V_{2G}}^{E^{I}_{4Z}}/t_r/$

$$\mathbb{M}_{V_{2G}}^{E^{I}_{4Z}}/t_r/ =$$

$E^{I_r}_{4Z}$ / $V_{2G}^{z_{e_d}}$	$v_{2,1}^{z_{e_d}}$	$v_{2,2}^{z_{e_d}}$	$\sum_{i=1}^{2} \mathcal{P}_{v_{2,i}}^{z_{e_1}}$
z_{e_1}	$\mathcal{P}_{v_{2,1}}^{z_{e_1}}$	$\mathcal{P}_{v_{2,2}}^{z_{e_1}}$	$\mathcal{P}_{V_2}^{z_{e_1}}$
z_{e_2}	$\mathcal{P}_{v_{2,1}}^{z_{e_2}}$	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮
z_{e_d}	$\mathcal{P}_{v_{2,1}}^{z_{e_d}}$	$\mathcal{P}_{v_{2,2}}^{z_{e_d}}$	$\mathcal{P}_{V_2}^{z_{e_d}}$
$\sum_{d=1}^{\bar{E}^{I}_{4Z}} \mathcal{P}_{v_{2,i}}^{z_{e_d}}$	$\mathcal{P}_{v_{2,1}}^{E^{I_r}_{4Z}}$	$\mathcal{P}_{v_{2,2}}^{E^{I_r}_{4Z}}$	$\mathcal{P}_{V_2}^{E^{I}_{4Z}}$

Suma elementów w kolumnach macierzy:

$$\sum_{d=1}^{\bar{E}^{I}_{4Z}} \mathcal{P}_{v_{2,1}}^{z_{e_d}} = \mathcal{P}_{v_{2,1}}^{E^{I}_{4Z}}/t_r/$$

wyznacza wartość elementarnego procesu rodzajowego technicznego czasu pracy komputerów w grupie rodzajowej - klasy repertuaru zdarzeń E^{I}_{4Z} w chwili $t_r \in \mathbb{T}/\$/$ czasu systemowego - np. $\mathcal{P}_{v_{2,1}} E^{I}_{4Z}$ - czas zużyty na okresową konserwację wszystkich komputerów w $t_r \in \mathbb{T}/\$/$ chwili czasu systemowego.

Wartość elementarnego procesu rodzajowego technicznego czasu pracy komputera w poszczególnych grupach rodzajowych opisuje wiersz macierzy:

$$\mathcal{P}_{V_{2G}}^{z_{e_d}} /t_r/ = \left\{ \mathcal{P}_{v_{2,1}}^{z_{e_d}} /t_r/ ; \ \mathcal{P}_{v_{2,2}}^{z_{e_d}} /t_r/ \right\}$$

Elementami tego zbioru są wartości czasów w poszczególnych /technicznych/ grupach rodzajowych dla danego komputera.

Wartość elementarnego procesu rodzajowego technicznego czasu pracy komputerów - wg grup rodzajowych - klasy repertuaru zdarzeń E^{I}_{4Z} wyrażają elementy wiersza sum macierzy $\mathbb{M}\mathcal{P}_{V_{2G}}^{E^{I}_{4Z}} /t_r/$

$$\mathcal{P}_{V_{2G}}^{E^{I}_{4Z}} /t_r/ = \left\{ \mathcal{P}_{v_{2,1}}^{E^{I}_{4Z}} /t_r/, \ \mathcal{P}_{v_{2,2}}^{E^{I}_{4Z}} /t_r/ \right\}$$

Suma elementów w wierszach macierzy:

$$\sum_{i=1}^{2} \mathcal{P}_{v_{2,i}}^{z_{e_d}} = \mathcal{P}_{V_2}^{z_{e_d}} /t_r/$$

wyznacza wartość elementarnego procesu technicznego czasu pracy komputera - zdarzenia elementowego $z_{e_d} \in E^{I}_{4Z}$ - w chwili $t_r \in \mathbb{T}/\$/$ czasu systemowego - całkowity czas poświęcony na obsługę techniczną danego komputera.

Wartość elementarnego procesu technicznego czasu pracy zdarzeń elementowych klasy repertuaru E^{I}_{4Z} w chwili $t_r \in \mathbb{T}/\$/$ czasu systemowego - wyznacza suma wartości elementarnych procesów technicznego czasu pracy zdarzeń elementowych tworzących tę klasę.

$$\mathcal{P}_{V_2}^{E^{I}_{4Z}} /t_r/ = \sum_{d=1}^{\overline{E}^{I}_{4Z}} \mathcal{P}_{V_2}^{z_{e_d}} /t_r/ = \sum_{i=1}^{2} \mathcal{P}_{v_{2,i}}^{E^{I}_{4Z}} /t_r/$$

wartość tego procesu jest całkowitym czasem obsługi technicznej wszystkich komputerów w $t_r \in \mathbb{T}/\$/$ chwili czasu systemowego.

Cecha $V_3^{z_{e_d}}$ - charakteryzuje czas przebiegów straconych pracy komputera wskutek błędów operatora, przekłamań maszyny, braku dopływu energii zasilania itp.

Dla każdej chwili $t_r \in \mathbb{T}/\$/$ czasu systemowego dana jest funkcja przyporządkowująca zdarzeniom elementowym $z_{e_d} \in E_{4Z}^{I}$ - komputerom wartość czasów przebiegów straconych.

$$\bigwedge_{t_r \in \mathbb{T}/\$/} \bigwedge_{z_{e_d} \in E_{4Z}^{I}} f_{t_r/V_3^{z_{e_d}}/} : V_3^{z_{e_d}} \longrightarrow \overline{V}_3^{z_{e_d}}$$

gdzie:

$f_{t_r/V_3^{z_{e_d}}/}$ - funkcja czasu przebiegów straconych zdarzenia elementowego $z_{e_d} \in E_{4Z}^{I}$;

$\overline{V}_3^{z_{e_d}}$ - wartość funkcji $f_{t_r/V_3^{z_{e_d}}/}$ - jest liczbą będącą miarą czasu przebiegów straconych - komputera - zdarzenia elementowego $z_{e_d} \in E_{4Z}^{I}$.

Wartość funkcji $\overline{V}_3^{z_{e_d}}$ - wyznacza wartość elementarnego procesu czasu przebiegów straconych - komputera - zdarzenia elementowego $z_{e_d} \in E_{4Z}^{I}$ w chwili $t_r \in \mathbb{T}/\$/$ czasu systemowego

$$\overline{V}_3^{z_{e_d}} = \mathcal{P}_{V_3^{z_{e_d}}/t_r/}$$

Wartości elementarnych procesów czasu przebiegów straconych komputera dla poszczególnych zdarzeń elementowych - komputerów - tworzących w chwili $t_r \in \mathbb{T}/\$/$ czasu systemowego klasę repertuaru E_{4Z}^{I} można ująć w macierz kolumnową:

$$\mathbb{M}_{\mathcal{P}_{V_3}^{E_{4Z}^{I}}/t_r/} = \begin{bmatrix} \mathcal{P}_{V_3}^{z_{e_1}} \\ \mathcal{P}_{V_3}^{z_{e_2}} \\ \vdots \\ \mathcal{P}_{V_3}^{z_{e_d}} \end{bmatrix} \qquad d = 1, \overline{E}_{4Z}^{I}$$

Suma elementów w kolumnie macierzy

$$\sum_{d=1}^{\overline{E}_{4Z}^{I}} \mathcal{P}_{V_3}^{z_{e_d}} = \mathcal{P}_{V_3}^{E_{4Z}^{I}/t_r/}$$

wyznacza wartość elementarnego procesu czasu przebiegów straconych klasy repertuaru - zdarzeń elementowych E^{I}_{4Z} - komputerów w chwili $t_r \in T/\$/$ czasu systemowego, łączny czas przebiegów straconych przez wszystkie komputery tworzące w chwili $t_r \in T/\$/$ repertuar E^{I}_{4Z}.

z_{e_d}

Cecha V_4 - charakteryzuje ogólny czas włączenia komputera.

Dla każdej chwili $t_r \in T/\$/$ czasu systemowego dla każdego zdarzenia elementowego $z_{e_d} \in E^{I}_{4Z}$ - możemy wyznaczyć wartość elementarnego procesu czasu ogólnego włączenia komputera wg wzoru

$$\mathcal{P}_{V_4}^{z_{e_d}}/t_r/ = \mathcal{P}_{V_1}^{z_{e_d}}/t_r/ + \mathcal{P}_{V_2}^{z_{e_d}}/t_r/ + \mathcal{P}_{V_3}^{z_{e_d}}/t_r/$$

wartości elementarnych procesów ogólnego czasu włączenia komputera dla poszczególnych zdarzeń elementowych - komputerów - tworzących w chwili $t_r \in T/\$/$ czasu systemowego klasę repertuaru E^{I}_{4Z} można ująć w macierz kolumnową

$$\mathbb{M}\mathcal{P}_{V_4}^{E^{I}_{4Z}}/t_r/ = \begin{bmatrix} \mathcal{P}_{V_4}^{z_{e_1}} \\ \mathcal{P}_{V_4}^{z_{e_2}} \\ \vdots \\ \mathcal{P}_{V_4}^{z_{e_d}} \end{bmatrix} \qquad d = 1, \overline{E}^{I}_{4Z}$$

Suma elementów w kolumnie macierzy

$$\sum_{d=1}^{\overline{E}^{I}_{4Z}} \mathcal{P}_{V_4}^{z_{e_d}} = \mathcal{P}_{V_4}^{E^{I}_{4Z}}/t_r/$$

wyznacza wartość elementarnego procesu czasu ogólnego włączenia komputerów klasy repertuaru zdarzeń elementowych $z_{e_d} \in E^{I}_{4Z}$ w chwili $t_r \in T/\$/$ czasu systemowego - łączny czas ogólnego włączenia wszystkich komputerów tworzących repertuar E^{I}_{4Z}.

Wartość tego procesu elementarnego można również wyznaczyć wg wzoru:

$$\mathcal{P}_{V_4}^{E_{4Z}^I}/t_r/ = \mathcal{P}_{V_1}^{E_{4Z}^I}/t_r/ + \mathcal{P}_{V_2}^{E_{4Z}^I}/t_r/ + \mathcal{P}_{V_3}^{E_{4Z}^I}/t_r/$$

Cecha $V_5^{z_{e_d}}$ - charakteryzuje współczynnik efektywnego wykorzystania komputera [133]

Dla każdej chwili $t_r \in \mathbb{T}/S/$ czasu systemowego, dla każdego zdarzenia elementowego $z_{e_d} \in E_{4Z}^I$ - możemy wyznaczyć wartość elementarnego procesu efektywnego wykorzystania komputera wg wzoru

$$\mathcal{P}_{V_5}^{z_{e_d}}/t_r/ = \frac{\mathcal{P}_{V_1}^{z_{e_d}}/t_r/}{\mathcal{P}_{V_4}^{z_{e_d}}/t_r/}; \qquad \mathcal{P}_{V_5}^{z_{e_d}}/t_r/ \leqslant 1$$

Wartość tego procesu mówi nam ile czasu pracy użytkowej /efektywnej/ przypada na jednostkę ogólnego czasu włączenia komputera - im wartość ta jest większa, tym również efektywność wykorzystania komputera jest większa.

Wartość elementarnego procesu efektywnego wykorzystania komputerów klasy repertuaru zdarzeń elementowych $z_{e_d} \in E_{4Z}^I$ w chwili $t_r \in \mathbb{T}/S/$ możemy wyznaczyć wg wzoru

$$\mathcal{P}_{V_5}^{E_{4Z}^I}/t_r/ = \frac{\mathcal{P}_{V_1}^{E_{4Z}^I}/t_r/}{\mathcal{P}_{V_4}^{E_{4Z}^I}/t_r/}$$

- charakteryzuje on efektywność wykorzystania wszystkich komputerów tworzących w chwili $t_r \in \mathbb{T}/S/$ klasę repertuaru E_{4Z}^I.

Istnieje również możliwość wyznaczenia średniej wartości elementarnego procesu efektywnego wykorzystania komputerów klasy repertuaru zdarzeń elementowych $z_{e_d} \in E_{4Z}^I$ w chwili $t_r \in \mathbb{T}/S/$

$$\mathcal{P}_{V_5}^{SR\,E_{4Z}^I}/t_r/ = \frac{\sum_{d=1}^{\overline{E}_{4Z}^I} \mathcal{P}_{V_5}^{z_{e_d}}/t_r/}{\overline{E}_{4Z}^I}$$

Wartość tego procesu charakteryzuje dla wszystkich komputerów klasy repertuaru E^{I}_{4Z} średni współczynnik ich efektywnego wykorzystania.

Cecha $V_6^{z_{e_d}}$ - charakteryzuje współczynnik zmianowości pracy komputera [133]

Dla każdej chwili $t_r \in \mathbb{T}/\$/$ czasu systemowego, dla każdego zdarzenia elementowego $z_{e_d} \in E^{I}_{4Z}$ - możemy wyznaczyć wartość elementarnego procesu zmianowości pracy komputera wg wzoru:

$$\mathcal{P}_{V_6}^{z_{e_d}/t_r/} = \frac{\mathcal{P}_{V_4}^{z_{e_d}/t_r/}}{N_{z_{e_d}/t_r/}} \; ; \quad \mathcal{P}_{V_6}^{z_{e_d}} \leqslant 1$$

Wartość tego procesu mówi nam ile czasu ogólnego włączenia komputera przypada na jednostkę czasu, w którym ten komputer powinien być na zmianie włączony - im wartość ta jest większa, tym efektywność wykorzystania komputera może być lepsza.

gdzie:

$\mathcal{P}_{V_4}^{z_{e_d}/t_r/}$ - wartość elementarnego procesu ogólnego czasu włączenia komputera;

$N_{z_{e_d}/t_r/}$ - nominalny czas pracy jednej zmiany - czas pracy jaki komputer powinien pracować - w chwili $t_r \in \mathbb{T}/\$/$ czasu systemowego.

Istnieje możliwość wyznaczenia również średniej wartości elementarnego procesu zmianowości pracy komputerów - klasy repertuaru zdarzeń elementowych $z_{e_d} \in E^{I}_{4Z}$ w chwili $t_r \in \mathbb{T}/\$/$ czasu systemowego:

$$\mathcal{P}_{V_6}^{SR\,E^{I}_{4Z}} = \frac{\sum_{d=1}^{\bar{E}^{I}_{4Z}} \mathcal{P}_{V_6}^{z_{e_d}/t_r/}}{\bar{E}^{I}_{4Z}}$$

Wartość tego procesu charakteryzuje dla wszystkich komputerów klasy repertuaru E^{I}_{4Z} średni współczynnik ich wykorzystania na zmianie.

Cecha $V_7^{z_{e_d}}$ - charakteryzuje współczynnik pracy wieloprogramowej [133]

Dla każdej chwili $t_r \in T/\$/$ czasu systemowego, dla każdego zdarzenia elementowego $z_{e_d} \in E^I_{4Z}$ - komputera - możemy wyznaczyć wartość elementarnego procesu pracy wieloprogramowej wg wzoru:

$$\mathcal{P}_{V_7}^{z_{e_d}}/t_r/ = \frac{K_w/t_r/}{\mathcal{P}_{V_1}^{z_{e_d}}/t_r/} \quad ;$$

gdzie:

$K_w/t_r/$ - łączny czas użytkowego wykorzystania komputera w chwili $t_r \in T/\$/$ czasu systemowego z uwzględnieniem pracy wieloprogramowej.

$$K_w/t_r/ = \sum_{i=1}^{I} \sum_{j=1}^{J} w_{rij} t_{zij}$$

gdzie:

w_{rij} - współczynnik redukcji czasu pobytu j-tego programu w i-tym seansie przetwarzania /wartości współczynnika zgodnie z Cennikiem na usługi informatyczne/;

t_{zij} - rzeczywisty /zegarowy/ czas przebywania w komputerze /minikomputerze/ j-tego programu w i-tym seansie przetwarzania;

I - łączna liczba seansów przetwarzania w chwili $t_r \in T/\$/$ czasu systemowego;

J - łączna liczba programów w i-tym seansie przetwarzania;

$\mathcal{P}_{V_1}^{z_{e_d}}/t_r/$ - wartość elementarnego procesu rzeczywistego czasu pracy zdarzenia elementowego $z_{e_d} \in E^I_{4Z}$ - komputera - w chwili $t_r \in T/\$/$ czasu systemowego.

Istnieje możliwość wyznaczenia średniej wartości elementarnego procesu pracy wieloprogramowej klasy repertuaru zdarzeń elementowych E^I_{4Z} w chwili $t_r \in T/\$/$ czasu systemowego:

$$\mathcal{P}_{V_7}^{SR^{E^I_{4Z}}} = \frac{\sum_{d=1}^{\bar{E}^I_{4Z}} \mathcal{P}_{V_7}^{z_{e_d}/t_r/}}{\bar{E}^I_{4Z}}$$

Wartość pełnego procesu klasy repertuaru zdarzeń elementowych E^I_{4Z} - techniki komputerowej w chwili $t_r \in T/\$/$ czasu systemowego opisują wartości procesów klasy repertuaru

$$\mathcal{P}_{W}^{E^I_{4Z}/t_r/} = \left\{ \mathcal{P}_{V}^{E^I_{4Z}/t_r/},\ \mathcal{P}_{V_{SR}}^{E^I_{4Z}/t_r/},\ \mathcal{P}_{V_G}^{E^I_{4Z}/t_r/} \right\}$$

gdzie:

$$\mathcal{P}_{V}^{E^I_{4Z}/t_r/} = \left\{ \mathcal{P}_{V_1}^{E^I_{4Z}/t_r/},\ \mathcal{P}_{V_2}^{E^I_{4Z}/t_r/},\ \mathcal{P}_{V_3}^{E^I_{4Z}/t_r/},\ \mathcal{P}_{V_4}^{E^I_{4Z}/t_r/},\ \mathcal{P}_{V_5}^{E^I_{4Z}/t_r/} \right\}$$

$$\mathcal{P}_{V_{SR}}^{E^I_{4Z}/t_r/} = \left\{ \mathcal{P}_{V_5}^{SR^{E^I_{4Z}}/t_r/},\ \mathcal{P}_{V_6}^{SR^{E^I_{4Z}}/t_r/},\ \mathcal{P}_{V_7}^{SR^{E^I_{4Z}}/t_r/} \right\}$$

$$\mathcal{P}_{V_G}^{E^I_{4Z}/t_r/} = \left\{ \mathcal{P}_{V_{1G}}^{E^I_{4Z}/t_r/},\ \mathcal{P}_{V_{2G}}^{E^I_{4Z}/t_r/} \right\}$$

4.3.6. Procesy klasy repertuaru rozwiązań informatycznych

Zdarzenia elementowe klasy repertuaru E^I_{5Z} - rozwiązań informatycznych charakteryzuje zbiór cech będących wielkościami mierzalnymi

$$W^{E^I_{5Z}} = \left\{ V_{1G}^{z_{e_f}},\ V_{2G}^{z_{e_f}},\ V_3^{z_{e_f}},\ V_4^{z_{e_f}},\ V_{5G}^{z_{e_f}} \right\};$$

gdzie: z_{e_f}

V_{1G} - koszt eksploatacji użytkowej rozwiązań informatycznych;

V_{2G} - efekty uzyskiwane w wyniku eksploatacji użytkowej rozwiązań informatycznych;

V_3 - efekty ekonomiczne uzyskiwane w wyniku eksploatacji rozwiązań informatycznych;

$V_4^{z_{ef}}$ - efektywność rozwiązań informatycznych;

$V_{5G}^{z_{ef}}$ - klasy zastosowań rozwiązań informatycznych.

Zmiany wartości cech charakteryzujących zdarzenia elementowe klasy repertuaru E_{5Z}^{I} - rozwiązania informatyczne - podczas trwania czasu systemowego nazywamy:

- elementarnym procesem /rodzajowym/ kosztu użytkowej eksploatacji rozwiązań informatycznych $\mathcal{P}_{V_{1G}}^{z_{ef}} \pi/s/$, / $\mathcal{P}_{V_1}^{z_{ef}} \pi/s/$;
- elementarnym procesem /rodzajowym/ efektów eksploatacji rozwiązań informatycznych $\mathcal{P}_{V_{2G}}^{z_{ef}} \pi/s/$;
- elementarnym procesem efektów ekonomicznych /rzeczywistych/ eksploatacji rozwiązań informatycznych $\mathcal{P}_{V_3}^{z_{ef}} \pi/s/$;
- elementarnym procesem efektywności rozwiązań informatycznych $\mathcal{P}_{V_4}^{z_{ef}} \pi/s/$;
- elementarnym procesem rodzajowym zastosowań rozwiązań informatycznych $\mathcal{P}_{V_{5G}}^{z_{ef}} \pi/s/$.

Proces zdarzenia elementowego $z_{ef} \in E_{5Z}^{I}$ - rozwiązania informatycznego - opisuje zbiór jego elementarnych procesów.

$$\mathcal{P}_{V}^{z_{ef}} \pi/s/ = \left\{ \mathcal{P}_{V_1}^{z_{ef}} \pi/s/,\ \mathcal{P}_{V_3}^{z_{ef}} \pi/s/,\ \mathcal{P}_{V_4}^{z_{ef}} \pi/s/ \right\};$$

Proces rodzajowy zdarzenia elementowego $z_{ef} \in E_{5Z}^{I}$ - rozwiązania informatycznego - opisuje zbiór jego elementarnych procesów rodzajowych

$$\mathcal{P}_{V_G}^{z_{ef}} \pi/s/ = \left\{ \mathcal{P}_{V_{1G}}^{z_{ef}} \pi/s/,\ \mathcal{P}_{V_{2G}}^{z_{ef}} \pi/s/,\ \mathcal{P}_{V_{5G}}^{z_{ef}} \pi/s/ \right\}$$

Pełny proces zdarzenia elementowego $z_{ef} \in E_{5Z}^{I}$ - rozwiązania informatycznego - opisuje zbiór procesów tego zdarzenia

$$\mathcal{P}_{W}^{z_{ef}} \pi/s/ = \left\{ \mathcal{P}_{V}^{z_{ef}} \pi/s/,\ \mathcal{P}_{V_G}^{z_{ef}} \pi/s/ \right\}$$

Pełny proces klasy repertuaru E^I_{5Z} - rozwiązań informatycznych - opisuje zbiór procesów zdarzeń elementowych tworzących klasę E^I_{5Z}

$$\mathcal{P}_W^{E^I_{5Z}} \mathbb{T}/\$/ = \left\{ \mathcal{P}_V^{E^I_{5Z}} \mathbb{T}/\$/,\ \mathcal{P}_{V_G}^{E^I_{5Z}} \mathbb{T}/\$/ \right\}$$

gdzie:

$$\mathcal{P}_V^{E^I_{5Z}} \mathbb{T}/\$/ = \left\{ \mathcal{P}_{V_1}^{E^I_{5Z}} \mathbb{T}/\$/,\ \mathcal{P}_{V_3}^{E^I_{5Z}} \mathbb{T}/\$/,\ \mathcal{P}_{V_4}^{E^I_{5Z}} \mathbb{T}/\$/ \right\} -$$

- proces klasy repertuaru zdarzeń E^I_{5Z};

$$\mathcal{P}_{V_G}^{E^I_{5Z}} \mathbb{T}/\$/ = \left\{ \mathcal{P}_{V_{1G}}^{E^I_{5Z}} \mathbb{T}/\$/,\ \mathcal{P}_{V_{2G}}^{E^I_{5Z}} \mathbb{T}/\$/,\ \mathcal{P}_{V_{5G}}^{E^I_{5Z}} \mathbb{T}/\$/ \right\} -$$

- proces rodzajowy klasy repertuaru zdarzeń E^I_{5Z}.

Cecha $V_{1G}^{z_{e_f}}$ - charakteryzująca koszt użytkowej eksploatacji rozwiązań informatycznych systemu - zdarzeń elementowych $z_{e_f} \in E^I_{5Z}$ - składa się z grup rodzajowych:

$$V_{1G}^{z_{e_f}} = \left\{ v_{1,1}^{z_{e_f}},\ v_{1,2}^{z_{e_f}} \right\}$$

gdzie:

$v_{1,1}^{z_{e_f}}$ - koszt projektowania /zakupu, modyfikacji/ i wdrażania rozwiązania informatycznego;

$v_{1,2}^{z_{e_f}}$ - koszt eksploatacji użytkowej rozwiązania informatycznego.

Dla każdej chwili $t_r \in \mathbb{T}/\$/$ czasu systemowego dany jest zbiór funkcji przyporządkowujących zdarzeniom elementowym klasy repertuaru E^I_{5Z} - rozwiązaniom informatycznym - wartości kosztów w poszczególnych grupach rodzajowych:

$$\bigwedge_{t_r \mathbb{T}/\$/} \bigwedge_{z_{e_f} \in E^I_{5Z}} f_{t_r}/V_{1G}^{z_{e_f}}/ = \left\{ f_{t_r}/v_{1,1}^{z_{e_f}}/,\ f_{t_r}/v_{1,2}^{z_{e_f}}/ \right\}$$

gdzie:

$f_{t_r}/v_{1,1}^{z_{e_f}}/ : v_{1,1}^{z_{e_f}} \rightarrow \overline{v}_{1,1}^{z_{e_f}}$ - funkcja kosztów projektowania i wdrażania rozwiązania informatycznego - $z_{e_f} \in E^I_{5Z}$ uwzględniająca:

- koszty osobowe poniesione na projektowanie i wdrażanie rozwiązania informatycznego,

- koszty techniczne poniesione z tytułu zastosowania elektronicznej techniki obliczeniowej w procesie projektowania i wdrażania oraz zakupu dodatkowego sprzętu informatycznego;
- koszty specjalne - nie uwzględniane w ww kosztach a poniesione podczas projektowania i wdrażania rozwiązań informatycznych,
- wartość odpisu amortyzacyjnego;

$\bar{v}_{1,1}^{z_{ef}}$ - wartość funkcji $f_{t_r}/v_{1,1}^{z_{ef}}/$ - liczba będąca miarą kosztów projektowania i wdrażania rozwiązania informatycznego $z_{ef} \in E^I_{5Z}$ w chwili $t_r \in \mathbb{T}/\$/$ czasu systemowego z uwzględnieniem odpisu amortyzacyjnego:

$f_{t_r}/v_{1,2}^{z_{ef}}/: v_{1,2}^{z_{ef}} \longrightarrow \bar{v}_{1,2}^{z_{ef}}$ - funkcja kosztów eksploatacji rozwiązania informatycznego $z_{ef} \in E^I_{5Z}$ uwzględniająca:

- koszt pracy zestawu komputerowego;
- koszt przygotowania maszynowych nośników informacji;
- koszty inne - nie uwzględnione w ww kosztach a poniesione w chwili $t_r \in \mathbb{T}/\$/$ czasu systemowego na eksploatację rozwiązania informatycznego;

$\bar{v}_{1,2}^{z_{ef}}$ - wartość funkcji $f_{t_r}/v_{1,2}^{z_{ef}}/$ - liczba będąca miarą kosztów eksploatacji rozwiązania informatycznego $z_{ef} \in E^I_{5Z}$ w chwili $t_r \in \mathbb{T}/\$/$ czasu systemowego.

Wartości funkcji $f_{t_r}/V_{1G}^{z_{ef}}/$ wyznaczają wartości elementarnego procesu rodzajowego kosztów użytkowej eksploatacji rozwiązania informatycznego

$$\mathcal{P}_{V_{1G}}^{z_{ef}} = \left\{ \mathcal{P}_{v_{1,1}}^{z_{ef}}/t_r/;\ \mathcal{P}_{v_{1,2}}^{z_{ef}}/t_r/ \right\}$$

gdzie: $\bar{v}_{1,1}^{z_{ef}} = \mathcal{P}_{v_{1,1}}^{z_{ef}}/t_r/$ a $\bar{v}_{1,2}^{z_{ef}} = \mathcal{P}_{v_{1,2}}^{z_{ef}}/t_r/$

Wartości elementarnych procesów rodzajowych kosztów użytkowej eksploatacji rozwiązań informatycznych - zdarzeń elementowych tworzących w chwili $t_r \in \mathbb{T}/\$/$ czasu systemowego klasę repertuaru

zdarzeń E^{I}_{5Z} - można zestawić w macierz $M_{V_{1G}}^{E^{I}_{5Z}}/t_r/$

V_{1G} \ $E^{I_r}_{5Z}$	z_{e_f} $v_{1,1}$	z_{e_f} $v_{1,2}$	$\sum_{i=1}^{2} \mathcal{P}_{v_{1,i}}^{z_{e_f}}$
z_{e_1}	$\mathcal{P}_{v_{1,1}}^{z_{e_1}}$	$\mathcal{P}_{v_{1,2}}^{z_{e_1}}$	$\mathcal{P}_{v_1}^{z_{e_1}}$
z_{e_2}	$\mathcal{P}_{v_{1,1}}^{z_{e_2}}$		$\mathcal{P}_{v_1}^{z_{e_2}}$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
z_{e_f}	$\mathcal{P}_{v_{1,1}}^{z_{e_f}}$	$\mathcal{P}_{v_{1,2}}^{z_{e_f}}$	$\mathcal{P}_{v_1}^{z_{e_f}}$
$\sum_{f=1}^{\bar{E}^{I}_{5Z}} \mathcal{P}_{v_{1,i}}^{z_{e_f}}$	$\mathcal{P}_{v_{1,1}}^{E^{I_r}_{5Z}}$	$\mathcal{P}_{v_{1,2}}^{E^{I_r}_{5Z}}$	$\mathcal{P}_{v_1}^{E^{I_r}_{5Z}}$

$$M_{V_{1G}}^{E^{I}_{5Z}}/t_r/ =$$

Suma elementów w kolumnach macierzy:

$$\sum_{f=1}^{\bar{E}^{I}_{5Z}} \mathcal{P}_{v_{1,i}}^{z_{e_f}} = \mathcal{P}_{v_{1,i}}^{E^{I}_{5Z}}/t_r/$$

wyznacza wartość elementarnego procesu rodzajowego kosztów użytkowej eksploatacji rozwiązań informatycznych w grupie rodzajowej - klasy repertuaru zdarzeń E^{I}_{5Z} w chwili $t_r \in \mathbb{T}/S/$ czasu systemowego.

Wartość elementarnego procesu rodzajowego kosztów eksploatacji użytkowej rozwiązań informatycznych - wg grup rodzajowych - wyrażają elementy wiersza sum macierzy $M_{V_{1G}}^{E^{I}_{5Z}}/t_r/$

$$\mathcal{P}_{V_{1G}}^{E^{I}_{5Z}}/t_r/ = \left\{ \mathcal{P}_{v_{1,1}}^{E^{I}_{5Z}}/t_r/;\ \mathcal{P}_{v_{1,2}}^{E^{I}_{5Z}}/t_r/ \right\}$$

Suma elementów w wierszach macierzy

$$\sum_{i=1}^{2} \mathcal{P}_{v_{1,i}}^{z_{e_f}} = \mathcal{P}_{V_1}^{z_{e_f}}/t_r/$$

wyznacza wartość elementarnego procesu kosztów eksploatacji użytkowej rozwiązania informatycznego - zdarzenia elementowego $z_{e_f} \in E^I_{5Z}$ w chwili $t_r \in \mathbb{T}/\$/$ czasu systemowego - koszt projektowania /eksploatacji/ rozwiązania informatycznego w danej chwili czasu systemowego.

Wartość elementarnego procesu kosztów eksploatacji użytkowej klasy repertuaru rozwiązań informatycznych - zdarzeń elementowych $z_{e_f} \in E^I_{5Z}$ w chwili $t_r \in \mathbb{T}/\$/$ czasu systemowego - wyznacza suma wartości elementarnych procesów kosztów eksploatacji użytkowej rozwiązań informatycznych tworzących tę klasę

$$\mathcal{P}_{v_1}{}^{E^I_{5Z}}/t_r/ = \sum_{f=1}^{E^I_{5Z}} \mathcal{P}_{v_1}{}^{z_{e_f}}/t_r/ = \mathcal{P}_{v_{1,1}}{}^{E^I_{5Z}}/t_r/ + \mathcal{P}_{v_{1,2}}{}^{E^I_{5Z}}/t_r/$$

gdzie: $\mathcal{P}_{v_1}{}^{E^I_{5Z}}/t_r/$ - wartość kosztów jakie w danej chwili czasu systemowego /danym roku/ poniesiono na projektowanie, wdrażanie oraz eksploatację użytkową wszystkich rozwiązań informatycznych stanu systemu.

Cecha $V_{2G}{}^{z_{e_f}}$ - charakteryzuje rodzaje efektów uzyskiwane w wyniku eksploatacji użytkowej rozwiązań informatycznych, zdarzeń elementowych klasy repertuaru E^I_{5Z} - składa się z grup rodzajowych:

$$V_{2G}{}^{z_{e_f}} = \left\{ v_{2,1}{}^{z_{e_f}}, v_{2,2}{}^{z_{e_f}}, \dots v_{2,i}{}^{z_{e_f}} \right\}; \qquad i = \overline{1,8}$$

gdzie: $v_{2,1}{}^{z_{e_f}}$ - zmniejszenie zatrudnienia;

$v_{2,2}{}^{z_{e_f}}$ - skrócenie czasu realizacji procesów informacyjnych;

$v_{2,3}{}^{z_{e_f}}$ - usprawnienie struktury organizacyjno-funkcjonalnej i informacyjnej systemu kierowania /dowodzenia/;

$v_{2,4}{}^{z_{e_f}}$ - dostarczanie organom kierowania /dowodzenia/ jakościowo nowych informacji- których nie otrzymywano metodami tradycyjnymi, a które uzyskuje się dzięki eksploatacji użytkowej rozwiązania informatycznego;

$v_{2,5}{}^{z_{e_f}}$ - efekty jednorazowe - efekty, które ujawnione są na etapie eksploatacji użytkowej rozwiązań informatycznych. W tej grupie rodzajowej efektów wyróżnia się między innymi:

- zagospodarowanie ujawnionych zbędnych i nadmiernych zapasów;

- zagospodarowanie powierzchni magazynowej powstałej po upłynnieniu zbędnych i nadmiernych zapasów itp.;

$v_{2,6}^{z_{e_f}}$ - efekty rzeczywiste - efekty ekonomiczne /np.zmniejszenie zatrudnienia/ uzyskane po wdrożeniu do eksploatacji użytkowej rozwiązania informatycznego;

$v_{2,7}^{z_{e_f}}$ - efekty potencjalne - efekty związane ze zmniejszeniem pracochłonności realizacji zadań przez organ systemu kierowania przy nie zmniejszonej obsadzie etatowej po wdrożeniu do eksploatacji użytkowej rozwiązania informatycznego;

$v_{2,8}^{z_{e_f}}$ - efekty hipotetyczne - zwiększenie zakresu realizowanych zadań przez organ systemu kierowania będący użytkownikiem rozwiązania informatycznego /np. zwiększenie ilości księgowanych nomenklatur itp./ przy nie zmienionej obsadzie etatowej.

Dla każdej chwili $t_r \in T/\$/$ czasu systemowego, dla każdego zdarzenia elementowego $z_{e_f} \in E^I_{5Z}$ - rozwiązania informatycznego - określona jest relacja efektów $R_{Et_r}^{z_{e_f}}$

$$E^I_{5Z} \; R_{Et_r}^{z_{e_f}} \; V_{2G}^{z_{e_f}} \equiv R_{Et_r}^{z_{e_f}} \subset E^I_{5Z} \times V_{2G}^{z_{e_f}}$$

Przyporządkowuje ona każdemu elementowi repertuaru rozwiązań informatycznych rodzaj uzyskiwanych efektów.

Relację $R_{Et_r}^{z_{e_f}}$ możemy przedstawić za pomocą macierzy sprzężeń - macierzy efektów $M_{V_{2G}}^{E^I_{5Z}}/t_r/$ - rozwiązań informatycznych $z_{e_f} \in E^I_{5Z}$, w której:

- wiersze reprezentują zdarzenia elementowe klasy repertuaru rozwiązań informatycznych E^I_{5Z} w chwili $t_r \in T/\$/$ czasu systemowego;
- kolumny reprezentują elementy zbioru $V_{2G}^{z_{e_f}}$ - grupy rodzajowe uzyskiwanych efektów:

$$M^{E^{I}_{5Z}}_{V_{2G}}/t_r/ =$$

$E^{I_r}_{5Z}$ \ z_{e_f} V_{2G}	z_{e_f} $v_{2,1}$,	z_{e_f} $v_{2,2}$,	...	z_{e_f} $v_{2,i}$
z_{e_1}	z_{e_1} $R_{2,1}$	z_{e_1} $R_{2,2}$	...	z_{e_1} $R_{2,i}$
z_{e_2}	z_{e_2} $R_{2,1}$			
z_{e_3}	z_{e_3} $R_{2,1}$			
...	...			
z_{e_f}	z_{e_f} $R_{2,1}$	.....		z_{e_f} $R_{2,i}$
$\overline{E}^{I}_{5Z}$ $\sum_{f=1}$ z_{e_f} $R_{2,i}$	$E^{I_r}_{5Z}$ $R_{2,1}$	$E^{I_r}_{5Z}$ $R_{2,2}$	.....	$E^{I_r}_{5Z}$ $R_{2,i}$

Elementy macierzy mogą przyjmować wartości:

$$R^{z_{e_f}}_{2,i} = \begin{cases} 1 - \text{w przypadku gdy w wyniku eksploatacji rozwiązania informatycznego } z_{e_f} \in E^{I}_{5Z} \text{ uzyskuje się efekty w } v^{z_{e_f}}_{2,i} \in V_{2G}^{z_{e_f}} \text{ - grupie rodzajowej;} \\ 0 - \text{w przeciwnym przypadku.} \end{cases}$$

Wiersz macierzy efektów opisuje wartość elementarnego procesu rodzajowego efektów eksploatacji rozwiązania informatycznego w poszczególnych grupach rodzajowych.

$$\mathcal{P}_{V_{2G}}{}^{z_{e_f}}/t_r/ = \left\{ \mathcal{P}_{v_{2,1}}{}^{z_{e_f}}/t_r/,\ \mathcal{P}_{v_{2,2}}{}^{z_{e_f}}/t_r/,\ \ldots \mathcal{P}_{v_{2,i}}{}^{z_{e_f}}/t_r/ \right\}$$

gdzie: $\mathcal{P}_{v_{2,i}}{}^{z_{e_f}}/t_r/ = R^{z_{e_f}}_{2,i}$ - wartość elementarnego procesu rodzajowego efektów eksploatacji $z_{e_f} \in E^{I}_{5Z}$ z_{e_f} rozwiązania informatycznego w $v^{z_{e_f}}_{2,i} \in V_{2G}$ grupie rodzajowej.

Suma elementów w kolumnach macierzy:

$$\sum_{f=1}^{E^I_{5Z}} {}^{z_{e_f}}R_{2,i} = \mathcal{P}_{v_{2,i}}{}^{E^I_{5Z}}/t_r/$$

wyznacza wartość elementarnego procesu rodzajowego efektów eksploatacji klasy repertuaru rozwiązań informatycznych - w grupie rodzajowej - w chwili $t_r \in \mathbb{T}/S/$.

$\mathcal{P}_{v_{2,i}}{}^{E^I_{5Z}}/t_r/$ - jest liczbą wszystkich rozwiązań informatycznych stanu systemu, których eksploatacja użytkowa pozwoliła na uzyskanie efektów w danej grupie rodzajowej.

Wartość elementarnego procesu rodzajowego efektów eksploatacji klasy repertuaru rozwiązań informatycznych stanu systemu - wg grup rodzajowych - opisują elementy wiersza sum macierzy efektów ${}^{E^I_{5Z}}M_{V_{2G}}/t_r/$

$$\mathcal{P}_{V_{2G}}{}^{E^I_{5Z}}/t_r/ = \left\{\mathcal{P}_{v_{2,1}}{}^{E^I_{5Z}}/t_r/, \mathcal{P}_{v_{2,2}}{}^{E^I_{5Z}}/t_r/, \ldots \mathcal{P}_{v_{2,i}}{}^{E^I_{5Z}}/t_r/\right\}$$

Cecha $V_3{}^{z_{e_f}}$ charakteryzuje wartość efektów ekonomicznych /rzeczywistych/ uzyskiwanych w wyniku eksploatacji użytkowej rozwiązań informatycznych - zdarzeń elementowych klasy repertuaru E^I_{5Z}.

Dla każdej chwili $t_r \in \mathbb{T}/S/$ czasu systemowego dana jest funkcja przyporządkowująca zdarzeniom elementowym $z_{e_f} \in E^I_{5Z}$ - rozwiązaniom informatycznym - wartości uzyskiwanych w wyniku ich eksploatacji użytkowej efektów ekonomicznych /rzeczywistych/.

$$\bigwedge_{t_r \in \mathbb{T}/S/} \bigwedge_{z_{e_f} \in E^I_{5Z}} f_{t_r}/V_3{}^{z_{e_f}}/ : V_3{}^{z_{e_f}} \longrightarrow \bar{V}_3{}^{z_{e_f}}$$

gdzie:

$f_{t_r}/V_3{}^{z_{e_f}}/$ - funkcja efektów ekonomicznych zdarzenia elementowego $z_{e_f} \in E^I_{5Z}$ - rozwiązania informatycznego.

$\bar{V}_3^{z_{e_f}}$ - wartość funkcji $f_{t_r}/V_3^{z_{e_f}}/$ - liczba będąca miarą efektów ekonomicznych /rzeczywistych/ rozwiązania informatycznego $z_{e_f} \in E^I_{5Z}$.

Wartość funkcji $\bar{V}_3^{z_{e_f}}$ - wyznacza wartość elementarnego procesu efektów ekonomicznych /rzeczywistych/ uzyskiwanych w wyniku eksploatacji użytkowej zdarzenia elementowego $z_{e_f} \in E^I_{5Z}$ - rozwiązania informatycznego - w chwili $t_r \in \mathbb{T}/S/$ czasu systemowego

$$V_3^{z_{e_f}} = \mathcal{P}_{V_3}^{z_{e_f}}/t_r/$$

Wartości elementarnych procesów efektów ekonomicznych /rzeczywistych/ zdarzeń elementowych - rozwiązań informatycznych - tworzących w chwili $t_r \in \mathbb{T}/S/$ czasu systemowego klasę repertuaru E^I_{5Z} można ująć w macierz kolumnową:

$$M_{\mathcal{P}_{V_3}}^{E^I_{5Z}}/t_r/ = \begin{vmatrix} \mathcal{P}_{V_3}^{z_{e_1}} \\ \mathcal{P}_{V_3}^{z_{e_2}} \\ \vdots \\ \mathcal{P}_{V_3}^{z_{e_f}} \end{vmatrix} \qquad f = 1, \bar{E}^I_{5Z}$$

Suma elementów w kolumnie macierzy:

$$\sum_{f=1}^{\bar{E}^I_{5Z}} \mathcal{P}_{V_3}^{z_{e_f}} = \mathcal{P}_{V_3}^{E^I_{5Z}}/t_r/$$

wyznacza wartość elementarnego procesu efektów ekonomicznych /rzeczywistych/ klasy repertuaru zdarzeń elementowych E^I_{5Z} - - rozwiązań informatycznych - w chwili $t_r \in \mathbb{T}/S/$ czasu systemowego - wartość uzyskanych w wyniku eksploatacji użytkowej wszystkich rozwiązań informatycznych stanu systemu efektów ekonomicznych.

Cecha $V_4^{z_{e_f}}$ - charakteryzuje efektywność rozwiązań informatycznych - zdarzeń elementowych klasy repertuaru E^I_{5Z}.

Dla każdej chwili $t_r \in \mathbb{T}/S/$ czasu systemowego, dla każdego zdarzenia elementowego $z_{e_f} \in E^I_{5Z}$ - rozwiązania informatycznego - możemy wyznaczyć wartość elementarnego procesu efektywności rozwiązań informatycznych wg wzoru

$$\mathcal{P}_{V_4}^{z_{e_f}}/t_r/ = \frac{\mathcal{P}_{V_3}^{z_{e_f}}/t_r/}{\mathcal{P}_{V_1}^{z_{e_f}}/t_r/}$$

gdzie: $\mathcal{P}_{V_3}^{z_{e_f}}/t_r/$ - wartość elementarnego procesu efektów ekonomicznych rozwiązania informatycznego $z_{e_f} \in E^I_{5Z}$ w chwili $t_r \in \mathbb{T}/S/$ czasu systemowego;

$\mathcal{P}_{V_1}^{z_{e_f}}/t_r/$ - wartość elementarnego procesu kosztów eksploatacji użytkowej rozwiązania informatycznego $z_{e_f} \in E^I_{5Z}$ w chwili $t_r \in \mathbb{T}/S/$ czasu systemowego.

Wartość elementarnego procesu efektywności klasy repertuaru zdarzeń elementowych $z_{e_f} \in E^I_{5Z}$ - rozwiązań informatycznych - w chwili $t_r \in \mathbb{T}/S/$ czasu systemowego wyznaczamy wg wzoru:

$$\mathcal{P}_{V_4}^{E^I_{5Z}}/t_r/ = \frac{\mathcal{P}_{V_3}^{E^I_{5Z}}/t_r/}{\mathcal{P}_{V_1}^{E^I_{5Z}}/t_r/}$$

Cecha $V_{5G}^{z_{e_f}}$ - charakteryzuje klasy zastosowań rozwiązań informatycznych - zdarzeń elementowych klasy repertuaru E^I_{5Z} - składa się z grup rodzajowych.

$$V_{5G}^{z_{e_f}} = \left\{ v_{5,1}^{z_{e_f}}, v_{5,2}^{z_{e_f}}, \ldots v_{5,i}^{z_{e_f}} \right\} \qquad i = \overline{1,6}$$

gdzie: $v_{5,1}^{z_{e_f}}$ - automatyzacja polowego systemu dowodzenia wojskami;

$v_{5,2}^{z_{e_f}}$ - automatyzacja systemów dowodzenia rodzajów wojsk i służb;

$v_{5,3}^{z_{e_f}}$ - automatyzacja procesów sterowania środkami walki;

$v_{5,4}^{z_{e_f}}$ - informatyzacja terytorialnego systemu kierowania siłami zbrojnymi;

$v_{5,5}^{z_{e_f}}$ - automatyzacja prac inżynierskich i obliczeń naukowo-technicznych;

$v_{5,6}^{z_{e_f}}$ - informatyczne wspieranie procesów dydaktycznych.

Dla każdej chwili $t_r \in \mathbb{T}/S/$ czasu systemowego, dla każdego zdarzenia elementowego $z_{o_f} \in E_{5Z}^{I}$ - rozwiązania informatycznego - określona jest relacja zastosowań $R_{z t_r}^{z_{o_f}}$, która przyporządkowuje rozwiązanie informatyczne do określonej klasy zastosowań.

$$E_{5Z}^{I} \; R_{z t_r}^{z_{e_f}} \; V_{5G}^{z_{e_f}} \equiv R_{z t_r}^{z_{o_f}} \subset E_{5Z}^{I} \times V_{5G}^{z_{e_f}}$$

Relację $R_{z t_r}^{z_{e_f}}$ możemy przedstawić za pomocą macierzy sprzężeń - macierzy zastosowań $M_{V_{5G}}^{E_{5Z}^{I}}/t_r/$ rozwiązań informatycznych $z_{e_f} \in E_{5Z}^{I}$, w której:

- wiersze reprezentują zdarzenia elementowe klasy repertuaru rozwiązań informatycznych E_{5Z}^{I} w chwili $t_r \in \mathbb{T}/S/$ czasu systemowego;
- kolumny reprezentują elementy zbioru $V_{5G}^{z_{o_f}}$ - klasy zastosowań rozwiązań informatycznych.

$M_{V_{5G}}^{E_{5Z}^{I}}/t_r/ =$

$E_{5Z}^{I_r}$ / $V_{5G}^{z_{e_f}}$	$v_{5,1}^{z_{e_f}}$	$v_{5,2}^{z_{e_f}}$	...	$v_{5,i}^{z_{e_f}}$
z_{e_1}	$R_{5,1}^{z_{e_1}}$	$R_{5,2}^{z_{e_f}}$	...	$R_{5,i}^{z_{e_1}}$
z_{e_1}	$R_{5,1}^{z_{e_2}}$			
.	.			.
.	.			.
.	.			.
z_{e_f}	$R_{5,1}^{z_{e_f}}$			$R_{5,i}^{z_{e_f}}$
$\sum_{f=1}^{\bar{E}_{5Z}^{I}} R_{5,i}^{z_{e_f}}$	$R_{5,1}^{E_{5Z}^{I_r}}$	. . . . .		$R_{5,i}^{E_{5Z}^{I_r}}$

Elementy macierzy mogą przyjmować wartości:

$$R_{5,i}^{z_{e_f}} = \begin{cases} 1 - \text{w przypadku gdy } z_{e_f} \in E_{5Z}^{I} \text{ rozwiązanie informatyczne} \\ \quad \text{zostało zaliczone do } v_{5,i}^{z_{e_f}} \in V_{5G}^{z_{e_f}} \text{ klasy zastosowań.} \\ \quad R_{5,i}^{z_{e_f}} = \mathcal{P}_{v_{5,i}}^{z_{e_f}}/t_r/ - \text{wartość elementarnego procesu} \\ \quad \text{rodzajowego zastosowań rozwiązania informatycznego.} \\ 0 - \text{w przeciwnym przypadku.} \end{cases}$$

Suma elementów w kolumnach macierzy:

$$\sum_{f=1}^{E_{5Z}^{I}} R_{5,i}^{z_{e_f}} = \mathcal{P}_{v_{5,i}}^{E_{5Z}^{I}}/t_r/$$

wyznacza wartość elementarnego procesu rodzajowego zastosowań rozwiązań informatycznych klasy repertuaru zdarzeń elementowych E_{5Z}^{I} - w grupie rodzajowej w chwili $t_r \in \mathbb{T}/S/$ czasu systemowego.

$\mathcal{P}_{v_{5,i}}^{z_{e_f}}/t_r/$ - jest liczbą mówiącą o tym ile rozwiązań informatycznych klasy repertuaru zdarzeń elementowych E_{5Z}^{I} w chwili $t_r \in \mathbb{T}/S/$ czasu systemowego zostało zaliczonych do $v_{5,i}^{z_{e_f}} \in V_{5G}$ klasy zastosowań.

Wartość elementarnego procesu rodzajowego zastosowań rozwiązań informatycznych klasy repertuaru E_{5Z}^{I} - wg klas zastosowań - opisują elementy wiersza sum macierzy $M_{V_{5G}}^{E_{5Z}^{I}}/t_r/$

$$\mathcal{P}_{V_{5G}}^{E_{5Z}^{I}}/t_r/ = \left\{ \mathcal{P}_{v_{5,1}}^{E_{5Z}^{I}}/t_r/,\ \mathcal{P}_{v_{5,2}}^{E_{5Z}^{I}}/t_r/,\ \ldots\ \mathcal{P}_{v_{5,i}}^{E_{5Z}^{I}}/t_r/ \right\}$$

Wartość pełnego procesu klasy repertuaru zdarzeń elementowych E_{5Z}^{I} - rozwiązań informatycznych - w chwili $t_r \in \mathbb{T}/S/$ czasu systemowego opisują wartości procesów klasy repertuaru:

$$\mathcal{P}_{W}^{E_{5Z}^{I}}/t_r/ = \left\{ \mathcal{P}_{V}^{E_{5Z}^{I}}/t_r/,\ \mathcal{P}_{V_G}^{E_{5Z}^{I}}/t_r/ \right\}$$

gdzie: $\mathcal{P}_{V}^{E_{5Z}^{I}}/t_r/ = \left\{ \mathcal{P}_{V_1}^{E_{5Z}^{I}}/t_r/,\ \mathcal{P}_{V_3}^{E_{5Z}^{I}}/t_r/,\ \mathcal{P}_{V_4}^{E_{5Z}^{I}}/t_r/ \right\}$ - wartość procesu klasy repertuaru rozwiązań informatycznych;

$$\mathcal{P}_{V_G}^{E^I_{5Z}}/t_r/ = \left\{ \mathcal{P}_{V_{1G}}^{E^I_{5Z}}/t_r/,\ \mathcal{P}_{V_{2G}}^{E^I_{5Z}}/t_r/,\ \mathcal{P}_{V_{5G}}^{E^I_{5Z}}/t_r/ \right\}$$ - wartość procesu rodzajowego klasy repertuaru rozwiązań informatycznych.

4.3.7. Pełny proces systemu

Pełny proces systemu informatyzacji opisuje zbiór pełnych procesów klas repertuarów zdarzeń elementowych tworzących repertuar maksymalny systemu.

$$\mathcal{P}^{E^I_Z}\mathbb{T}/\$/ = \left\{ \mathcal{P}_{\mathbb{V}}^{E^I_{1Z}}\mathbb{T}/\$/,\ \mathcal{P}_{\mathbb{V}}^{E^I_{2Z}}\mathbb{T}/\$/,\ \mathcal{P}_{\mathbb{V}}^{E^I_{3Z}}\mathbb{T}/\$/,\ \mathcal{P}_{\mathbb{V}}^{E^I_{4Z}}\mathbb{T}/\$/,\ \mathcal{P}_{\mathbb{V}}^{E^I_{5Z}}\mathbb{T}/\$/ \right\}$$

gdzie:

$\mathcal{P}_{\mathbb{V}}^{E^I_{1Z}}\mathbb{T}/\$/$ - pełny proces klas repertuaru E^I_{1Z} - centralny organ systemu;

$\mathcal{P}_{\mathbb{V}}^{E^I_{2Z}}\mathbb{T}/\$/$ - pełny proces klasy repertuaru E^I_{2Z} - organów sztabowych systemu;

$\mathcal{P}_{\mathbb{V}}^{E^I_{3Z}}\mathbb{T}/\$/$ - pełny proces klasy repertuaru E^I_{3Z} - organów wykonawczych systemu;

$\mathcal{P}_{\mathbb{V}}^{E^I_{4Z}}\mathbb{T}/\$/$ - pełny proces klasy repertuaru E^I_{4Z} - techniki komputerowej /minikomputerowej/;

$\mathcal{P}_{\mathbb{V}}^{E^I_{5Z}}\mathbb{T}/\$/$ - pełny proces klasy repertuaru E^I_{5Z} - rozwiązań informatycznych.

Wartość pełnego procesu systemu informatyzacji w chwili $t_r \in \mathbb{T}/\$/$ czasu systemowego - w r-tym stanie systemu - wyznaczają wartości pełnych procesów klas repertuarów zdarzeń elementowych tworzących repertuar maksymalny systemu:

$$\mathcal{P}^{E^I_Z}/t_r/ = \left\{ \mathcal{P}_{\mathbb{V}}^{E^I_{1Z}}/t_r/,\ \mathcal{P}_{\mathbb{V}}^{E^I_{2Z}}/t_r/,\ \mathcal{P}_{\mathbb{V}}^{E^I_{3Z}}/t_r/,\ \mathcal{P}_{\mathbb{V}}^{E^I_{4Z}}/t_r/,\ \mathcal{P}_{\mathbb{V}}^{E^I_{5Z}}/t_r/ \right\}$$

gdzie:

$\mathcal{P}_{\mathbb{V}}^{E^I_{1Z}}/t_r/$ - wartość pełnego procesu klasy repertuaru E^I_{1Z} - centralnego organu systemu - w chwili $t_r \in \mathbb{T}/\$/$ czasu systemowego;

$\mathcal{P}_{W}^{E^{I}_{2Z}}/t_r/$ - wartość pełnego procesu klasy repertuaru E^{I}_{2Z} - organów sztabowych systemu - w chwili $t_r \in \mathbb{T}/\mathbb{S}/$ czasu systemowego;

$\mathcal{P}_{W}^{E^{I}_{3Z}}/t_r/$ - wartość pełnego procesu klasy repertuaru E^{I}_{3Z} - organów wykonawczych systemu - w chwili $t_r \in \mathbb{T}/\mathbb{S}/$ czasu systemowego;

$\mathcal{P}_{W}^{E^{I}_{4Z}}/t_r/$ - wartość pełnego procesu klasy repertuaru E^{I}_{4Z} - techniki komputerowej /minikomputerowej/ - w chwili $t_r \in \mathbb{T}/\mathbb{S}/$ czasu systemowego;

$\mathcal{P}_{W}^{E^{I}_{5Z}}/t_r/$ - wartość pełnego procesu klasy repertuaru E^{I}_{5Z} - rozwiązań informatycznych - w chwili $t_r \in \mathbb{T}/\mathbb{S}/$ czasu systemowego.

4.4. Rozwój systemu

Zgodnie z przyjętą procedurą badawczą modelowania systemu informatyzacji wyróżnić możemy:

- opis strukturalny stanu systemu:

$$\mathbb{S}^{I}_{S}/t_r/ = < /\mathbb{E}^{I}_{Z_r}, \ \mathbb{E}^{I}_{RZ_r}/, \ \mathbb{C}^{I}_{r} >$$

gdzie:

$\mathbb{E}^{I}_{Z_r}$ - maksymalny repertuar zdarzeń elementowych systemu w chwili $t_r \in \mathbb{T}/\mathbb{S}/$ czasu systemowego;

$\mathbb{E}_{RZ_r}$ - maksymalny repertuar zdarzeń relacyjnych systemu w chwili $t_r \in \mathbb{T}/\mathbb{S}/$ czasu systemowego;

$\mathbb{C}^{I}_{r}$ - zbiór charakterystyk strukturalnych systemu w chwili $t_r \in \mathbb{T}/\mathbb{S}/$ czasu systemowego.

oraz

- opis funkcjonalny stanu systemu

$$\mathbb{S}^{I}_{F}/t_r/ = < \mathcal{P}^{\mathbb{E}^{I}_{Z_r}}, \ \mathbb{E}^{I}_{RZ_r} >$$

gdzie:

$\mathcal{P}^{\mathbb{E}^{I}_{Z}} \equiv \mathcal{P}^{\mathbb{E}^{I}_{Z}}/t_r/$ - wartość pełnego procesu systemu informatyzacji w chwili $t_r \in \mathbb{T}/\mathbb{S}/$ czasu systemowego określona na maksymalnym repertuarze zdarzeń elementowych;

$\mathbb{E}^{I}_{RZ_r}$ - maksymalny repertuar zdarzeń relacyjnych systemu w chwili $t_r \in \mathbb{T}/\mathbb{S}/$ czasu systemowego.

System, w którym dla każdej chwili $t_r \in \mathbb{T}/\$/$ czasu systemowego zachodzą zmiany w opisie stanów systemu nazywamy systemem rozwijającym się, a historia stanów systemu - ciąg chronologicznie uporządkowanych opisów stanów systemu - charakteryzuje rozwój systemu w czasie trwania czasu systemowego.

Możemy wyróżnić następujące rodzaje rozwoju systemu informatyzacji:

- rozwój strukturalny

$$H_{\$_S^I} = \left\{ \$_S^I/t_1/,\ \$_S^I/t_2/,\ \ldots\ \$_S^I/t_r/ \right\};\ \$_S^I/t_1/ \neq \$_S^I/t_2/ \qquad t_1, t_2 \in \mathbb{T}/\$/$$

gdzie:

$\$_S^I/t_r/ = \langle \mathbb{E}_{Z_r}^I, \mathbb{E}_{RZ_r}^I, c_r^I \rangle$ - opis strukturalny stanu systemu w chwili $t_r \in \mathbb{T}/\$/$ czasu systemowego,

- rozwój funkcjonalny

$$H_{\$_F^I} = \left\{ \$_F^I/t_1/,\ \$_F^I/t_2/,\ \ldots\ \$_F^I/t_r/ \right\};\ \$_F^I/t_1/ \neq \$_F^I/t_2/ \qquad t_1, t_2 \in \mathbb{T}/\$/$$

gdzie:

$\$_F^I/t_r/ = \langle \mathcal{P}^{\mathbb{E}_{Z_r}^I}, \mathbb{E}_{RZ_r} \rangle$ - opis funkcjonalny stanu systemu w chwili $t_r \in \mathbb{T}/\$/$ czasu systemowego,

- rozwój pełny

$$H_{\$_P^I} = \left\{ \$_P^I/t_1/,\ \$_P^I/t_2/,\ \ldots\ \$_P^I/t_r/ \right\}\ \$_P^I/t_1/ \neq \$_P^I/t_2/ \qquad t_1, t_2 \in \mathbb{T}/\$/$$

gdzie:

$\$_P^I/t_r/ = \langle \$_S^I/t_r/,\ \$_F^I/t_r/ \rangle$ - opis pełny stanu systemu w chwili $t_r \in \mathbb{T}/\$/$ czasu systemowego.

W poszczególnych rodzajach rozwoju mogą zachodzić następujące przypadki szczególne:

- pełny rozwój strukturalny systemu:

dla $t_1, t_2 \in \mathbb{T}/\$/ \quad t_1 < t_2 \quad H_{\$_S^I}: \$_S^I/t_1/ \longmapsto \$_S^I/t_2/$

$$H_{\$_S^I}: \mathbb{E}_Z^I/t_1/ \neq \mathbb{E}_Z^I/t_2/ \wedge \mathbb{E}_{RZ}^I/t_1/ \neq \mathbb{E}_{RZ}^I/t_2/ \wedge \mathbb{C}^I/t_1/ \neq \mathbb{C}^I/t_2/$$

Dla każdej chwili $t_r \in \mathbb{T}/\$/$ czasu systemowego następuje rozwój repertuaru zdarzeń elementowych i relacyjnych systemu oraz charakterystyk strukturalnych systemu:

- elementowy rozwój strukturalny systemu:

dla $t_1, t_2 \in \mathbb{T}/\$/ \quad t_1 < t_2 \quad H_{\$_S^I}: \$_S^I/t_1/ \longmapsto \$_S^I/t_2/$

$$H_{\$_S^I}: \mathbb{E}_Z^I/t_1/ \neq \mathbb{E}_Z^I/t_2/ \Longrightarrow \mathbb{E}_{RZ}^I/t_1/ \neq \mathbb{E}_{RZ}^I/t_2/ \wedge \mathbb{C}^I/t_1/ \neq \mathbb{C}^I/t_2/$$

zmiany w repertuarze zdarzeń elementowych wywołały zmiany w repertuarze relacyjnym i w wartościach charakterystyk strukturalnych systemu;

- relacyjny rozwój strukturalny systemu:

dla $t_1, t_2 \in \mathbb{T}/\$/ \quad t_1 < t_2 \quad H_{\$_S}: \$_S^I/t_1/ \longmapsto \$_S^I/t_2/$

$$H_{\$_S^I}: \mathbb{E}_{RZ}^I/t_1/ \neq \mathbb{E}_{RZ}^I/t_2/ \Longrightarrow \mathbb{E}_Z^I/t_1/ \neq \mathbb{E}_Z^I/t_2/ \wedge \mathbb{C}^I/t_1/ \neq \mathbb{C}^I/t_2/$$

zmiany strukturalne systemu zostały spowodowane tylko przez zmiany w repertuarze relacyjnym, które wywołały również zmiany w wartościach charakterystyk strukturalnych systemu;

- pełny rozwój funkcjonalny systemu:

dla $t_1, t_2 \in \mathbb{T}/\$/ \quad t_1 < t_2 \quad H_{\$_F^I}: \$_F^I/t_1/ \longmapsto \$_F^I/t_2/$

$$H_{\$_F^I}: \mathbb{P}^{\mathbb{E}_Z^I}/t_1/ \neq \mathbb{P}^{\mathbb{E}_Z^I}/t_2/ \wedge \mathbb{E}_Z^I/t_1/ \neq \mathbb{E}_Z^I/t_2/ \wedge \mathbb{E}_{RZ}^I/t_1/ \neq \mathbb{E}_{RZ}^I/t_2/$$

W czasie trwania czasu systemowego zachodzą zmiany wartości pełnego procesu systemu jak również w repertuarze zdarzeń elementowych i rekacyjnych:

- elementowy rozwój funkcjonalny systemu:

$$\text{dla } t_1, t_2 \in \mathbb{T}/\$/ \qquad t_1 < t_2 \qquad H_{\$}: \$_F^I/t_1/ \longmapsto \$_F^I/t_2/$$

$$H_{\$_F^I}: \; \mathbb{E}_Z^I/t_1/ \neq \mathbb{E}_Z^I/t_2/ \Longrightarrow \mathcal{P}^{\mathbb{E}_Z^I}/t_1/ \neq \mathcal{P}^{\mathbb{E}_Z^I}/t_2/ \wedge \mathbb{E}_{RZ}^I/t_1/ \neq \mathbb{E}_{RZ}^I/t_2/$$

Zmiany funkcjonalne systemu - wartości pełnych procesów systemu - wywołane były tylko przez zmiany w repertuarze zdarzeń elementowych, które wywołały również zmiany w repertuarze zdarzeń relacyjnych systemu:

- "czysty" rozwój funkcjonalny systemu:

$$\text{dla } t_1, t_2 \in \mathbb{T}/\$/ \qquad t_1 < t_2 \qquad H_{\$_F^I}: \$_F^I/t_1/ \longmapsto \$_F^I/t_2/$$

$$H_{\$_F^I}: \; \mathbb{E}_Z^I/t_1/ = \mathbb{E}_Z^I/t_2/ \wedge \mathbb{E}_{RZ}^I/t_1/ = \mathbb{E}_{RZ}^I/t_2/; \quad \mathcal{P}^{\mathbb{E}_Z^I}/t_1/ \neq \mathcal{P}^{\mathbb{E}_Z^I}/t_2/$$

Rozwój funkcjonalny systemu następuje tylko poprzez zmiany wartości pełnych procesów systemu przy nie zmienionych repertuarach maksymalnych zdarzeń elementowych i relacyjnych.

4.4.1. Wskaźniki dynamik rozwoju systemu

Jednym z najważniejszych zadań analizy rozwoju systemu informatyzacji jest wykrycie zmian zachodzących w poziomie /wartości/ cech strukturalnych oraz procesów zdefiniowanych na elementach przestrzeni zdarzeniowej systemu w poszczególnych chwilach czasu systemowego - stanach systemu - oraz określenie kierunku, tempa i intensywności tych zmian. Do badania dynamiki zmian w wartościach cech strukturalnych i procesów można wykorzystać nastę-

pujące wskaźniki[x/] [51], [71] obrazujące tempo i kierunki zmian analizowanych zjawisk.

Przyrost absolutny

Przyrost absolutny $\Delta \bar{E}^{I}_{Z_r}$ w chwili $t_r \in \mathbb{T}/\$/$ czasu systemowego charakteryzuje wielkość wzrostu /spadku/ liczby zdarzeń elementowych stanu systemu pomiędzy dwoma następującymi po sobie chwilami czasu systemowego. Jest on równy różnicy pomiędzy dwoma porównywanymi poziomami /wartościami/ zjawiska i wyraża absolutne tempo jego wzrostu.

Jako podstawę odniesienia przy wyznaczaniu wartości wszystkich wskaźników dynamiki można przyjąć chwilę początkową $t_1 \in \mathbb{T}/\$/$ czasu systemowego - moment kreacji systemu - wskaźniki obliczone wg tej zasady noszą nazwę wskaźników o podstawie stałej, lub chwilę bezpośrednio poprzedzającą moment badań $t_{r-1} \in \mathbb{T}/\$/$ - wskaźniki obliczone wg tej zasady noszą nazwę wskaźników łańcuchowych /o zmiennej podstawie/.

Wartość przyrostu absolutnego wyznaczamy wg wzoru:

$$\Delta \bar{E}^{I}_{Z_r} = \bar{E}^{I}_{Z_r} - \bar{E}^{I}_{Z_{r-1}}$$

gdzie:

$\bar{E}^{I}_{Z_r}$ - przyrost absolutny zdarzeń elementowych w chwili $t_r \in \mathbb{T}/\$/$ czasu systemowego;

$\bar{E}^{I}_{Z}$ - moc repertuaru zdarzeń elementowych w chwili $t_r \in \mathbb{T}/\$/$ czasu systemowego;

$\bar{E}^{I}_{Z_{r-1}}$ - moc repertuaru zdarzeń elementowych w chwili $t_{r-1} \in \mathbb{T}/\$/$ czasu systemowego - przyjętej za podstawę badań.

---

x/ Interpretację wskaźników dynamiki przedstawimy na podstawie jednej z charakterystyk strukturalnych $\bar{E}^{I}_{Z} \in \mathbb{C}^{sr}$, gdzie:

$\bar{E}^{I}_{Z} = \bar{E}^{I}_{Z_1}, \bar{E}^{I}_{Z_2}, \ldots \bar{E}^{I}_{Z_r}$ - charakterystyka mocy repertuaru zdarzeń elementowych systemu;

$\bar{E}^{I}_{Z_r}$ - moc repertuaru zdarzeń elementowych w chwili $t_r \in \mathbb{T}/\$/$ czasu systemowego.

Wskaźnik wzrostu

Wartość tego wskaźnika ilustruje ile razy poziom /wartość/ cechy strukturalnej/ procesu/, w danej chwili czasu systemowego jest większy od poziomu tego zjawiska w chwili czasu systemowego, przyjętej za podstawę badań. Wyznaczamy go wg wzoru:

$$W_{W_r}^{\bar{E}_Z^I} = \frac{\bar{E}_{Z_r}^I}{\bar{E}_{Z_{r-1}}^I}$$

Odpowiada on na pytanie, jak zmieniła się wartość danej cechy strukturalnej /procesu/ - np. moc repertuaru zdarzeń elementowych - w chwili $t_r \in \mathbb{T}/\$/$ czasu systemowego w porównaniu z wartością tej cechy w chwili $t_{r-1} \in \mathbb{T}/\$/$ przyjętej za podstawę badań:

W przypadku gdy:

$W_{W_r} \ll W_{W_{r-1}}$ - rozwój typu katastroficznego;

$W_{W_r} < 1$ i $W_{W_r} < W_{W_{r-1}}$ - rozwój wsteczny;

$W_{W_r} \approx W_{W_{r-1}}$ - rozwojowe "status quo";

$W_{W_r} = W_{W_{r-1}} = 1$ - stagnacja - charakterystyka /proces/ nie rozwija się;

$W_{W_r} > 1$ i $W_{W_r} > W_{W_{r-1}}$ - rozwój postępowy typu ewolucyjnego;

$W_{W_r} \gg W_{W_{r-1}}$ - rozwój typu eksplozywnego.

Jeżeli wskaźnik wzrostu wyrazimy w procentach, to nosi on miano tempa wzrostu:

$$T_{W_r}^{\bar{E}_z^I} = W_{W_r}^{\bar{E}_z^I} \cdot 100\% = \frac{\bar{E}_{Z_r}^I}{\bar{E}_{Z_{r-1}}^I} \cdot 100\%$$

który określa o ile procent wartość danej cechy strukturalnej /procesu/ - np. moc repertuaru zdarzeń elementowych - w chwili $t_r \in \mathbb{T}/\$/$ czasu systemowego jest wyższa od poziomu /wartości/ w chwili czasu systemowego przyjętej za podstawę badań. Wyraża on stosunkową /procentową/ wielkość wzrostu poziomu /wartości/ analizowanej cechy strukturalnej /procesu/.

Wskaźnik przyrostu

Wskaźnik ten wyraża stosunek przyrostu absolutnego do wartości analizowanej zmiennej z poprzedniej chwili czasu systemowego. Charakteryzuje on absolutne zmiany wskaźnika wzrostu w kolejnych chwilach czasu systemowego. Jego wartość obliczamy wg następującego wzoru:

$$W_{P_r}^{\overline{\mathbb{E}}^I_Z} = \frac{\overline{\mathbb{E}}^I_{Z_r} - \overline{\mathbb{E}}^I_{Z_{r-1}}}{\overline{\mathbb{E}}^I_{Z_{r-1}}} = W_{W_r}^{\overline{\mathbb{E}}^I_Z} - 1$$

Jeżeli wskaźnik przyrostu wyrazimy w procentach wówczas nosi on miano tempa przyrostu:

$$T_{P_r}^{\overline{\mathbb{E}}^I_Z} = W_{P_r}^{\overline{\mathbb{E}}^I_Z} \cdot 100\% = \frac{\overline{\mathbb{E}}^I_{Z_r} - \overline{\mathbb{E}}^I_{Z_{r-1}}}{\overline{\mathbb{E}}^I_{Z_{r-1}}} \cdot 100\%$$

lub

$$T_{P_r}^{\overline{\mathbb{E}}^I_Z} = T_{W_r}^{\overline{\mathbb{E}}^I_Z} - 100\%$$

Odpowiada on na pytanie jakie są stosunkowe /procentowe/ przyrosty wartości danej cechy strukturalnej /procesu/ - np. mocy repertuaru zdarzeń elementowych - w kolejnych chwilach czasu systemowego.

Do badania dynamiki rozwoju systemu - zmian w wartościach cech strukturalnych i procesów opisujących system, zachodzących w czasie systemowym - wykorzystywane są również takie charakterystyki jak: średnia chronologiczna, średni przyrost absolutny oraz średnie tempo wzrostu i przyrostu.

Średnia chronologiczna /średnia ruchoma/

Średnia chronologiczna, zwana też ruchomą, wskazuje, jaki jest przeciętny poziom wartości cechy strukturalnej /procesu/ w czasie systemowym.

Wartość średniej chronologicznej obliczamy wg wzoru:

$$\overline{\overline{\mathbb{E}}}^I_Z = \frac{\frac{1}{2}\overline{\mathbb{E}}^I_{Z_1} + \overline{\mathbb{E}}^I_{Z_2} + \ldots \frac{1}{2}\overline{\mathbb{E}}^I_{Z_r}}{r}$$

gdzie:

r - liczba chwil czasu systemowego.

Średni przyrost absolutny

Średni przyrost absolutny wyraża przeciętne tempo dynamiki - zmian w wartościach cech strukturalnych /procesów/ - w czasie systemowym. Wyznaczamy go wg wzoru:

$$\triangle \overline{E}^{I}_{Z} = \frac{\overline{E}^{I}_{Z_r} - \overline{E}^{I}_{Z_1}}{r - 1}$$

Średnie tempo wzrostu

Wskaźnik ten charakteryzuje średnie tempo zmian wartości danej cechy strukturalnej /procesu/ opisującej system w czasie systemowym.

$$\overline{T}_{W} = \frac{\overline{E}^{I}_{Z}}{\frac{\hat{E}^{I}_{Z_1}}{\hat{E}^{I}_{Z_r}}}^{r-1} \cdot 100\%$$

gdzie:

$\hat{E}^{I}_{Z_1}, \hat{E}^{I}_{Z_r}$ - są to wyznaczone za pomocą funkcji trendu wartości liczb kardynalnych repertuaru zdarzeń elementowych odpowiednio w początkowej $t_1 \in \mathbb{T}/\$/$ i końcowej $t_r \in \mathbb{T}/\$/$ chwili czasu systemowego.

Średnie tempo przyrostu

Wskaźnik ten charakteryzuje średnie tempo przyrostu wartości danej cechy strukturalnej /procesu/ opisującej system podczas trwania czasu systemowego. Obliczamy go wg wzoru:

$$\overline{T}_{P}^{\overline{E}^{I}_{Z}} = \overline{T}_{W}^{\overline{E}^{I}_{Z}} - 100\%$$

gdzie:

$\overline{T}_{W}^{\overline{E}^{I}_{Z}}$ - średnie tempo wzrostu liczby kardynalnej repertuaru zdarzeń elementowych.

Zaprezentowana typologia charakterystyk strukturalnych i procesów opisujących system informatyzacji oraz wskaźników dynamiki rozwoju, stanowić będzie podstawę budowy KOMPUTEROWEGO SYSTEMU ANALIZY ROZWOJU INFORMATYKI. Ogólną koncepoję tego systemu przedstawimy w kolejnym rozdziale.

ROZDZIAŁ 5 - KOMPUTEROWY SYSTEM ANALIZY ROZWOJU INFORMATYKI

5.1. Założenia modelowe i projektowe

Doskonalenie metod planowania i zarządzania rozwojem informatyki wymaga stworzenia efektywnego, opartego na jednolitych rozwiązaniach metodologicznych i szerokim wykorzystaniu środków informatyki, komputerowego systemu analizy rozwoju /KSAR/.

Prezentowany zarys koncepcji komputerowego systemu analizy rozwoju wywodzi się w prostej linii z dokonanej aplikacji relacyjnego modelu systemu informatyzacji sił zbrojnych. Myślą przewodnią tej koncepcji jest stworzenie nowoczesnego, wewnętrznie spójnego, systemu wspomagania procesów analizy i prognozowania rozwoju informatyki opartego na wykorzystaniu techniki komputerowej oraz baz danych, których zawartość informacyjna wypływa z przeprowadzonego procesu modelowania systemu informatyzacji. Systemu, którego praktyczna implementacja dzięki zastosowaniu proponowanego opisu strukturalnego, funkcjonalnego oraz wskaźników dynamiki rozwoju systemu informatyzacji, stworzy korzystne warunki do podniesienia jakości i efektywności pracy centralnego organu systemu, wpłynie również na terminowość uzyskiwania i przekazywania informacji, skróci czas ich opracowywania i w zasadniczy sposób zwiększy wiarygodność wyników poprzez wyeliminowanie czynników subiektywnych.
Szczególną wartością systemu KSAR będzie możliwość zgromadzenia i skompletowania informacji, które w perspektywie czasu stworzą kompleksową bazę danych o stanie sił i środków informatyki w resorcie ON.

Na podstawie tej bazy danych - tzw. BANKU DANYCH "ROZWÒJ" - przy zastosowaniu metod wnioskowania statystycznego i prognostyki oraz elektronicznej techniki obliczeniowej, będzie z kolei istniała możliwość opracowywania wielowariantowych materiałów analitycznych i prognostycznych, niezbędnych do wypracowywania i podejmowania decyzji sterujących rozwojem informatyki w SZ. Jednocześnie zapewniona zostanie możliwość korygowania wartości szeregów czasowych z punktu widzenia ich porównywalności;

wprowadzanie różnych zmian nie naruszy zasady porównywalności danych w czasie systemowym.

Dzięki zintegrowaniu danych opisujących system informatyzacji we wspólnym BANKU DANYCH "ROZWÒJ", wyeksponowany zostanie ich kompleksowy i analityczny charakter oraz zagwarantowany będzie również swobodny, szybki i bezpośredni dostęp do danych, zawartych w banku, opisujących zarówno wybrany element /zdarzenie/ systemu, jak i pełny jego stan w dowolnej chwili czasu systemowego w trakcie aktywnego dialogu człowiek-komputer.

Wdrożenie w Centrum kierowania /koordynacji/ procesami informatyzacji w siłach zbrojnych komputerowego systemu analizy rozwoju, stworzy korzystne warunki do podniesienia jakości i efektywności jego pracy, wpłynie dodatnio na jakość podejmowanych decyzji, między innymi dzięki dostosowaniu posiadanych zasobów informacji do charakteru podejmowanych decyzji, skróci czas ich wypracowywania i w zasadniczy sposób zwiększy wiarygodność /jakość i rzetelność/ tych informacji przez wyeliminowanie czynników subiektywnych.
Wiarygodność i kompletność gromadzonych informacji o stanie rozwoju systemu informatyzacji stanowić będzie o jego praktycznej wartości użytkowej w zakresie funkcji diagnostycznej i prognostycznej.
KSAR w świetle powyższych założeń z powodzeniem może być traktowany jako efektywny instrument analizy rozwoju informatyki w siłach zbrojnych. Różni go od dotychczas eksploatowanych systemów informowania kierownictwa /SIK/ - novum określone w literaturze amerykańskiej i angielskiej terminem "corporate planning"[x/]. J.B. Boulden w ten sposób definiuje to pojęcie: "Skomputeryzowane planowanie zintegrowane oznacza ... użycie komputera dla przeprowadzenia symulacji skutków wariantowych strategii rozważanych w celu osiągnięcia zintegrowanych celów; /jest to/ zdolność do odpowiedzi na pytania typu "co byłoby gdyby ...?" [28] .

---

x/ "Corporate" - zbiorowy, zespołowy. Zwrot "corporate planning" rozumiemy jako odpowiednik słowa "planowanie zintegrowane".

Głównym celem eksploatowanych dotychczas systemów informowania kierownictwa jest obsługa informacyjna kadr kierowniczych wraz z ich służbami sztabowymi, związana z zapewnieniem efektywnych warunków dla doskonalenia przebiegu procesów decyzyjnych. Dostarczane dotychczas przez SIK informacje na ogół są pochodnymi głównie informacji zawartych w obowiązujących planach i bieżącej sprawozdawczości, względnie są to informacje, które bardziej szczegółowo opisują plan lub przebieg jego realizacji. Dotyczą przede wszystkim rejestracji wielkości retrospektywnych i teraźniejszych, co dla decyzji których skutki występują w przyszłości, jest w wielu przypadkach mało przydatne.

Obecnie, dla efektywnego kierowania /dowodzenia i zarządzania/ niezbędne są odpowiednio przygotowane na podstawie informacji retrospektywnych wielkości szacunkowe typu prognostycznego. Powyższe założenia dotyczące budowy systemu typu "corporate planning", dzięki zastosowaniu metod i środków informatyki do opracowywania wielowariantowych analiz i materiałów prognostycznych dotyczących rozwoju zjawisk /procesów/ zachodzących w systemie informatyzacji znajdują praktyczne odzwierciedlenie w KSAR.

Realizacja funkcji "corporate planning" w KSAR przy wykorzystaniu wspólnego BANKU DANYCH "ROZWÓJ", stworzy jakościowo nowe możliwości wykorzystania prognoz w procesach kierowania rozwojem informatyki w SZ, w zupełnie innym wymiarze niż czyniono to dotychczas. Osiągnięcia prognostyki w nikłym stopniu wykorzystywane były w procesach planistycznych. Z drugiej strony bezsporny jest pogląd o potrzebie praktycznego włączenia metod i technik prognostycznych do wspierania procesów kierowania.

5.1.1. Główne cele systemu KSAR

Przez zaprojektowanie i wdrożenie systemu KSAR w Centrum kierowania /koordynacji/ procesami informatyzacji w siłach zbrojnych zakłada się osiągnięcie następujących celów:

1. Usprawnienie procesów kierowania rozwojem informatyki w siłach zbrojnych.

2. Usprawnienie procesów przetwarzania informacji w Centrum i skrócenie czasu opracowywania materiałów decyzyjnych.

3. Stworzenie możliwości uzyskiwania efektywnych analiz i prognoz pomocniczych dla racjonalnego kierowania procesami informatyzacji.

4. Stworzenie zintegrowanego BANKU DANYCH "ROZWÒJ", obejmującego swym zakresem tematycznym kompleksowe i bieżąco aktualizowane zbiory danych podstawowych, diagnostycznych i prognostycznych oraz stosowne procedury /metody/ statystyczno-prognostyczne.

5. Stworzenie bazy wybranych procedur /metod/ statystyczno-prognostycznych wykorzystywanych do prognozowania strukturalnego, funkcjonalnego oraz pełnego rozwoju systemu informatyzacji.

W szczególności KSAR umożliwi:

- rozpoznanie warunków i możliwości pełnego rozwoju systemu informatyzacji SZ,

- określenie pożądanych norm dla rozwoju poszczególnych cech strukturalnych i procesów tego systemu,

- inspirację dla długofalowych programów badawczych,

- dostarczanie informacji do wypracowania doraźnych ekspertyz o stanie sił i środków informatyki w resorcie ON dla podejmowania decyzji, które swoim zasięgiem przekraczają horyzont czasowy planów.

W tak określonych celach podstawowych mieszczą się takie cele szczegółowe jak:

- stworzenie metodologicznych podstaw do ujednolicenia, formalizacji i integracji we wspólnej bazie, danych strukturalnych i wartości cech/procesów w pełni opisujących system informatyzacji,

- pogłębienie i rozszerzenie zakresu danych opisujących rozwój systemu informatyzacji,

- podniesienie jakości i wiarygodności przetwarzanych informacji,

- zmniejszenie pracochłonności przetwarzania danych - przy jednoczesnym rozszerzeniu zakresu tematycznego otrzymywanych materiałów wynikowych - i odciążenie osób funkcyjnych od wykonywania tych czynności,

- poprawa terminowości i szybkości uzyskiwania materiałów wynikowych,

- lepsze i pełne informowanie kierownictwa i przygotowanie bardziej racjonalnych wariantów rozwiązań w procesie podejmowania decyzji,

- eliminacja przypadków dodatkowego zbierania danych o rozwoju systemu /"dzika sprawozdawczość"/.

5.2.1. Zakres tematyczny

Zakres tematyczny KSAR wynika bezpośrednio z przeprowadzonego procesu modelowania systemu informatyzacji. Znajdą w nim odbicie dane strukturalne oraz wartości cech/procesów opisujących zdarzenia elementowe w klasach repertuarów:

- centralny organ systemu,
- organy sztabowe,
- organy wykonawcze,
- technika komputerowa,
- rozwiązania informatyczne

oraz metody statystyczno-prognostyczne pozwalające na analizę oraz prognozowanie rozwoju systemu informatyzacji.

W KSAR spełniane będą dwie zasadnicze funkcje:

1. Gromadzenie i aktualizacja danych pierwotnych - chronologicznych szeregów czasowych - o rozwoju systemu informatyzacji. Dane te zbierane będą na podstawie istniejącego w siłach zbrojnych systemu sprawozdawczego /m.in. meldunki kwartalne, sprawozdania roczne/, w szczególności zaś ich źródłem będą eksploatowane dla potrzeb centralnego organu systemu następujące rozwiązania informatyczne:"Jednolity system rozliczania i sprawozdawczości z działalności organów informatyki" - APROKSYMACJA-6 oraz "Ewidencja i sprawozdawczość zasadniczego sprzętu łączności" - RADIAN-1.

2. Wyszukiwanie, przetwarzanie i udostępnianie w trybie bezpośredniego dostępu, danych niezbędnych w procesach wypracowywania decyzji sterujących rozwojem informatyki w resorcie ON.

Podstawą funkcjonowania komputerowego systemu analizy rozwoju informatyki będzie utworzenie kompleksowego i bieżąco aktualizowanego BANKU DANYCH "ROZWÓJ" obejmującego zasoby informacyjne z zakresu danych podstawowych, diagnostycznych i prognostycznych

oraz stosowne procedury /metody/ statystyczno-prognostyczne. Ogólną ideę BANKU DANYCH "ROZWÒJ" przedstawiają poniższe rozważania.

5.2. Koncepcja BANKU DANYCH "ROZWÒJ"

Istotnym problemem do rozstrzygnięcia na etapie projektowania KSAR jest sposób organizacji BANKU DANYCH "ROZWÒJ" zawierającego różne zasoby informacji.
Szczególnie ważną sprawą jest tu określenie postaci podstawowych zbiorów danych BD "ROZWÒJ".

Zgodnie z przyjętymi założeniami, część informacyjna BD "Rozwój" obejmować będzie swym zakresem zestawy danych ewidencyjno-sprawozdawczych oraz danych prognostycznych jednolicie zarządzanych i logicznie powiązanych, tworzących tzw. bazy danych. Ponadto integralną częścią BD "ROZWÒJ" będzie specyficzny zbiór zwany bazą procedur /metod/ statystyczno-prognostycznych.

Główną uwagę skoncentrujemy jedynie na zawartości informacyjnej tych baz opisujących rozwój systemu informatyzacji, a więc na przedstawieniu propozycji struktury logicznej /schematu/ BANKU DANYCH "ROZWÒJ", ponadto przedstawimy propozycję zawartości bazy procedur /metod/ statystyczno-prognostycznych.

Występujące w części informacyjnej BD "ROZWÒJ" bazy danych tworzyć będą kompleksowe zbiory na MNI, których dane /metody/ mogą być wielokrotnie i różnorodnie wykorzystywane do realizacji zadań analizy i prognozowania rozwoju systemu informatyzacji oraz interaktywnej obsługi użytkowników KSAR.

Przewiduje się, że w części informacyjnej BD "ROZWÓJ" składał się będzie z trzech "podobnych", hierarchicznie zorganizowanych baz danych różniących się jedynie zawartością informacyjną szeregów czasowych:

B1 - bazy danych podstawowych o stanie sił, środków i zastosowaniach informatyki wojskowej. Zawierać będzie kompleksowy i bieżąco aktualizowany zbiór danych pierwotnych /nieprzetworzonych/ o stanach cech strukturalnych, funkcjonalnych

i wskaźników dynamiki opisujących rozwój systemu informatyzacji.

B2 - bazy danych diagnostycznych o stanie sił, środków i zastosowaniach informatyki wojskowej. Obejmuje wybrane informacje o stanach systemu informatyzacji w poszczególnych chwilach czasu systemowego. Informacje te otrzymywane będą na podstawie bazy danych podstawowych przy wykorzystaniu określonych procedur /metod/ statystycznych.

B3 - bazy danych prognostycznych - zawierającej dane o prognozowanym rozwoju wartości cech/procesów oraz stanach systemu informatyzacji, tj. danych od bieżącej chwili czasu systemowego do chwili określonej przez horyzont prognozy.

Trzecia baza danych B3 KSAR obejmować będzie zbiór procedur /metod/ opracowywania wielowariantowych analiz i materiałów wykorzystywanych w procesie prognozowania rozwoju systemu informatyzacji. W bazie tej znajdą się również odpowiednie procedury statystyczne pozwalające na wyznaczenie wskaźników dynamiki rozwoju cech/procesów, tworzone na doraźne zapotrzebowanie użytkowników KSAR.

Struktura logiczna bazy danych podstawowych B1 powinna odzwierciedlać przyjęte założenia modelu obiektu badań, zatem jej projektowanie można sprowadzić do przekształcenia tego modelu w inny, wynikowy, izomorficzny model bazy danych. Potrzebne jest tu zastosowanie formalnego języka umożliwiającego precyzyjną konstrukcję modelu bazy danych. Jest on również niezbędny do wprowadzenia jednolitego aparatu opisu - zdefiniowania schematu bazy danych - na wszystkich etapach procesu projektowania struktury logicznej bazy danych. Język ten powinien również umożliwić zdefiniowanie niektórych algorytmów projektowania struktury logicznej bazy danych.
Proces projektowania struktury logicznej jest działalnością czasochłonną i kosztowną, dlatego wskazane byłoby wykorzystanie standardowego pakietu programowego umożliwiającego przekształcenie modelu obiektu badań w strukturę logiczną bazy danych, tzw. schematu, zgodnie z wymaganiami zastosowanego systemu zarządzania bazą danych /SZBD/.

5.2.1. Schemat BANKU DANYCH "ROZWÒJ"

Schemat BD "ROZWÒJ" określać będzie strukturę logiczną jego zasobów informacyjnych. W skład schematu BD "ROZWÒJ" wejdą 4 podschematy odpowiednio oznaczające:

- podschemat B1, bazę danych podstawowych;
- podschemat B2, bazę danych diagnostycznych;
- podschemat B3, bazę danych prognostycznych;
- podschemat B4, bazę procedur /metod/ statystyczno-prognostycznych.

Każdy podschemat będzie zbiorem bloków złożonych z grup tematycznych.

1. Podschemat B1 - baza danych podstawowych

Obejmować będzie kompleksowo i bieżąco aktualizowany zbiór informacji o stanie sił, środków i zastosowań informatyki wojskowej. Będą to informacje o stanie wartości cech/procesów systemu informatyzacji, które umożliwią użytkownikowi KSAR otrzymywanie danych diagnostycznych i danych prognostycznych opisujących obiekt badań. Podschemat B1 w BD "ROZWÒJ" składać się będzie z dwóch bloków tematycznych złożonych z kolejnych grup tematycznych.

PODSCHEMAT B1	
BLOK TEMATYCZNY 10 CECHY STRUKTURALNE SYSTEMU INFORMATYZACJI	
GRUPY TEMATYCZNE	
SYMBOL	N A Z W A
1	2
11	Moc repertuaru zdarzeń elementowych centralnego organu systemu
12	Moc repertuaru zdarzeń elementowych organów sztabowych systemu
13	Moc repertuaru zdarzeń elementowych organów wykonawczych systemu
14	Moc repertuaru zdarzeń elementowych techniki komputerowej
15	Moc repertuaru zdarzeń elementowych rozwiązań informatycznych

1	2
16	Moc repertuaru maksymalnego zdarzeń elementowych
17	Moc relacyjnego repertuaru kierowania
18	Moc relacyjnego repertuaru organizacyjnego
19	Moc relacyjnego repertuaru technologicznego
110	Moc relacyjnego repertuaru eksploatacyjnego
111	Moc maksymalnego repertuaru relacyjnego
112	Dezagregacja koordynacyjna
113	Dezagregacja wykonawcza
114	Dezagregacja techniki komputerowej
115	Dezagregacja eksploatacyjna
116	Dyferencjacja struktury
117	Organizacyjność struktury
118	Złożoność struktury

PODSCHEMAT B1

BLOK TEMATYCZNY 20

PROCESY SYSTEMU INFORMATYZACJI

GRUPY TEMATYCZNE

SYMBOL	N A Z W A
21	Procesy klasy repertuaru zdarzeń elementowych - centralny organ systemu
22	Procesy klasy repertuaru zdarzeń elementowych - organów sztabowych
23	Procesy klasy repertuaru zdarzeń elementowych - organów wykonawczych
24	Procesy jednorodne klas repertuarów: centralny organ systemu, organów sztabowych i wykonawczych
25	Procesy klasy repertuaru zdarzeń elementowych - techniki komputerowej
26	Procesy klasy repertuaru zdarzeń elementowych - rozwiązań informatycznych

GRUPA TEMATYCZNA 21	
Wartości procesów klasy repertuaru zdarzeń elementowych - centralny organ systemu	
SYMBOL	N A Z W A
10	OBSADA ETATOWA
20	STRUKTURA ZATRUDNIENIA
30	WYKSZTAŁCENIE

GRUPA TEMATYCZNA 22	
Wartości procesów klasy repertuaru zdarzeń elementowych - organów sztabowych systemu	
SYMBOL	N A Z W A
10	OBSADA ETATOWA
20	STRUKTURA ZATRUDNIENIA
30	WYKSZTAŁCENIE

GRUPA TEMATYCZNA 23	
Wartości procesów klasy repertuaru zdarzeń elementowych - organów wykonawczych	
SYMBOL	N A Z W A
1	2
10	OBSADA ETATOWA
20	STRUKTURA ZATRUDNIENIA
30	WYKSZTAŁCENIE
40	USPRZĘTOWIENIE
41	komputer
42	minikomputer
43	ROO
44	RPO
45	maszyna licząco-analityczna
46	czytnik kart
47	dziurkarka kart

1	2
48	czytnik taśmy papierowej
49	dziurkarka taśmy papierowej
410	drukarka wierszowa
411	drukarka znakowo-mozaikowa
412	urządzenie przesyłania danych
413	pamięć taśmowa
414	pamięć bębnowa
415	pamięć dyskowa
416	monitor ekranowy /terminal/
417	monitor techniczny
418	urządzenie przygotowania danych na TP
419	jednostka sterująca PB
420	jednostka sterująca PT /przewijak/
421	jednostka sterująca PD
422	urządzenie WE-WY innych typów
423	jednostka grupowego sterowania ME
424	multipleksor
425	aparatura /urządzenie/ transmisji danych
426	urządzenie przygotowania danych na nośniku magnetycznym
427	urządzenie do czyszczenia i testowania TM
428	urządzenie do czyszczenia i testowania PD
429	procesor komunikacyjny
430	inne urządzenia i sprzęt informatyczny
50	MAJĄTEK TRWAŁY

GRUPA TEMATYCZNA 24	
Wartości jednorodnych procesów klas repertuarów: centralny organ systemu, organów sztabowych i wykonawczych	
SYMBOL	N A Z W A
10	OBSADA ETATOWA
20	WYKSZTAŁCENIE

GRUPA TEMATYCZNA 25	
Wartości procesów klasy repertuaru zdarzeń elementowych - - techniki komputerowej	
SYMBOL	N A Z W A
10	RZECZYWISTY CZAS PRACY KOMPUTERA
11	realizacja oprogramowania
12	weryfikacja rozwiązań technologicznych
13	eksploatacja próbna
14	eksploatacja wstępna
15	eksploatacja użytkowa
16	płatna realizacja zadań
17	usługi nieodpłatne
18	realizacja obliczeń numerycznych
19	realizacja obliczeń naukowo-dydaktycznych
110	informatyczne zabezpieczenie ćwiczeń
111	realizacja zadań własnych
20	TECHNICZNY CZAS PRACY KOMPUTERA
21	okresowa konserwacja komputera
22	usuwanie usterek awaryjnych
30	CZAS PRZEBIEGÓW STRACONYCH
40	CZAS OGÓLNEGO WŁĄCZENIA KOMPUTERA
50	WSPÓŁCZYNNIK EFEKTYWNEGO WYKORZYSTANIA KOMPUTERA
60	WSPÓŁCZYNNIK ZMIANOWOŚCI PRACY KOMPUTERA
70	WSPÓŁCZYNNIK PRACY WIELOPROGRAMOWEJ

GRUPA TEMATYCZNA 26	
Wartości procesów klasy repertuaru zdarzeń elementowych - - rozwiązań informatycznych systemu	
SYMBOL	N A Z W A
1	2
10	KOSZT EKSPLOATACJI UŻYTKOWEJ /EU/
11	koszt projektowania i wdrażania RI
111	koszty osobowe
112	koszty techniczne

1	2
113	koszty specjalne
114	wartość odpisu amortyzacyjnego
12	koszt eksploatacji użytkowej
121	koszt pracy zestawu komputerowego
122	koszt przygotowania MNI
123	koszty inne
20	EFEKTY UZYSKIWANE W WYNIKU EU
21	zmniejszenie zatrudnienia
22	skrócenie czasu realizacji procesów informacyjnych
23	usprawnienie struktury organiz.-funkcjon.
24	dostarczenie jakościowo nowych informacji
25	efekty jednorazowe
26	efekty rzeczywiste
27	efekty potencjalne
28	efekty hipotetyczne
30	EFEKTY EKONOMICZNE UZYSKIWANE W WYNIKU EU
31	miara efektów ekonomicznych
40	KLASY ZASTOSOWAŃ
41	automatyzacja PSDW
42	automatyzacja systemu dowodzenia wojsk i służb
43	automatyzacja procesów sterowania środkami walki
44	informatyzacja TSKSZ
45	automatyzacja prac inż. i obliczeń n-t
46	informatyzacja wspierania procesów dydaktycznych

2. Podschemat B2 - baza danych diagnostycznych

Baza danych diagnostycznych utworzona zostanie na podstawie zbioru informacji podstawowych /baza danych B1/ przy wykorzystaniu określonych procedur statystycznych. Obejmie wybrane informacje o stanach systemu informatyzacji w poszczególnych chwilach czasu systemowego.

Podschemat B2 w BD "ROZWÒJ" składać się będzie z bloku tematycznego podzielonego na kolejne grupy tematyczne.

PODSCHEMAT B2	
BLOK TEMATYCZNY 30	
GRUPY TEMATYCZNE	
SYMBOL	N A Z W A
31	Koszty i efekty prac projektowo-wdrożeniowych i eksploatacji SI
32	Dane syntetyczne o bazie technicznej systemu informatyzacji
33	Dane syntetyczne o eksploatacji techniki obliczeniowej
34	Dane syntetyczne o bazie organizacyjnej i etatowo-kadrowej systemu informatyzacji
35	Dane syntetyczne o kształceniu kadr informatyki
36	Dane syntetyczne o gospodarce finansowej i efektach działalności informatyki
37	Dane syntetyczne o bazie programowej

Dla przykładu pokazano dwie grupy tematyczne bloku tematycznego 30 podschematu B2.
Grupa tematyczna 31 obejmie dane dotyczące kosztów i efektów prac projektowo-wdrożeniowych i eksploatacji SI, zaś grupa tematyczna 32 zawierać będzie dane syntetyczne o bazie technicznej systemu informatyzacji.

GRUPA TEMATYCZNA 31	
Koszty i efekty prac projektowo-wdrożeniowych i eksploatacji SI	
SYMBOL	N A Z W A
1	2
10	DZIEDZINA DZIAŁALNOŚCI
20	ILOŚĆ ROZWIĄZAŃ INFORMATYCZNYCH:
21	eksploatowanych
22	wdrożonych
23	wycofanych
30	NAKŁADY NA PRACE PROJEKTOWO-PROGRAMOWE
31	osobowe

1	2
32	emc
40	KOSZTY EKSPLOATACJI
41	materiałów eksploatacyjnych
42	emc
50	KRYPTONIM PRACY
60	INSTYTUCJA KIERUJĄCA
70	NAKŁADY NA PRACE PROJEKTOWO-PROGRAMOWE
71	osobowe
72	emc
80	ORGAN EKSPLOATUJĄCY
90	ROK WDROŻENIA
100	KOSZTY EKSPLOATACJI

GRUPA TEMATYCZNA 32

Dane syntetyczne o bazie technicznej systemu informatyzacji

SYMBOL	N A Z W A
1	2
10	EWIDENCJA ILOŚCIOWA TECHNIKI KOMPUTEROWEJ
11	Komputery
111	ODRA-1304
112	ODRA-1305
113	ODRA-1325
114	RODAN
115	R32
116	R00
117	emc JS
12	Minikomputery
121	M-302
122	M-303
123	M-305
124	M-306
125	M-307

1	2
126	M-400
127	M-100
128	M-60
129	SM EMC
130	inne
20	URZĄDZENIA I SPRZĘT INFORMATYCZNY
21	czytnik kart
22	dziurkarka kart
23	czytnik taśmy papierowej
24	dziurkarka taśmy papierowej
25	drukarka wierszowa
26	drukarka znakowo-mozaikowa
27	urządzenie przesyłania danych
28	pamięć taśmowa
29	pamięć bębnowa
210	pamięć dyskowa
211	monitor ekranowy /terminal/
212	monitor techniczny
213	urządzenie przygotowania danych na TP
214	jednostka sterująca PB
215	jednostka sterująca PT /przewijak/
216	jednostka sterująca PD
217	urządzenia WE-WY innych typów
218	jednostka sterowania grupowego ME
219	multipleksor
220	aparatura /urządzenie/ transmisji danych
221	urządzenie przygotowania danych na nośniku magnetycznym
222	urządzenie do czyszczenia i testowania TM
223	urządzenie do czyszczenia i testowania PD
224	procesor komunikacyjny
225	inne urządzenia i sprzęt informatyczny

3. Podschemat B3 - baza danych prognostycznych

Baza danych prognostycznych tworzona będzie na podstawie informacji zawartych w bazie danych podstawowych przy wykorzystaniu zbioru procedur /metod/ prognostycznych.

Obejmie ona swym zakresem informacyjnym wielowariantowe - obliczane wg różnych metod prognostycznych - prognozy rozwoju cech/procesów opisujących system informatyzacji.

Struktura organizacyjna bazy danych prognostycznych będzie izomorficznym odbiciem podschematu B1 - bazy danych podstawowych. Podschemat B3 w BD "ROZWÒJ" składał się będzie z dwóch bloków tematycznych /410 i 420/ złożonych z grup tematycznych analogicznych do grup tematycznych podschematu B1.

4. Podschemat B4 - baza procedur /metod statystyczno-prognostycznych

Baza procedur /metod/ statystyczno-prognostycznych będąca bardzo istotnym elementem KSAR, dostarczy algorytmów pozwalających na przekształcenie danych podstawowych stosownie do potrzeb użytkowników systemu.
Podschemat B4 w BD "ROZWÒJ" składał się będzie z dwóch następujących bloków tematycznych:

- blok tematyczny 50 - baza metod statystycznych,
- blok tematyczny 60 - baza metod /procedur/ prognostycznych.

PODSCHEMAT B4	
BLOK TEMATYCZNY 50 BAZA PROCEDUR /METOD/ STATYSTYCZNYCH	
GRUPY TEMATYCZNE	
SYMBOL	N A Z W A
51	Metody wyznaczania wskaźników dynamiki rozwoju
52	Metody wyznaczania danych diagnostycznych

PODSCHEMAT B4	
BLOK TEMATYCZNY 60	
BAZA PROCEDUR /METOD/ STATYSTYCZNYCH	
GRUPY TEMATYCZNE	
SYMBOL	N A Z W A
61	Metody tendencji rozwojowych
62	Metody przyczynowo-skutkowe
63	Metody adaptacyjne
64	Metody ocen ekspertów

Baza metod statystycznych - dzięki wprowadzeniu do niej algorytmów pozwalających na analizę dynamiki zmian wartości szeregów czasowych pozwoli na obliczenie:

- przyrostów absolutnych,
- wskaźników wzrostu,
- tempa wzrostu,
- wskaźników przyrostu,
- średniej chronologicznej,
- średniego przyrostu absolutnego,
- średniego tempa wzrostu,
- średniego tempa przyrostu,
- średniego błędu oszacowania
- współczynnika zbieżności.

Znajdą w niej odbicie również algorytmy pozwalające na wyznaczanie danych diagnostycznych zgodnie z proponowanym podschematem bazy danych diagnostycznych.

Szersze omówienie tych zagadnień zostanie dokonane w kolejnym podrozdziale. Zaprezentowany w nim będzie zarys koncepcji bazy procedur /metod/ prognostycznych oraz charakterystyki wybranych metod prognostycznych, zaliczanych do grupy tematycznej 61.

SCHEMAT
BANKU DANYCH "ROZWÓJ"
SYSTEMU KSAR

PODSCHEMAT B1
BAZA DANYCH PODSTAWOWYCH

BLOK TEMATYCZNY 10		BLOK TEMATYCZNY 20	
GRUPY TEMAT.		GRUPY TEMAT.	
11		21	
12		22	
13		23	
14		24	
		25	
		26	
118			

PODSCHEMAT B2
BAZA DANYCH DIAGNOSTYCZNYCH

BLOK TEMATYCZNY 30	
GRUPY TEMATYCZNE	
31	
32	
33	
34	
35	
36	
37	

PODSCHEMAT B3
BAZA DANYCH PROGNOSTYCZNYCH

BLOK TEMATYCZNY 410		BLOK TEMATYCZNY 420	
GRUPY TEMAT.		GRUPY TEMAT.	
11		21	
12		22	
13		23	
14		24	
		25	
		26	
118			

PODSCHEMAT B4
BAZA METOD /PROCEDUR/
STATYSTYCZNO-PROGNOSTYCZNYCH

BLOK TEMATYCZNY 50		BLOK TEMATYCZNY 60	
GRUPY TEMAT.		GRUPY TEMAT.	
51		61	
52		62	
		63	

SCHEMAT BD "ROZWÓJ"

5.3. Koncepcja bazy procedur /metod/ prognostycznych KSAR

Przewidywanie kształtowania się określonych procesów /zjawisk/ w przyszłości oparte na podstawach naukowych stanowi istotę nauki zwanej prognostyką /futurologią/, jej zadaniem jest tworzenie zasad i metod służących ukazaniu najbardziej wiarygodnego obrazu rzeczywistości, która ma dopiero nastąpić.

Proces przewidywania i oceny przyszłości, oparty na studiach teoretycznych, rozważaniach analitycznych, logicznych przesłankach oraz danych empirycznych nazywamy prognozowaniem. Efektem przewidywania przyszłości jest opracowanie prognozy rozwoju określonego procesu /zjawiska/.

Należy podkreślić, że w procesie prognozowania zawsze wykorzystuje się wiedzę o prawidłowościach i tendencjach rozwojowych zaobserwowanych w przeszłości, jest to więc postępowanie, w którym za punkt wyjścia przyjmuje się odpowiednie modele rozwojowe opisujące te prawidłowości.

Ze względu na rodzaje sporządzanych prognoz, ich cel oraz charakter obiektu badań, metody opracowywania prognoz możemy podzielić na dwie zasadnicze grupy:

1. Metody heurystyczne - intuicyjne.
2. Metody matematyczno-statystyczne.

Analiza metod prognostycznych zaliczanych do w/w grup wskazuje, że istnieje możliwość ich realizacji przy wykorzystaniu metod i środków informatyki.

W Ośrodku Badań Prognostycznych Politechniki Wrocławskiej prowadzone są prace nad zastosowaniem techniki komputerowej w usprawnianiu procesu prognozowania, opartego na bazie metod należących do pierwszej grupy - metodzie delfickiej /system konferencji komputerowej/. Istnieje na ten temat dość obszerna literatura.

Koncepcja bazy procedur /metod/ prognostycznych KSAR zakłada, że w pierwszym etapie realizacji systemu baza procedur składać

się będzie z metod należących do grupy drugiej - metod matematyczno-statystycznych.

Realizacja tej koncepcji wymaga dokonania przeglądu istniejących, podstawowych matematyczno-statystycznych metod prognozowania w celu wybrania metod możliwie uniwersalnych, które mogłyby być stosowane bez dodatkowych modyfikacji w większości typowych sytuacji prognostycznych i włączenia ich do bazy procedur KSAR.

U podstaw przyjętej koncepcji leży założenie, że do prognozowania rozwoju każdej cechy /procesu/ systemu informatyzacji będzie równocześnie wykorzystywanych kilka metod prognostycznych. Dobór właściwej /najlepszej/ funkcji opisującej tendencję rozwojową - czyli metody prognozowania rozwoju określonej cechy /procesu/ - polega na zbudowaniu wielu funkcji opisujących i dokonaniu wyboru jednej z nich w trakcie programowego porównywania dokładności z jaką opisują one rozwój prognozowanej zmiennej endogenicznej.

Baza procedur /metod/ prognostycznych KSAR powinna być stale rozbudowywana. Jej zawartość narastałaby w miarę gromadzenia wiedzy i doświadczeń, obejmując coraz więcej metod, technik i procedur pozwalających na wybór odpowiedniego dla określonej prognozowanej zmiennej modelu analizy rozwoju.

Zgodnie z przedstawionymi klasami modeli rozwojowych zawartość bazy metod prognostycznych KSAR powinna być tworzona począwszy od metod modelowania zaliczanych do klasy tendencji rozwojowych poprzez metody modelowania przyczynowo-skutkowego do adaptacyjnego.

Kolejnym etapem prac nad rozwojem bazy procedur powinno być jej wzbogacenie o metody heurystyczne, które umożliwiłyby w ramach KSAR prowadzenie komputerowych konferencji prognostycznych. Bazy danych KSAR należałoby wtenczas rozbudować o bazę danych o ekspertach oraz o prognozach opracowywanych lub opracowanych w kraju lub za granicą.

Rozszerzyłoby to znacznie zakres możliwości KSAR i przyczyniłoby się do zwiększenia efektywności jego wykorzystania.

Centralny organ systemu informatyzacji byłby wyposażony w nowoczesne narzędzie, umożliwiające wieloaspektową analizę oraz prognozowanie rozwoju informatyki w siłach zbrojnych.

Poniżej przedstawimy propozycję wstępnej zawartości bazy procedur /metod/ prognostycznych,

Charakterystyka metod prognostycznych zawartych w bazie procedur KSAR

W pierwszej fazie tworzenia bazy procedur /metod/ prognostycznych KSAR wykorzystujemy metody analizy szeregów czasowych. Zadaniem analizy szeregów czasowych - zmian wartości poszczególnych cech oraz procesów systemu informatyzacji w kolejnych chwilach czasu systemowego - jest określenie prawidłowości rządzących przebiegającymi w czasie trwania czasu systemowego zmianami w poziomie /wartościach/ cech i procesów opisujących system.

W celu określenia ogólnej tendencji zmian zachodzących w wartościach cech i procesów systemu, należy wyrównać /wygładzić/ szereg czasowy opisujący zmiany poziomu /wartości/ cech i procesów systemu w czasie trwania czasu systemowego.

Wyrównanie szeregu czasowego polega na zastąpieniu wyrazów szeregu mającego przebieg nieregularny innymi liczbami /wartościami/ o przebiegu gładszym, o którym mamy prawo przypuszczać, że lepiej reprezentuje istotę zjawiska niż szereg pierwotny.

Uchwycenie tendencji zmian w poziomie /wartościach/ prognozowanych cech i procesów polega głównie na znalezieniu zależności pomiędzy zmianami w ich wartościach a czasem systemowym.

Rozwój każdego systemu opisanego w sposób dynamiczny - tzn. za pomocą szeregów czasowych, charakteryzujących go cechi procesów - jest najogólniej biorąc wypadkową działania przyczyn głównych /podstawowych/ i ubocznych /przypadkowych/. Dla względnie długiego czasu systemowego działanie przyczyn głównych powoduje ujawnienie się tendencji rozwojowej prognozowanej cechy czy procesu. Statystyczną formą opisu tendencji rozwojowej są funkcje trendu. Funkcja trendu opisuje więc prawidłowości właściwe

przeszłości, a zatem ukształtowane pod wpływem szczególnie silnych i trwałych przyczyn, które działają podczas trwania czasu systemowego.
Do wygładzania szeregów czasowych - a zatem wykrycia głównej tendencji rozwojowej /funkcji trendu/ - można stosować wiele różnych metod, których wspólną ideą jest analiza przebiegu danej cechy /procesu/ w minionych chwilach czasu systemowego. Zbiór metod stosowanych do wygładzania szeregów czasowych możemy podzielić na:

- metody mechaniczne,
- metody analityczne.

Określenie "metody mechaniczne" pochodzi stąd, że do tej grupy zaliczane są metody, za pomocą których uzyskuje się linię trendu danej cechy /procesu/ niejako w sposób „mechaniczny", bez konieczności jej bliższego analizowania, lub przyjmowania jakichś dodatkowych założeń co do kształtu tej linii.

Jedną z najstarszych i szeroko znanych metod wyrównywania szeregów czasowych, zaliczanych do klasy metod mechanicznych jest metoda średniej ruchomej /średniej łańcuchowej/.

Metoda ta sprowadza się do obliczania nieważonych średnich arytmetycznych z określonej liczby wyrazów szeregu chronologicznego przy kolejnym odrzucaniu w następnych obliczeniach pierwszej wartości, a dodaniu wartości następnej i ponownym obliczaniu średniej z otrzymanej sumy.

Przyjęta w tej metodzie procedura służy do uwydatnienia ogólnej tendencji rozwojowej szeregu chronologicznego i ustalenia linii trendu. Pozwala również na złagodzenie zarówno wahań cyklicznych jak i przypadkowych, co powoduje wyrównanie i wygładzenie danego szeregu chronologicznego opisującego zmiany w wartościach cech /procesów/.
Średnie ruchome mogą być obliczane zarówno dla parzystej, jak i nieparzystej liczby chwil czasu systemowego.

Jeśli oznaczymy przez x_1, x_2, ... x_n wartości danej cechy /procesu/ w kolejnych t_1, t_2, ... $t_n \in T/S/$ chwilach czasu systemowego, wówczas obliczenia np. 3-letniej średniej ruchomej przebiegają w następujący sposób:

$$\bar{x}_2 = \frac{x_1 + x_2 + x_3}{3}; \quad \bar{x}_3 = \frac{x_2 + x_3 + x_4}{3}; \quad \ldots \quad \bar{x}_{n-1} = \frac{x_{n-2} + x_{n-1} + x_n}{3}$$

W analogiczny sposób możemy obliczyć średnią ruchomą 5-letnią /pięcioczłonową/ i dalsze.

Poszczególne, teoretycznie wyznaczone wartości, tworzą nowy szereg chronologiczny, skrócony jednak w stosunku do szeregu pierwotnego o pierwszy i ostatni wyraz /w przypadku 3-letniej średniej ruchomej/, o dwa pierwsze i dwa ostatnie wyrazy w przypadku 5-letniej średniej ruchomej itp.

Zaletą metody wyrównywania szeregów czasowych za pomocą metody średnich ruchomych jest jej poglądowość oraz prostota interpretacji. Z drugiej strony metoda ta ma wiele wad. Stosowanie jej w przypadku niewielkiej liczby obserwacji powoduje często wypaczanie obrazu trendu - zazwyczaj trudno jest wtedy uzasadnić wybór wielkości przedziału wygładzania a od tego zależy rodzaj krzywej, która ma aproksymować tendencję rozwojową.

Metody, zaliczane do klasy metod analitycznych, mają na celu dopasowanie funkcji matematycznej - zależnie od przyjętego modelu rozwoju - do szeregu chronologicznego, czyli znalezienie takiej funkcji

$$Y_t = f\,/t/$$

gdzie:

Y_t - zmienna endogeniczna;
$f/t/$ - funkcja obrazująca zmiany szeregu chronologicznego,

której postać graficzna dopasowana będzie najlepiej do punktów wyznaczanych wartościami empirycznymi, a więc takiej, która najlepiej charakteryzuje rozwój danej cechy /procesu/ systemu.

Znając parametry takiej funkcji szacować można przewidywany poziom wartości danej cechy /procesu/ systemu w przyszłych chwilach czasu systemowego, czyli wykorzystać ją do planowania i prognozowania rozwoju systemu.

Spośród metod /funkcji/ zaliczanych do klasycznych modeli tendencji rozwojowych, w których jedyną zmienną objaśniającą jest

czas - przyjęto i włączono w pierwszym etapie do bazy procedur /metod/ prognostycznych KSAR:

- liniową funkcję trendu;
- wykładniczą funkcję trendu;
- logistyczną funkcję trendu.

Analiza rozwoju różnych zjawisk pozwala stwierdzić, że wiele z nich charakteryzuje się tendencją rozwojową, która może być wyrażona za pomocą funkcji liniowej:

$$Y_t = a + bt$$

gdzie:

Y_t - zmienna endogeniczna /objaśniana/;
t - zmienna objaśniająca - czas systemowy;
a,b - parametry funkcji trendu.

Do szacowania wartości parametrów funkcji a i b można wykorzystać różne metody:

- metodę najmniejszych kwadratów;
- metodę maksimum wiarygodności;
- dekompozycyjną metodę aproksymacji.

W pracy tej przyjęto do szacowania wartości parametrów a i b metodą najmniejszych kwadratów, której ideę omówimy w skrócie.

Według metody najmniejszych kwadratów najlepiej dopasowana do danych empirycznych jest ta linia, która spełnia warunek najmniejszej sumy kwadratów odchyleń punktów empirycznych od punktów leżących na tej linii.

Można to zapisać następująco:

$$S = \sum_{n}^{N} /y_n - Y_t/^2 = \min$$

uwzględniając, że $Y_t = a + bt$

$$S = \sum_{n}^{N} /y_n - a - bt/^2 = \min$$

Zatem zastosowanie metody najmniejszych kwadratów do wyznaczania parametrów a i b prostej najlepiej dopasowanej do przebiegu empirycznego szeregu dynamicznego sprowadza się do prostego zagadnienia ekstremum i rozwiązania układu równań:

$$Na + b\sum_{n}^{N} t_n = \sum_{n}^{N} yn$$

$$a\sum_{n}^{N} t_n + b\sum_{n}^{N} t_n^2 = \sum_{n}^{N} t_n y_n$$

Wykorzystując metodę Cramera rozwiązywania równań liniowych otrzymujemy, że:

$$a = \frac{\sum_{n}^{N} yn \cdot \sum_{n}^{N} t_n^2 - \sum_{n}^{N} t_n \sum_{n}^{N} yn\,t_n}{N\sum_{n}^{N} t_n^2 - /\sum_{n}^{N} t_n/^2}$$

$$b = \frac{N\sum_{n}^{N} yn\,t_n - \sum_{n}^{N} t_n \sum_{n}^{N} yn}{N\sum_{n}^{N} t_n^2 - /\sum_{n}^{N} t_n/^2}$$

gdzie:

N - liczba punktów statystycznych /wyrazów szeregu chronologicznego/;

t_n - kolejny numer chwili czasu systemowego;

Y_n - wartość wyrazu szeregu czasowego w $t_n \in \Pi$ /$/ chwili czasu systemowego.

Przyjmijmy założenie, że nie znamy funkcji trendu badanej zmiennej endogenicznej Y_t i chcemy ją określić wnioskując na podstawie analizy graficznej, że jest to funkcja wykładnicza.

W przypadku funkcji wykładniczej względne przyrosty zmiennej Y_t są funkcją stałą /pomijając wahania okresowe/. W przypadku funkcji wykładniczej równanie funkcji trendu ma postać:

$$Y_t = a \cdot b^t$$

gdzie:

Y_t - zmienna endogeniczna wyrażająca wartość cechy /procesu/ w danej chwili czasu systemowego;

t - zmienna objaśniająca - czas systemowy;

a,b - parametry, których wartość szacujemy za pomocą metody najmniejszych kwadratów.

Wykorzystując metodę najmniejszych kwadratów wyznaczenie wartości parametrów a i b sprowadza się do rozwiązania następującego układu równań:

$$N\lg a + \lg b \sum_{n}^{N} t_n = \sum_{n}^{N} \lg y_n$$

$$\lg a \sum_{n}^{N} t_n + \lg b \sum_{n}^{N} t_n^2 = \sum_{n}^{N} t_n \lg y_n$$

Należy zaznaczyć, że w równaniach tych w miejsce wartości szeregu chronologicznego y_n wpisano $\lg y_n$. Pochodzi to stąd, że w przypadku wyznaczania trendu wykładniczego stosuje się transformację funkcji liniowej otrzymanej za pomocą logarytmowania.

Rozwiązanie tego układu równań przyjmuje więc postać:

$$\lg a = \frac{\sum_{n}^{N} \lg y_n \sum_{n}^{N} t_n^2 - \sum_{n}^{N} t_n \sum_{n}^{N} t_n \lg y_n}{N\sum_{n}^{N} t_n^2 - /\sum_{n}^{N} t_n/^2}$$

$$\lg b = \frac{N \sum_{n}^{N} t_n \lg y_n - \sum_{n}^{N} t_n \sum_{n}^{N} \lg y_n}{N\sum_{n}^{N} t_n^2 - /\sum_{n}^{N} t_n/^2}$$

W ten sposób wyznacza się odpowiednie wartości parametru funkcji trendu a i b.

Jak już wcześniej stwierdzono, ogół dostępnych metod prognozowania można podzielić na dwie grupy:

- metody matematyczno-statystyczne, które określa się jako metody ścisłe, obiektywne;
- metody heurystyczne, polegające na wykorzystaniu wiedzy ekspertów za pomocą różnych technik zbierania oraz analizy ich opinii i poglądów.

Obie te grupy metod mają swoje zalety i wady, które powodują, że w konkretnych przypadkach przeważa skłonność do stosowania metod należących do jednej bądź drugiej grupy:

- metody matematyczno-statystyczne /w przeciwieństwie do metod heurystycznych/ charakteryzują się obiektywizmem /co oznacza, że wynik prognozy nie zależy od woli autorów/, zapewnieniem monotoniczności i ciągłości rozwoju, honorowaniem prawidłowości itp.,
- metody heurystyczne umożliwiają natomiast świadome kształtowanie przyszłości, ustanawianie celów do osiągnięcia, zmianę dynamiki wzrostu itp.

Istnieje więc obiektywna konieczność stosowania w dziedzinie prognozowania takich metod, które leżą na pograniczu obu tych grup, a więc łączą w sobie ich zalety i eliminują wady.

Taką metodą "mieszaną" jest metoda, która wykorzystuje do badania dynamiki zjawisk funkcje logistyczne.

Przykład obrazu graficznego takiej funkcji jest przedstawiony na rys. 5.1. a jej równanie ma następującą postać:

$$Y_t = \frac{k}{1 + e^{b} e^{-at}}$$

gdzie:

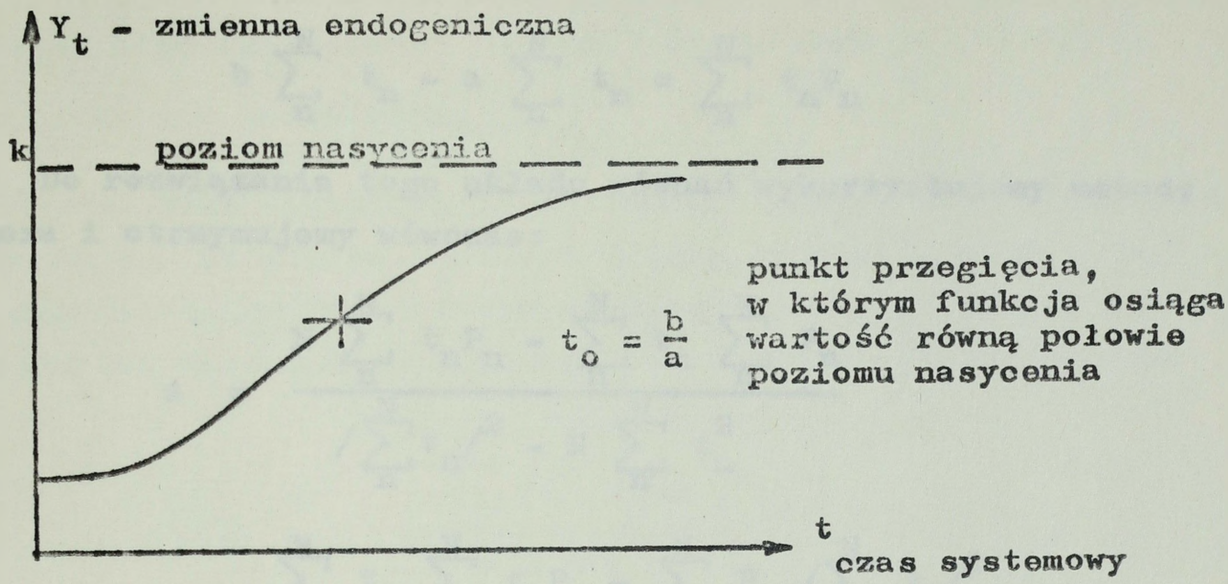
Y_t - zmienna endogeniczna wyrażająca wartość cechy /procesu/ w danej chwili czasu systemowego,

t - zmienna objaśniająca - czas systemowy,

a, b - parametry funkcji logistycznej, których wartość można szacować metodą najmniejszych kwadratów,

k - poziom nasycenia krzywej logistycznej.

Szacowanie wielkości poziomu nasycenia funkcji logistycznej - poziomu, na którym zaspokajane będą wszystkie potencjalne /nawet dziś nieodczuwalne/ potrzeby w zakresie badanego zjawiska dokonuje się metodą heurystyczną. Wprowadzenie do ścisłej metody matematycznej elementów intuicyjnych jest głównym założeniem "metody mieszanej".



Rys. 5.1. Przebieg krzywej logistycznej

Oszacowanie wartości parametrów a i b przy założonym poziomie nasycenia funkcji logistycznej dokonujemy przy wykorzystaniu metody najmniejszych kwadratów.
W tym celu równanie funkcji logistycznej można przekształcić w sposób następujący:

$$\frac{k - y}{y} = e^{b - at}$$

jeśli wprowadzimy oznaczenie, że:

$$P = \ln \frac{k - y}{y}$$

to uzyskujemy zależność liniową wiążącą parametry wymagające oszacowania

$$P = b - at$$

Stosując w stosunku do tej postaci kryterium minimum kwadratów

$$S = \sum_{n}^{N} /P_n - b + at_n/^2 = \min$$

po zróżniczkowaniu względem parametrów a i b oraz przyrównaniu pochodnych do zera uzyskujemy następujący układ równań:

$$Nb - a\sum_{n}^{N} t_n = \sum_{n}^{N} P_n$$

$$b \sum_{n}^{N} t_n - a \sum_{n}^{N} t_n = \sum_{n}^{N} t_n P_n$$

Do rozwiązania tego układu równań wykorzystujemy metodę Cramera i otrzymujemy wówczas:

$$a = \frac{N \sum_{n}^{N} t_n P_n - \sum_{n}^{N} t_n \sum_{n}^{N} P_n}{/\sum_{n}^{N} t_n/^2 - N \sum_{n}^{N} t_n^2}$$

$$b = \frac{\sum_{n}^{N} t_n \sum_{n}^{N} t_n P_n - \sum_{n}^{N} P_n /\sum_{n}^{N} t_n/^2}{/\sum_{n}^{N} t_n/^2 - N \sum_{n}^{N} t_n^2}$$

Mając oszacowane wartości parametrów a i b, przy przyjętym poziomie nasycenia k, możemy teraz wyznaczyć przebieg funkcji logistycznej opisującej przebieg badanej cechy /procesu/.

Sprawdzanie poprawności oszacowania funkcji trendu

Wykrycie głównej tendencji rozwojowej za pomocą metod matematyczno-statystycznych pozwala na jednoznaczne określenie zmian zachodzących w wartościach cech strukturalnych i procesów opisujących system w poszczególnych chwilach czasu systemowego. Prawidłowy dobór rodzaju krzywej, a więc określenie typu analitycznej zależności zmian od czasu systemowego jest jednym z trudniejszych zadań statystycznych.

Wiadomo, że parametry funkcji oszacowane metodą najmniejszych kwadratów są zgodne i nieobciążone. Jednakże, na samym ich oszacowaniu nie można zakończyć procesu badawczego. Nie bez znaczenia pozostaje bowiem pytanie, w jakim zakresie wynikające z tej funkcji wartości teoretyczne odbiegają od wartości empirycznych. Zbyt duże pod tym względem różnice dyskwalifikować mogą zasadność wykorzystania takiej funkcji do prognozowania.

W praktyce, do najczęściej stosowanych mierników, sprawdzających stopień dopasowania funkcji trendu do danych empirycznych należą:

- średni błąd oszacowania /średni błąd predykcji/;
- współczynnik zbieżności.

Średni błąd oszacowania lub inaczej oszacowanie odchylenia standardowego składnika losowego modelu tendencji rozwojowej jest pierwiastkiem kwadratowym ze średniej arytmetycznej kwadratów odchyleń wartości empirycznych od wartości teoretycznych.

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{n}^{N} /y_n - \hat{y}_n/^2}{N - p - 1}}$$

gdzie:

N - liczba punktów statystycznych;

$\hat{y}_n$ - teoretyczna wartość szeregu chronologicznego obliczona wg określonej funkcji dla $t_n \in \mathbb{T}/\$/$ chwili czasu systemowego;

y_n - wartość faktyczna /empiryczna/ szeregu chronologicznego w $t_n \in \mathbb{T}/\$/$ chwili czasu systemowego;

p - liczba parametrów występujących w funkcji opisujących trend.

Średni błąd oszacowania jest więc narzędziem do mierzenia różnicy między wartościami empirycznymi szeregu chronologicznego a wartościami teoretycznymi, wynikającymi z przyjętej funkcji trendu. Inaczej mówiąc, miernik ten służy do oceny rozrzutu poszczególnych obserwacji od linii tendencji rozwojowej. Im przyjmuje on mniejszą wartość tym przyjęta funkcja trendu dokładniej opisuje zmiany analizowanych wartości cech /parametrów/ systemu w poszczególnych chwilach czasu systemowego.

Drugim miernikiem oceny "dobroci" funkcji trendu do wartości empirycznych jest współczynnik zbieżności, który wyznaczamy wg wzoru:

$$\varphi^2 = \frac{\sum_{n}^{N} /y_n - \hat{y}_n/^2}{\sum_{n}^{N} /y_n - \bar{y}/^2}$$

gdzie:

y_n - wartość faktyczna /empiryczna/ szeregu chronologicznego w $t_n \in \mathbb{T}/\$/$ chwili czasu systemowego - zmiennej zależnej;

$\hat{y}_n$ - wartość teoretyczna szeregu chronologicznego obliczona wg funkcji dla $t_n \in \pi/\$/$ chwili czasu systemowego;

$\bar{y}$ - średnia arytmetyczna zmiennej zależnej

$$\bar{y} = \frac{\sum_{n}^{N} y_n}{N}$$

Współczynnik zbieżności przyjmuje wartości z przedziału

$$0 \leq \varphi^2 \leq 1$$

przy czym jeżeli $\varphi^2 = 0$ to oznacza, że nie występuje składnik losowy, czyli dla wszystkich chwil czasu systemowego $y_n = \hat{y}_n$ lub inaczej $y_n - \hat{y}_n = 0$ a więc krzywa opisująca wartości empiryczne szeregu chronologicznego dokładnie pokrywa się z wyznaczoną linią trendu.

W miarę jak współczynnik zbieżności przyjmuje większe wartości z przedziału $0 \leq \varphi^2 \leq 1$ to oznacza, że jest mniejsza zgodność wartości empirycznych i teoretycznych.

W przypadku skrajnym, gdy $\varphi^2 = 1$ to można stwierdzić, że wybrano niewłaściwą postać analityczną funkcji trendu.

5.4. Organizacja systemu KSAR

Efektywne funkcjonowanie BD "ROZWÓJ" w KSAR wymaga spełnienia określonych wymogów co do jego organizacji oraz zasad wykorzystania zasobów informacyjnych w nim zgromadzonych. W tym celu na etapie projektowania systemu należy zapewnić:

- organizację wyszukiwania danych umożliwiającą równoległą realizację żądań diagnostycznych i prognostycznych w określonym czasie przy zminimalizowanej redundancji danych,
- możliwość wybierania i udostępniania danych według struktury logicznej podanej w żądaniu konwersacyjnym w ustalonej przez każdego użytkownika KSAR formie i wymaganym terminie, niezależnie od organizacji fizycznej danych,
- możliwość centralnego zarządzania danymi,
- bezpośredni dostęp użytkowników systemu do zasobów informacyjnych BD,

- spójność informacyjną z eksploatowanymi dla potrzeb centralnego organu systemu rozwiązaniami informatycznymi,
- adaptacyjność baz danych, tzn. możliwość włączenia nowych klas repertuarów oraz cech/procesów opisujących zdarzenia systemu informatyzacji, jak również nowych metod statystyczno-prognostycznych,
- optymalne przetwarzanie danych,
- należytą ochronę danych.

Dla zrealizowania powyższych wymogów konieczne jest zaprojektowanie efektywnej struktury organizacyjno-funkcjonalnej KSAR. Tak rozumiana struktura KSAR opierać się będzie na konstrukcji warstw organizacyjnych umownie nazwanych warstwą operacyjną i warstwą użytkową.

5.4.1. Warstwa operacyjna KSAR

Warstwę operacyjną KSAR tworzyć będzie system operacyjny komputera oraz system techniczno-programowy zapewniający wspólny i niezależny dostęp do danych /metod/ znajdujących się w bazach danych, zwany systemem zarządzania bazami danych /SZBD/, współpracujący z tzw. systemem przetwarzania wewnętrznego. Warstwa ta składać się będzie z zespołu programów zabezpieczających od strony "systemowo-technicznej" manipulację danymi w trakcie wykonywania zgłoszonych żądań użytkowych.

W szczególności oprogramowanie warstwy operacyjnej KSAR powinno umożliwić:

- efektywne gromadzenie danych /metod/, w sposób gwarantujący dogodny do nich dostęp, przy wysokim stopniu wykorzystania pamięci zewnętrznych z bezpośrednim dostępem;
- szybkie wyszukiwanie informacji z baz danych zgodnie z potrzebami użytkowników systemu;
- niezależność programów użytkowych od struktury logicznej danych i ich fizycznego rozmieszczenia w bazach danych,
- ochronę danych przed uszkodzeniami lub niepowołanym dostępem

zwłaszcza gdy do baz danych ma dostęp kilku użytkowników równocześnie,

- odtwarzanie zawartości informacyjnej baz danych w przypadku ich zniszczenia.

System przetwarzania wewnętrznego obejmować będzie zbiór programów SZBD zorientowanych na wprowadzanie, aktualizację i wyszkiwanie danych zawartych w zasobach informacyjnych BD "ROZWÒJ". W ramach tego systemu wystąpi oddziaływanie programowych mechanizmów SZBD, głównie metod dostępu do danych.

System ten składać się będzie z dwóch modułów. Pierwszy z nich to moduł zakładania i aktualizacji przeznaczony do początkowego założenia baz danych i do wprowadzania danych za kolejne lata. Drugim modułem systemu przetwarzania wewnętrznego będzie moduł dostępu. Jego zadaniem będzie wybór wskazanych danych z baz danych według określonych kryteriów, formułowanych w systemie przetwarzania zewnętrznego KSAR.

System przetwarzania wewnętrznego warstwy operacyjnej będzie ściśle współpracował z systemem przetwarzania zewnętrznego warstwy użytkowej KSAR.

5.4.2. Warstwa użytkowa KSAR

Warstwa użytkowa KSAR zorientowana będzie na bezpośrednią współpracę z użytkownikami tego systemu. Wyróżnimy następujące grupy użytkowników systemu:

- centralny organ systemu,
- organy sztabowe systemu,
- organy wykonawcze systemu.

Każdy z wymienionych użytkowników systemu będzie równocześnie źródłem informacji do BD "ROZWÒJ" zgodnie z uprawnieniami i kompetencjami w zakresie wynikającym z przeprowadzonego procesu modelowania.

Z przytoczonej wyżej grupy użytkowników KSAR wynikają pewne wymogi jakie powinien spełniać system z punktu widzenia

gromadzenia i udostępniania informacji:

- każdy użytkownik systemu jest równocześnie źródłem informacji,
- użytkownik przekazuje do systemu informacje wyłącznie o swojej działalności,
- użytkownikom systemu /z wyjątkiem centralnego organu/ udostępniane będą informacje diagnostyczne i prognostyczne tylko dotyczące jego działalności.

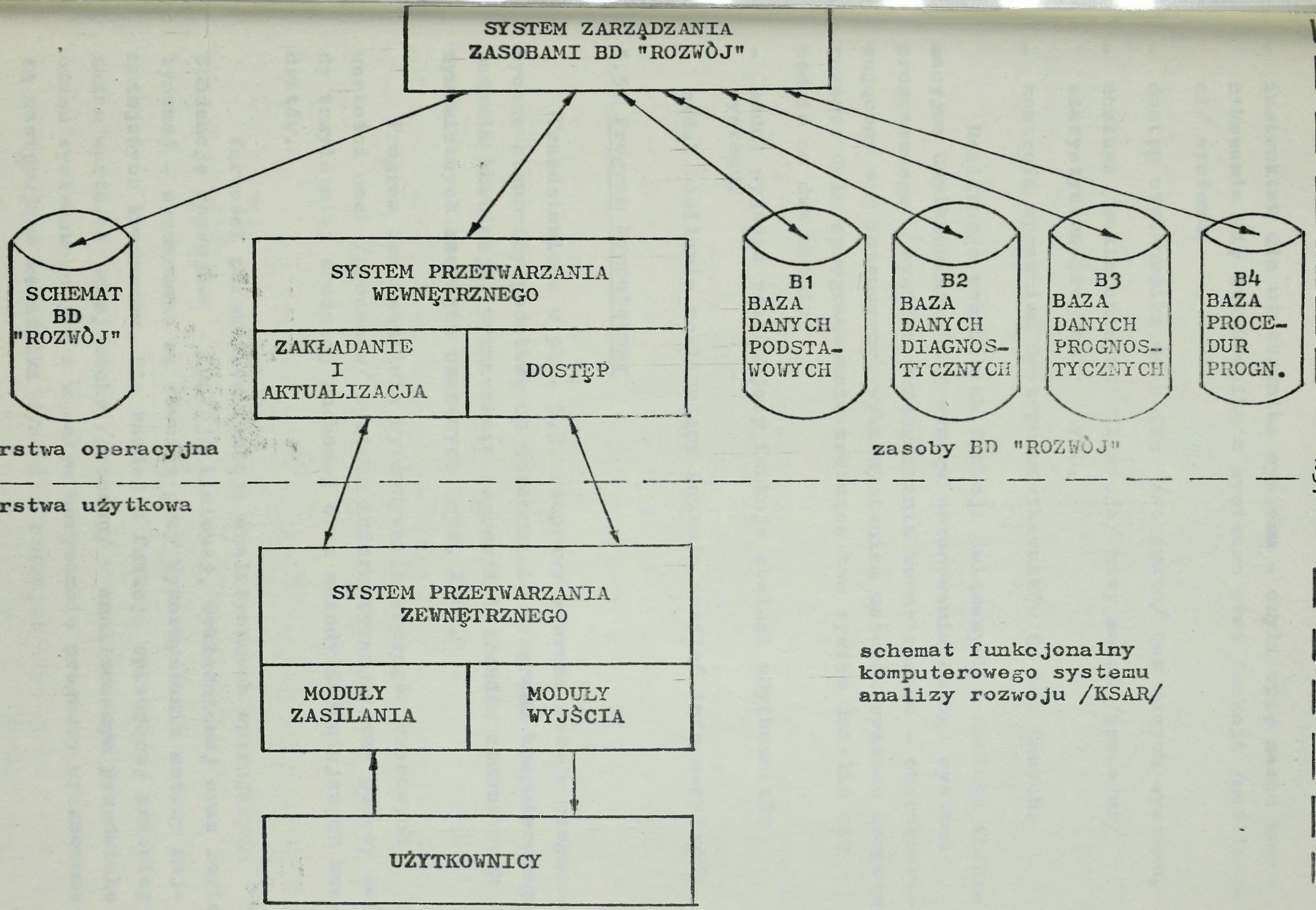
Użytkownicy KSAR, stawiają przed systemem zróżnicowane wymagania informacyjne, które w zależności od potrzeb mogą być realizowane:

- w formie dialogowej /natychmiast/ - na ekranie monitora, z jednoczesną możliwością ich wydrukowania na drukarce znakowo-mozaikowej sprzężonej z monitorem;
- według zgłoszeń /zapotrzebowanie/ - w określonym terminie w formie wydruku zestawień tabelarycznych na drukarce wierszowej.

Interaktywny /dialogowy/ system zapytań wymaga opracowania dla użytkowników systemu języka dialogu, który powinien cechować się:

- prostotą i łatwością stosowania,
- kompletnością relacyjną związaną z możliwością wyrażenia środkami języka dowolnie złożonych zapytań dotyczących dowolnych informacji zawartych w bazach danych,
- swobodną /nieformatyzowaną/ postacią bliską językowi naturalnemu,
- nieproceduralnością, czyli możliwością wyrażania w języku jedynie tego co ma być wykonane /np. wydobyte z bazy danych/, a nie jak to ma być zrobione /tj. bez algorytmu realizacji zadania/,
- jednolitością podejścia do podstawowych funkcji systemu, tj. definiowania struktur danych, wyszukiwania i aktualizacji danych,
- możliwością adaptacji języka do indywidualnych potrzeb użytkowników poprzez aparat definiowania pochodnych baz danych oraz makrodefinicji zastępujących złożone, powtarzalne frazy językowe.

Wśród pomocniczych funkcji języka, ułatwiających użytkownikowi współpracę z systemem powinny się znaleźć:



schemat funkcjonalny komputerowego systemu analizy rozwoju /KSAR/

- instruktaż dla użytkownika systemu - czyli opis zasad komunikowania się użytkownika z systemem oraz funkcji /możliwości/ systemu,
- dostęp użytkownika do opisu /schematu/ baz danych systemu,
- obsługa /zakładanie, aktualizacja/ bazy metod /procedur/ statystyczno-prognostycznych,
- kontrola uprawnień dostępu użytkowników do baz danych.

Realizacja wszystkich funkcji związanych z obsługą informacyjną użytkowników KSAR wymaga opracowania dużego systemu programowego - systemu przetwarzania zewnętrznego - charakteryzującego się intensywnym wykorzystaniem zasobów systemu komputerowego. Całe oprogramowanie tworzące ten system dzielić się będzie na dwa moduły:

- moduł wyjścia realizujący funkcje obsługi użytkowników systemu,
- moduł zasilania realizujący funkcje zasileń informacyjnych.

5.5. Program komputerowy

Przedstawione w pkt. 5.3. rozprawy wybrane metody prognostyczne stanowiły podstawę do opracowania programu komputerowego badania korelacji, wyznaczania regresji i trendów rozwojowych dynamicznych szeregów czasowych str. 246 .

Program ten umożliwia wyrównywanie szeregów czasowych wartości cech /procesów/ systemu informatyzacji przy pomocy metody trzyletniej średniej ruchomej oraz metody najmniejszych kwadratów.

Wartości parametrów funkcji analitycznych opisujących tendencję rozwojową - funkcji liniowej, wykładniczej oraz logistycznej - wyznaczane są również przy wykorzystaniu metody najmniejszych kwadratów. Dla każdej z funkcji opisującej przebieg zmian wartości danej cechy /procesu/ w analizowanym przedziale czasu systemowego jak i w całym horyzoncie prognozy wyznaczone są następujące wskaźniki dynamiki rozwoju:

- przyrost absolutny;

- wskaźnik wzrostu;
- tempo wzrostu;
- wskaźnik przyrostu;
- tempo przyrostu.

Wartości wskaźników dynamiki wyznaczane są również dla punktów statystycznych /empirycznych/, charakteryzujących przebieg danego zjawiska w czasie systemowym.
Dla każdej z funkcji analitycznych opisujących tendencję rozwojową wyznaczane są również wartości:

- średniej chronologicznej;
- średniego przyrostu absolutnego;
- średniego tempa wzrostu;
- średniego tempa przyrostu.

Organizacja programu umożliwia edycję, kolejno dla wszystkich funkcji analitycznych dwóch zestawień. Pierwsze, charakteryzuje rozwój danego zjawiska - dla punktów empirycznych i teoretycznych - w przedziale czasu systemowego. Drugie zawiera natomiast wyznaczoną, przy wykorzystaniu danej funkcji analitycznej, tendencję rozwoju wartości cechy /procesu/ systemu informatyzacji w zadanym horyzoncie prognozy.

Końcowym etapem edycji danych wyjściowych jest wydruk, na jednym zestawieniu zbiorczym danych opisujących rozwój analizowanej cechy /procesu/ w przedziale czasu systemowego wg wszystkich przyjętych w programie funkcji analitycznych, a następnie zestawienie zawierające - wyznaczone również przez wszystkie funkcje analityczne - tendencje rozwoju analizowanej cechy /procesu/ w całym horyzoncie prognozy.
Program komputerowy wyznacza tendencję rozwojową prognozowanych zjawisk wg trzech funkcji analitycznych. W celu dokonania właściwego doboru funkcji, której wartości - dane teoretyczne - najmniej odbiegają od danych empirycznych, a zatem najlepiej opisują przebieg prognozowanej zmiennej, konieczne jest przeprowadzenie obliczeń: wartości średniego błędu oszacowania oraz współczynnika zbieżności. Użytkownik programu - prognosta - analizując wartości tych współczynników wybiera tę funkcję, której wymienione współczynniki przyjmują najmniejszą wartość, a więc najlepiej opisują tendencję rozwojową.

Opisany program komputerowy charakteryzują następujące dane eksploatacyjne:

- nazwa programu PRIN;
- język programowania FORTRAN;
- komputer serii ODRA 1300;
- zajętość PAO 15K;
- czas realizacji pełnego przebiegu programu 2 min.;
- przebieg programu sterowany parametrycznie.

Przy pomocy danych sterujących na kartach perforowanych, określamy horyzont prognozy, liczbę punktów statystycznych, poziom nasycenia krzywej logistycznej, rodzaj /nazwę/ analizowanej cechy /procesu/ oraz jej wartości w poszczególnych chwilach czasu systemowego.

5.6. Przykład wykorzystania programu

Załóżmy, że dysponujemy informacjami charakteryzującymi wartości procesu elementarnego kosztów eksploatacji użytkowej klasy repertuaru rozwiązań informatycznych w poszczególnych chwilach czasu systemowego.

Tabl. 1

R o k /chwila czasu systemowego/	Koszt eksploatacji użytkowej /mln.zł/	R o k /chwila czasu systemowego/	Koszt eksploatacji użytkowej /mln.zł/
1970	3.193	1977	5.742
1971	4.013	1978	6.274
1972	4.123	1979	7.125
1973	4.504	1980	7.428
1974	4.627	1981	8.625
1975	4.821	1982	8.813
1976	5.524		

Przy wykorzystaniu programu komputerowego PRIN wyrównano szereg czasowy metodą trzyletniej średniej ruchomej oraz funkcjami analitycznymi, obliczono wskaźniki dynamiki rozwoju, oceniono stopień dopasowania funkcji teoretycznych do danych empirycznych,

wyznaczono również - przy wykorzystaniu funkcji analitycznych - prognozy rozwoju kosztów eksploatacji użytkowej klasy repertuaru rozwiązań informatycznych na lata 1983-2000.

Z analiz danych wynikowych wnioskujemy, że:

1. W przypadku wygładzenia szeregu czasowego metodą trzyletniej średniej ruchomej wahania wartości wygładzonego szeregu czasowego są znacznie mniejsze niż wahania szeregu empirycznego /pierwotnego/, gdyż odchylenia przypadkowe w poszczególnych latach zostały częściowo zniwelowane. Szereg składający się z wartości średniej ruchomej jest więc wygładzonym obrazem szeregu pierwotnego, przy czym w szeregu teoretycznym - tym wygładzonym - tendencja rozwojowa występuje wyraźniej.

2. Wyznaczone parametry funkcji liniowej opisującej wykrytą tendencję rozwojową wynoszą odpowiednio a = 2.633; b = 0.447 zatem zapis analityczny funkcji ma postać:

$$y_{t_n} = 2.633 + 0.447t_n$$

Równanie to zinterpretować możemy w ten sposób, że w latach 1970-1982 koszty eksploatacji użytkowej klasy repertuaru rozwiązań informatycznych zwiększały się każdego roku średnio o 0.447 mln.zł.

Analiza wskaźników dynamiki rozwoju wygładzonego przez funkcję liniową szeregu czasowego prowadzi do stwierdzenia, że przyrost absolutny wartości wyrazów teoretycznego szeregu dynamicznego jest stały w kolejnych chwilach czasu systemowego, a zmiany wartości wskaźników tempa wzrostu i przyrostu mówią o zachowaniu rozwojowego "status quo".
Jeżeli więc z analizy jakościowej badanego zjawiska wynika, że przyrosty zmiennej w każdej jednostce czasu systemowego mogą być mniej więcej równe i fakt ten potwierdzają posiadane materiały empiryczne, to przyjęcie jako linii trendu prostej wyznaczonej przez funkcję liniową będzie logicznie uzasadnione.

3. Zastosowana w programie PRIN metoda najmniejszych kwadratów pozwoliła na wyznaczenie parametrów funkcji wykładniczej a = 3.420, b = 1.083, zatem zapis analityczny funkcji przyjmuje postać

$$y_{t_n} = 3.420 \cdot 1.083^{t_n}$$

Analiza wartości wskaźników charakteryzujących dynamikę rozwoju szeregu teoretycznego wskazuje, że przyrosty absolutne w kolejnych chwilach czasu systemowego są coraz większe, zachowana jest natomiast stałość przyrostów stosunkowych, która wynosi 1.083. Stała wartość wskaźnika wzrostu oznacza, że badana zmiana zwiększać się będzie każdego roku - w każdej chwili czasu systemowego - średnio o 8.252%, czyli o tyle wzrastać będą corocznie koszty eksploatacji rozwiązań informatycznych.

Jeżeli więc wartości szeregu czasowego zmieniają się w postępie geometrycznym - co potwierdza ciągłość przyrostów stosunkowych zmiennej - to logiczne jest przyjęcie jako linii trendu krzywej wyznaczonej przez funkcję wykładniczą.

4. W przykładzie wykonano obliczenia dla dwóch założonych poziomów nasycenia krzywej logistycznej 50.0, 70.0. Oznacza to, że teoretycznie wyznaczono rozwój kosztów eksploatacji rozwiązań informatycznych przy założeniu, że w końcu horyzontu prognozy osiągnie on odpowiednio wartości 50 i 70 mln.zł.
Postacie analityczne funkcji liniowych mają postać:

$$y_{t_n} = \frac{50}{1 + e^{2.710} \cdot e^{-0.090t_n}} \qquad y_{t_n} = \frac{50}{1 + e^{3.061} \cdot e^{-0.086t_n}}$$

Analiza danych wynikowych charakteryzujących dynamikę rozwoju analizowanego zjawiska wskazuje, że w całym horyzoncie prognozy przy stałym przyroście absolutnym wartości szeregu czasowego, przyrosty stosunkowe tych zmiennych zachowują stałą, wolno zmieniającą się tendencję spadkową. Tempo przyrostu jest więc coraz mniejsze. Zmiana wartości wskaźników dynamiki wskazuje na postępowy typ rozwoju - z zachowaniem rozwojowego "status quo" - analizowanego zjawiska.

Parametry funkcji logistycznej pozwalają również na wyznaczenie "punktu przegięcia" krzywej opisującej tendencję rozwojową - punktu /chwili/, od którego przyrosty absolutne będą coraz mniejsze.

$$t_{50} = \frac{2.710}{0.090} \approx 30 \div 31 \qquad t_{70} = \frac{3.061}{0.086} \approx 35 \div 36$$

Widzimy więc, że dla poziomu nasycenia 50.00 fakt ten będzie miał miejsce w latach 1999-2000, natomiast dla poziomu 70.0 nastąpi dopiero w latach 2004-2005.

5. Program komputerowy wyznacza dla każdej funkcji analitycznej wartość mierników dopasowania szeregu teoretycznego do wartości empirycznych. Zbiorcze zestawienie tych wartości zawiera tabl. 2.

Tabl. 2

Funkcja analityczna		Średni błąd oszacowania	Współczynnik zbieżności
Funkcja liniowa		0.393274	0.040112
Funkcja wykładnicza		0.240123	0.007477
funkcja logistyczna	k = 50.0	0.252909	0.005529
	k = 70.0	0.248517	0.005339

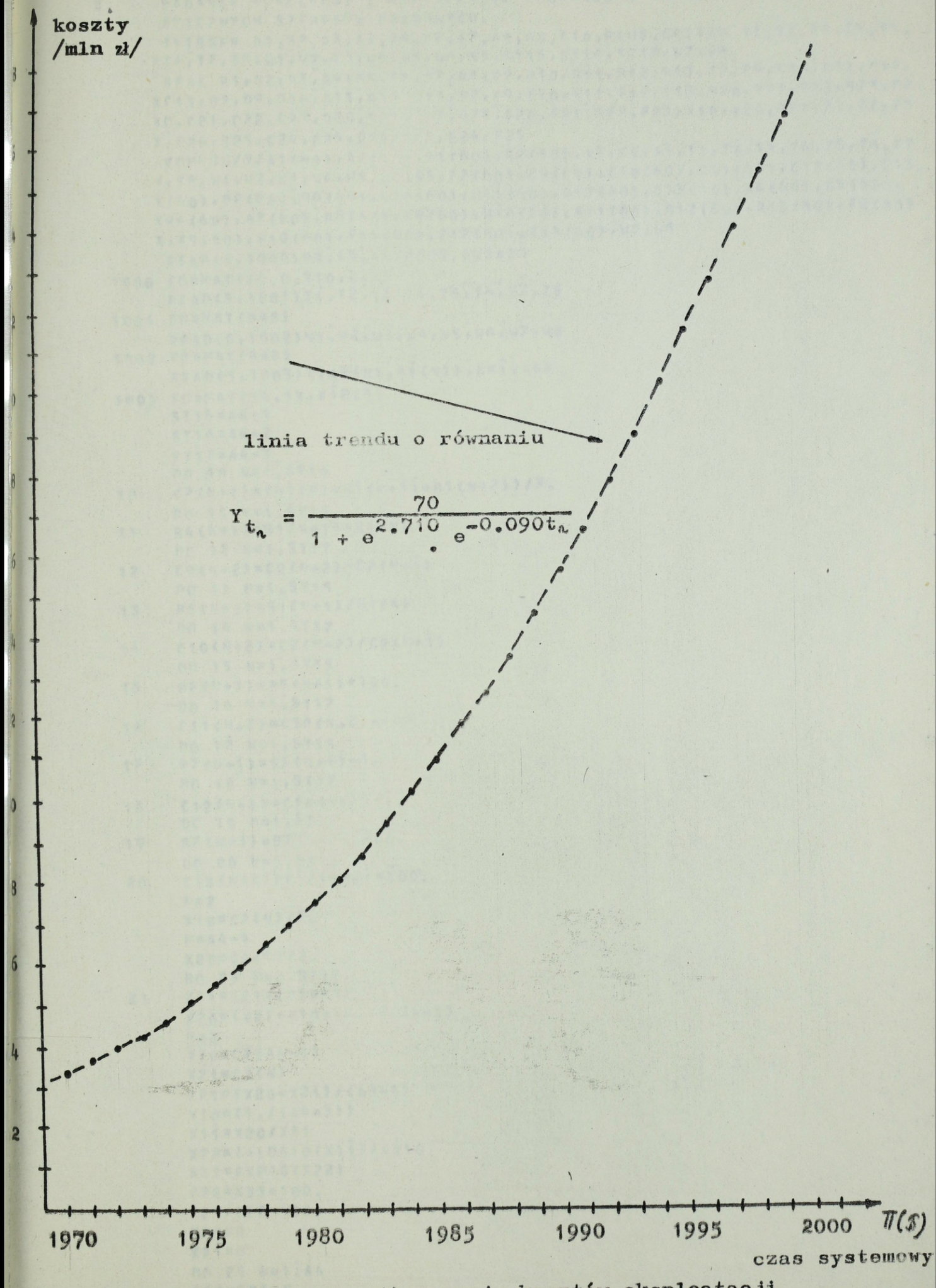
Analiza danych zawartych w tabl.2 nasuwa wniosek, że spośród funkcji analitycznych wykorzystanych do wyznaczenia tendencji rozwojowej, funkcja która najlepiej opisuje przebieg analizowanego zjawiska, jest funkcja logistyczna o poziomie nasycenia k = 70.0. Dla tej funkcji bowiem mierniki dopasowania przyjmują najmniejsze wartości.
Wartość średniego błędu oszacowania wskazuje, że odchylenia w rocznym przyroście kosztów eksploatacji użytkowej rozwiązań informatycznych od linii trendu będą wynosić średnio $\pm$ 0.2485 mln.zł. Biorąc pod uwagę wielkość kosztów eksploatacji - średnia chronologiczna 5.720 mln.zł - średni błąd oszacowania nie jest więc duży.
Istnieją więc uzasadnione podstawy pozwalające na wykorzystanie funkcji logistycznej o poziomie nasycenia 70.0 do prognozowania rozwoju kosztów eksploatacji użytkowej klasy repertuaru rozwiązań informatycznych systemu informatyzacji.

Na wydruku komputerowym str. 264 są wyznaczone przyszłe wartości kosztów, wynikające z ekstrapolacji przyjętej funkcji trendu, a przebieg logistycznego trendu przedstawia rys. 5.2.

Tabl. 3

Rok	Prognoza kosztów eksploatacji użytkowej /mln.zł/
1985	10.998
1990	15.612
1995	21.457
2000	28.350

Należy podkreślić, że powyższych wyników nie można traktować jako prognozy rozwoju kosztów eksploatacji rozwiązań informatycznych. Jest to jedynie formalny wynik - tylko przykładowy, który potwierdza słuszność wykorzystania opracowanej w rozprawie procedury badawczej do wyznaczenia tendencji rozwojowych cech /procesów/ opisujących system informatyzacji.



Rys. 5.2. Przebieg tendencji rozwoju kosztów eksploatacji użytkowej klasy repertuaru rozwiązań informatycznych

```
      MASTER PRIN
C     BADANIE KORELACJI I WYZNACZANIE REGRESJI I TRENDOW DOZWOLONYCH DYN
C     AMICZNYCH SZEREGOW CZASOWYCH.
      INTEGER A1,A2,A3,A4,A5,A6,A7,A8,A9,A10,PLUS,GWIAZD,T1,T2,T3,T4,T5,
     XT6,T7,T8,W1,W2,W3,W4,W5,W6,S5,ST15,ST16,ST17,W7,W8
      REAL B1,B2,B3,B4,B5,B6,B7,B8,B9,B10,B11,B12,B13,C2,C9,C10,C11,C12,
     XC13,D2,D3,D10,D11,D12,D13,F2,F9,F10,F11,F12,F13,X20,X21,Z1,Z2,Z3
     XC,C21,C22,C23,D20,D21,D22,D23,F20,F21,F22,F23,X10,X20,X21,Z1,Z2,Z3
     X,F24,F25,C24,C25,D24,D25,F24,F25
      COMMON/Y/A1(60),A2(60),B1(60),B2(60),A3,A4,A5,T1,T2,T3,T4,T5,T6,T7
     4,T8,W1,W2,W3,W4,W5,W6,S5,C2(60),C9(60),C10(60),C11(60),C12(60),C13
     X(60),D2(60),D3(60),D10(60),D11(60),D12(60),D13(60),B4(60),B5(60),
     XB6(60),B7(60),B8(60),B9(60),B10(60),B11(60),B12(60),B13(60),F2(60)
     X,F9(60),F10(60),F11(60),F12(60),F13(60),W7,W8
      READ(5,1000)B3,A5,A6,PLUS,GWIAZD
 1000 FORMAT(F0.0,2I0,2
      READ(5,1001)T1,T2,T3,T4,T5,T6,T7,T8
 1001 FORMAT(8A8)
      READ(5,1002)W1,W2,W3,W4,W5,W6,W7,W8
 1002 FORMAT(8A8)
      READ(5,1003)((A2(N),B1(N)),N=1,A6)
 1003 FORMAT(I4,1X,F12.3)
      ST15=A4-1
      ST16=A4-2
      ST17=A4-3
      DO 10 N=1,ST16
   10 C2(N+1)=(B1(N)+B1(N+1)+B1(N+2))/3.
      DO 11 N=1,ST15
   11 B4(N+1)=B1(N+1)-B1(N)
      DO 12 N=1,ST17
   12 C9(N+2)=C2(N+2)-C2(N+1)
      DO 13 N=1,ST15
   13 B5(N+1)=B1(N+1)/B1(N)
      DO 14 N=1,ST17
   14 C10(N+2)=C2(N+2)/C2(N+1)
      DO 15 N=1,ST15
   15 B6(N+1)=B5(N+1)*100.
      DO 16 N=1,ST17
   16 C11(N+2)=C10(N+2)*100.
      DO 17 N=1,ST15
   17 B7(N+1)=B5(N+1)-1.
      DO 18 N=1,ST17
   18 C12(N+2)=C10(N+2)-1.
      DO 19 N=1,ST15
   19 B8(N+1)=B7(N+1)*100.
      DO 20 N=1,ST17
   20 C13(N+2)=C12(N+2)*100.
      N=2
      X10=C2(N)/2.
      N=A4-1
      X20=C2(N)/2.
      DO 21 N=2,ST17
   21 X21=X21+C2(N+1)
      C20=(X21+X10+X20)/(A4-3)
      N=2
      X20=C2(A4-1)
      X21=C2(N)
      C21=(X20-X21)/(A4-3)
      X10=(1./(A4-3))
      X11=X20/X21
      X22=(ALOG10(X11))*X10
      X33=EXP10(X22)
      C22=X33*100.
      C23=C22-100.
      X20=0
      X21=0
      DO 25 N=1,A4
      STI=STI+N
      STI2=STI2+N*N
      X10=X10+B1(N)
   25 X20=X20+(B1(N)*N)
```

```
0079                Z1=(A4*STI2)-(STI*STI)
0080                Z2=((X10*STI2)-(STI*X20))/Z1
0081                Z3=((A4*X20)-(STI*X10))/Z1
0082                WRITE(6,5311)Z2,Z3
0083          5311  FORMAT(1X,2E12.3)
0084                J=A4-A2(A4)+A4
0085                DO 26 N=1,J
0086          26    D2(N)=Z2+(Z3*N)
0087                ST15=J-1
0088                DO 27 N=1,ST15
0089          27    D9(N+1)=D2(N+1)-D2(1)
0090                DO 28 N=1,ST15
0091          28    D10(N+1)=D2(N+1)/D2(N)
0092                DO 29 N=1,ST15
0093          29    D11(N+1)=D10(N+1)*100.
0094                DO 30 N=1,ST15
0095          30    D12(N+1)=D10(N+1)-1.
0096                DO 31 N=1,ST15
0097          31    D13(N+1)=D12(N+1)*100.
0098                X21=0
0099                N=1
0100                X10=D2(N)/2.
0101                X20=D2(A4)/2.
0102                DO 32 N=1,ST16
0103          32    X21=X21+D2(N+1)
0104                D20=(X10+X20+X21)/(A4-1)
0105                N=1
0106                X20=D2(A4)
0107                X21=D2(N)
0108                D21=(X20-X21)/(A4-1)
0109                X10=(1./(A4-1))
0110                X11=X20/X21
0111                X22=(ALOG10(X11))*X10
0112                X33=EXP10(X22)
0113                D22=X33*100.
0114                D23=D22-100.
0115                X52=0
0116                X50=(1./(A4-3))
0117                DO 60 N=1,A4
0118                X51=(B1(N)-D2(N))**2
0119          60    X52=X52+X51
0120                X51=X52*X50
0121                D24=SQRT(X51)
0122                X52=0
0123                X51=0
0124                DO 61 N=1,A4
0125          61    X51=X51+B1(N)
0126                X50=X51/A4
0127                DO 62 N=1,A4
0128                X51=(B1(N)-D2(N))**2
0129          62    X52=X52+X51
0130                DO 63 N=1,A4
0131                X51=(B1(N)-X50)**2
0132          63    X53=X53+X51
0133                D25=X52/X53
0134                X10=0.
0135                X11=0
0136                STI=0
0137                STI2=0
0138                DO 40 N=1,A4
0139                STI=STI+(N-1)
0140                STI2=STI2+((N-1)*(N-1))
0141                X90=ALOG10(B1(N))
0142                X10=X10+X90
0143          40    X11=X11+(N-1)*X90
0144                Z1=((A4*STI2)-(STI*STI))
0145                Z2=((X10*STI2)-(STI*X11))/Z1
0146                Z3=((A4*X11)-(STI*X10))/Z1
0147                X10=EXP10(Z2)
0148                X20=EXP10(Z3)
0149                WRITE(6,5011)X10,X20
0150          5011  FORMAT(1X,2E12.3)
```

```
0151                J=A5-A2(A4)+A4
0152                DO 41 N=0,J-1
0153           41   F2(N+1)=X10*(X20**N)
0154                ST15=J-1
0155                DO 42 N=1,ST15
0156           42   F2(N+1)=F2(N+1)-F2(1)
0157                DO 43 N=1,ST15
0158           43   F10(N+1)=(F2(N+1)/F2(N)
0159                DO 44 N=1,ST15
0160           44   F11(N+1)=(F10(N+1)*100.
0161                DO 45 N=1,ST15
0162           45   F12(N+1)=F11(N+1)-1.
0163                DO 46 N=1,ST15
0164           46   F13(N+1)=F12(N+1)*100.
0165                X21=0
0166                N=1
0167                X10=F2(1)/2.
0168                X20=F2(A4)/2.
0169                DO 47 N=1,ST16
0170           47   X21=X21+F2(N+1)
0171                F20=(X10+X20+X21)/(A4-1)
0172                N=1
0173                X20=F2(A4)
0174                X21=F2(N)
0175                F21=(X20-X21)/(A4-1)
0176                X10=(1./(A4-1))
0177                X11=X20/X21
0178                X22=(ALOG10(X11))*X10
0179                X33=EXP10(X22)
0180                F22=X33*100.
0181                F23=F22-100.
0182                X52=0
0183                X50=(1./(A4-3))
0184                DO 64 N=1,A4
0185                X51=(B1(N)-F2(N))**2
0186           64   X52=X52+X51
0187                X51=X52*X50
0188                F24=SQRT(X51)
0189                X52=0
0190                X51=0
0191                DO 65 N=1,A4
0192           65   X51=X51+B1(N)
0193                X50=X51/A4
0194                DO 66 N=1,A4
0195                X51=(B1(N)-F2(N))**2
0196           66   X52=X52+X51
0197                DO 67 N=1,A4
0198                X51=(B1(N)-X50)**2
0199           67   X53=X53+X51
0200                F25=X52/X53
0201           C    — LOGISTYCZNA
0202                STI=0
0203                STI2=0
0204                DO 199 N=1,A4
0205                STI=STI+N
0206                STI2=STI2+N*N
0207                P3=ALOG((B3-B1(N))/B1(N))
0208                P1=P1+P3
0209          199   P2=P2+(P3*N)
0210                WRITE(6,5001)STI,STI2,P1,P2
0211          5001  FORMAT(1X,4F12.3)
0212                C=(STI*STI)-(A4*STI2)
0213                A=((A4*P2)-(STI*P1))/C
0214                B=((P2*STI)-(P1*STI2))/C
0215                WRITE(6,5012)A,B
0216          5012  FORMAT(1X,2F12.3)
0217                J=A5-A2(A4)+A4
0218                DO 110 N=1,J
0219                BU=B-(A*N)
0220          110   B2(N)=B3/(1.+EXP(BU))
0221                ST15=J-1
0222                DO 51 N=1,ST15
```

```
   51    R2(N+1)=R2(N+1)-R2(1)
         DO 52 N=1,ST15
   52    R10(N+1)=R2(N+1)/R2(N)
         DO 53 N=1,ST15
   53    R11(N+1)=R10(N+1)*100.
         DO 54 N=1,ST15
   54    R12(N+1)=R10(N+1)-1
         DO 55 N=1,ST15
   55    R13(N+1)=R12(N+1)*100.
         X21=0
         N=1
         X10=R2(N)/2.
         X20=R2(A4)/2.
         DO 56 N=1,ST16
   56    X21=X21+R2(N+1)
         R20=(X10+X20+X21)/(A4-1)
         N=1
         X20=R2(A4)
         X21=R2(N)
         R21=(X20-X21)/(A4-1)
         X10=(1./(A4-1))
         X11=X20/X21
         X22=(ALOG10(X11))*X10
         X33=EXP10(X22)
         R22=X33*100.
         R23=R22-100.
         X52=0
         X50=(1./(A4-3))
         DO 68 N=1,A4
         X51=(R1(N)-R2(N))**2
   68    X52=X52+X51
         X51=X52*X50
         R24=SQRT(X51)
         X52=0
         X51=0
         DO 69 N=1,A4
   69    X51=X51+R1(N)
         X50=X51/A4
         DO 70 N=1,A4
         X51=(R1(N)-R2(N))**2
   70    X52=X52+X51
         DO 71 N=1,A4
         X51=(R1(N)-X50)**2
   71    X53=X53+X51
         R25=X52/X53
         WRITE(6,2000)
 2000 FORMAT(1H1)
         WRITE(6,2001)
 2001 FORMAT(1H0)
         WRITE(6,2002)
 2002 FORMAT(1H0)
         WRITE(6,2003)
 2003 FORMAT(44X,33HO B L I C Z A N I E  K O R E L A C J I,/)
         WRITE(6,2004)
 2004 FORMAT(59X,1HT,/)
         WRITE(6,2005)
 2005 FORMAT(36X,52HW Y Z N A C Z A N I E  T R E N D U  R O Z W O J U
     X,/)
         WRITE(6,2006)T1,T2,T3,T4,T5,T6,T7,T8
 2006 FORMAT(30X,8A8,/)
 5006 FORMAT(30X,8A8,/)
         WRITE(6,5006)W1,W2,W3,W4,W5,W6,W7,W8
         WRITE(6,2007)
 2007 FORMAT(53X,11HM E T O D A,/)
         WRITE(6,2008)
 2008 FORMAT(31X,57HT R Z Y L E T N I E J  S R E D N I E J  R U C H O
     XH W J,/)
         WRITE(6,2009)
         WRITE(6,2074)A4
 2074 FORMAT(5X,20HLICZBA ZMIENNYCH = 2,56X,32HLICZBA PUNKTOW STATYSTYCZ
     NYCH = ,I3,/)
         WRITE(6,2009)
```

```
2009 FORMAT(120(1H=),/)
     WRITE(6,2010)
2010 FORMAT(120H:          :          :          :
    X W S K A Z N I K I      D Y N A M I K I      R O Z W O J U      :,
    X/)
     WRITE(6,2011)
2011 FORMAT(120H: LICZBA   :          :          :          :------
    X-----------------------------------------------------------:,
    X/)
     WRITE(6,2012)
2012 FORMAT(120H: PUNKTOW : ZMIENNA   : ZMIENNA  : WYZNACZONA :  WG :
    X  EMPIRYCZNYCH      :  WG :   SREDNIEJ  RUCHOMEJ          :,
    X/)
     WRITE(6,2013)
2013 FORMAT(120H: STATYS- :OBJASNIAJACA: ZALEZNA  : TENDENCJA  :------
    X-----------------------------------------------------------:,
    X/)
     WRITE(6,2014)
2014 FORMAT(120H: TYCZNYCH:    /ROK/    :          : ROZWOJOWA  :PRZYRO
    XST:WSKAZ:TEMPO :WSKAZ:TEMPO :PRZYROST:WSKAZ:TEMPO :WSKAZ:TEMPO
    X/)
     WRITE(6,2015)
2015 FORMAT(120H:          :          :          :          :ABSOLU
    XT.:WZROS:WZROST:PRZYR:PRZYR :ABSOLUT.:WZROS:WZROST:PRZYR:PRZYROS:,
    X/)
     WRITE(6,2009)
     N=1
     WRITE(6,4000)N,A2(N),B1(N)
4000 FORMAT(4X,I2,8X,I4,5X,F12.3)
     N=2
     WRITE(6,4001)N,A2(N),B1(N),C2(N),B4(N),B5(N),B6(N),B7(N),B8(N)
4001 FORMAT(4X,I2,8X,I4,5X,F12.3,1X,F12.3,1X,F8.3,1X,F5.3,1X,F6.2,1X,
    XF5.3,1X,F6.2)
     DO 100 N=3,A4-1
100  WRITE(6,2016)N,A2(N),B1(N),C2(N),B4(N),B5(N),B6(N),B7(N),B8(N),
    XC9(N),C10(N),C11(N),C12(N),C13(N)
2016 FORMAT(4X,I2,8X,I4,5X,F12.3,1X,F12.3,1X,F8.3,1X,F5.3,1X,F6.2,1X,
    XF5.3,1X,F6.2,1X,F8.3,1X,F5.3,1X,F6.2,1X,F5.3,1X,F6.2)
     N=A4
     WRITE(6,4002)N,A2(N),B1(N),B4(N),B5(N),B6(N),B7(N),B8(N)
4002 FORMAT(4X,I2,8X,I4,5X,F12.3,1X,13X,F8.3,1X,F5.3,1X,F6.2,1X,F5.3,1X
    X,F6.2)
     WRITE(6,2009)
     WRITE(6,2017)C20
2017 FORMAT(5X,28HSREDNIA CHRONOLOGICZNA     = ,F12.3,/)
     WRITE(6,2018)C21
2018 FORMAT(5X,28HSREDNI PRZYROST ABSOLUTNY = ,F12.3,/)
     WRITE(6,2019)C22
2019 FORMAT(5X,28HSREDNIE TEMPO WZROSTU      = ,4X,F7.3,1HX,/)
     WRITE(6,2020)C23
2020 FORMAT(5X,28HSREDNIE TEMPO PRZYROSTU    = ,4X,F7.3,1HX,/)
     WRITE(6,2000)
     WRITE(6,2001)
     WRITE(6,2003)
     WRITE(6,2004)
     WRITE(6,2005)
     WRITE(6,4005)T1,T2,T3,T4,T5,T6,T7,T8
4005 FORMAT(30X,8A8,/)
     WRITE(6,5016)W1,W2,W3,W4,W5,W6,W7,W8
5016 FORMAT(30X,8A8,/)
     WRITE(6,2007)
     WRITE(6,2021)
2021 FORMAT(35X,46H          F U N K C J I          L I N I O W E J ,/)
     WRITE(6,2001)
     WRITE(6,4003)A4
4003 FORMAT(5X,20HLICZBA ZMIENNYCH = ,56X,32HLICZBA PUNKTOW STATYSTYCZ
    XNYCH = ,I3,/)
     WRITE(6,2009)
     WRITE(6,2010)
     WRITE(6,2011)
     WRITE(6,2022)
2022 FORMAT(120H: PUNKTOW : ZMIENNA   : ZMIENNA  : WYZNACZONA :  WG :
```

```
     X DANYCH   EMPIRYCZNYCH      : WG :     FUNKCJI   LINIOWEJ      :',
     X/)
      WRITE(6,2013)
      WRITE(6,2014)
      WRITE(6,2015)
      WRITE(6,2009)
      N=1
      WRITE(6,4004)N,A2(N)          ),D2(N)
 4004 FORMAT(4X,I2,8X,I4,          2,3,1X,F12.3)
      DO 101 N=2,A4
  101 WRITE(6,2023)N,A2(N          (N),D2(N),B4(N),B5(N),B6(N),B7(N),B8(N),
     XD9(N),D10(N),D11(N          (N),D13(N)
 2023 FORMAT(4X,I2,8X,I4,          F12.3,1X,F12.3,1X,F8.3,1X,F5.3,1X,F6.2,1X,
     XF8.3,1X,F6.2,1X,F8.          ,F5.3,1X,F6.2,1X,F5.3,1X,F6.2)
      WRITE(6,2009)
      WRITE(6,2024)D20
 2024 FORMAT(5X,25HSREDNIA CHRONOLOGICZNA     = ,F12.3,/)
      WRITE(6,2025)D21,D24
 2025 FORMAT(5X,25HSREDNI PRZYROST ABSOLUTNY = ',F12.3,25X,25HSREDNI BLAD
     X OSZACOWANIA =',F9.4,/)
      WRITE(6,2026)D22,D25
 2026 FORMAT(5X,25HSREDNIE TEMPO WZROSTU      =  ,4X,F7.3,1HX,25X,25HWSPO
     XCZYNNIK ZBIEZNOSCI =',F9.4,/)
      WRITE(6,2027)D23
 2027 FORMAT(5X,25HSREDNIE TEMPO PRZYROSTU    = ',4X,F7.3,1HX,/)
      WRITE(6,2000)
      WRITE(6,2028)
 2028 FORMAT(44X,32HP R O G N O Z A   R O Z W O J U,/)
      WRITE(6,2001)
      WRITE(6,4006)T1,T2,T3,T4,T5,T6,T7,T8
 4006 FORMAT(30X,8A8,/)
      WRITE(6,5026)W1,W2,W3,W4,W5,W6,W7,W8
 5026 FORMAT(30X,8A8,/)
      WRITE(6,4007)
 4007 FORMAT(26X,70HW Y       C Z O N A   M E T O D A   F U N K C J I
     X   L I N I O W E J)
      ST13=A2(A4)
      A3=ST13+1
      WRITE(6,2029)A3,A5
 2029 FORMAT(37X,37HW O       Z O N T   P R O G N O Z Y    ,I4,1H-,I4,/)
      WRITE(6,2001)
      WRITE(6,2030)
 2030 FORMAT(14X,94(1H=),/)
      WRITE(6,2031)
 2031 FORMAT(14X,94H:          :                                    : W
     XSKAZNIKI        DYNAMIKI          ROZWOJU      :,/)
      WRITE(6,2032)
 2032 FORMAT(14X,94H:          :  ZMIENNA    :   ZMIENNA          ZALEZNA  :--
     X----------------------------------------:,/)
      WRITE(6,2033)
 2033 FORMAT(14X,94H:  LP  :OBJASNIAJACA:                                  : PR
     XZYROST :WSKAZN.: TEMPO  :WSKAZN.: TEMPO  :,/)
      WRITE(6,2034)
 2034 FORMAT(14X,94H:       :    /ROK/    : WARTOSC  FUNKCJI  REGRESJI:
     X      :       :WZROSTU :       : PRZYR.  :,/)
      WRITE(6,2035)
 2035 FORMAT(14X,94H:       :             :                              :ABS
     XOLUTNY :WZROSTU:   (%)   :PRZYR.  :   (%)   :,/)
      WRITE(6,2030)
      S5=A3
      A3=A3-1
      DO 102 N=A4+1,I
      A3=A3+1
  102 WRITE(6,2036)N,A3,D2(N),D9(N),D10(N),D11(N),D12(N),D13(N)
 2036 FORMAT(16X,I2,7X,I4,13X,F12.3,9X,F8.3,3X,F5.3,3X,F6.2,3X,F5.3,3X,
     XF6.2)
      WRITE(6,2030)
      WRITE(6,2000)
      WRITE(6,2001)
      WRITE(6,2009)
      WRITE(6,2004)
      WRITE(6,2005)
```

```
      WRITE(6,2004)
      A3=S5
      WRITE(6,5106)T1,T2,T3,T4,T5,T6,T7,T8
 5106 FORMAT(30X,8A8,/)
      WRITE(6,5206)W1,W2,W3,W4,W5,W6,W7,W8
 5206 FORMAT(30X,8A8,/)
      WRITE(6,2007)
      WRITE(6,3036)
 3036 FORMAT(38X,40HF U N K C J A   W Y K L A D N I C Z E J,/)
      WRITE(6,2001)
      WRITE(6,4008)A4
 4008 FORMAT(5X,20HLICZBA ZMIENNYCH = 2,5AX,32HLICZBA PUNKTOW STATYSTYCZ
     XNYCH = ,I3,/)
      WRITE(6,2009)
      WRITE(6,2010)
      WRITE(6,2011)
      WRITE(6,2037)
 2037 FORMAT(120H  PUNKTOW  :  ZMIENNA    :  ZMIENNA   :  WYZNACZONA :  WG  :
     X DANYCH   EMPIRYCZNYCH        :  WG  :  FUNKCJI   WYKLADNICZEJ.      :,
     X/)
      WRITE(6,2013)
      WRITE(6,2014)
      WRITE(6,2015)
      WRITE(6,2009)
      N=1
      WRITE(6,4009)N,A2(N),P1(N),F2(N)
 4009 FORMAT(4X,I2,8X,I4,5X,F12.3,1X,F12.3)
      DO 103 N=2,A4
  103 WRITE(6,2038)N,A2(N),P1(N),F2(N),R4(N),R5(N),R6(N),R7(N),R8(N),
     XF9(N),F10(N),F11(N),F12(N),F13(N)
 2038 FORMAT(4X,I2,8X,I4,5X,F12.3,1X,F12.3,1X,F8.3,1X,F5.3,1X,F6.2,1X,
     XF5.3,1X,F6.2,1X,F8.3,1X,F5.3,1X,F6.2,1X,F5.3,1X,F6.2)
      WRITE(6,2009)
      WRITE(6,2039)F20
 2039 FORMAT(5X,28HSREDNIA CHRONOLOGICZNA     = ,F12.3,/)
      WRITE(6,2040)F21,F24
 2040 FORMAT(5X,28HSREDNI PRZYROST ABSOLUTNY = ,F12.3,25X,25HSREDNI BLAD
     X OSZACOWANIA =,F9.6,/)
      WRITE(6,2041)F22,F25
 2041 FORMAT(5X,28HSREDNIE TEMPO WZROSTU      =  ,4X,F7.3,1HX,25X,25HWSPO
     XCZYNNIK ZBIEZNOSCI =,F9.6,/)
      WRITE(6,2042)F23
 2042 FORMAT(5X,28HSREDNIE TEMPO PRZYROSTU    = ,4X,F7.3,1HX,/)
      WRITE(6,2000)
      WRITE(6,2001)
      WRITE(6,2028)
      WRITE(6,2001)
      WRITE(6,4010)T1,T2,T3,T4,T5,T6,T7,T8
 4010 FORMAT(30X,8A8,/)
      WRITE(6,5036)W1,W2,W3,W4,W5,W6,W7,W8
 5036 FORMAT(30X,8A8,/)
      WRITE(6,4011)
 4011 FORMAT(20X,79HW Y Z N A C Z O N A     M E T O D A     F U N K C J
     XI  W Y K L A D N I C Z E J,/)
      WRITE(6,4012)A3,A5
 4012 FORMAT(37X,27HH O R Y Z O N T   P R O G N O Z Y    ,I4,1H-,I4,/)
      WRITE(6,2001)
      WRITE(6,2030)
      WRITE(6,2031)
      WRITE(6,2032)
      WRITE(6,2033)
      WRITE(6,2034)
      WRITE(6,2035)
      WRITE(6,2030)
      S5=A3
      A3=A3+1
      DO 104 N=A4+1,J
      A3=A3+1
  104 WRITE(6,2043)N,A3,F2(N),F9(N),F10(N),F11(N),F12(N),F13(N)
 2043 FORMAT(16X,I2,7X,I4,13X,F12.3,9X,F8.3,3X,F5.3,3X,F6.2,3X,F5.3,3X,
     XF6.2)
      A3=S5
```

```
      WRITE(6,2030)
      WRITE(6,2000)
      WRITE(6,2001)
      WRITE(6,2003)
      WRITE(6,2004)
      WRITE(6,2005)
      WRITE(6,4013)T1,T2,T3,T4,T5,T6,T7,T8
 4013 FORMAT(30X,8A8,/)
      WRITE(6,5046)W1,W2,W3,W4,W5,W6,W7,W8
 5046 FORMAT(30X,8A8,/)
      WRITE(6,2007)
      WRITE(6,2044)
 2044 FORMAT(18X,40H                C J T    L O G I S T Y C Z N E J,/)
      WRITE(6,2001)
      WRITE(6,4014)A4
 4014 FORMAT(5X,20HLICZBA ZMIENNYCH = 2,56X,32HLICZBA PUNKTOW STATYSTYCZ
     XNYCH = ,I3,/)
      WRITE(6,2075)A5
 2075 FORMAT(31X,40HPOZIOM NASYCENIA KRZYWEJ LOGISTYCZNEJ = ,F5.1,/)
      WRITE(6,2009)
      WRITE(6,2010)
      WRITE(6,2011)
      WRITE(6,2045)
 2045 FORMAT(120H  PUNKTOW  ;  ZMIENNA   ;  ZMIENNA  ; WYZNACZONA ;  WG  ;
     X DANYCH   EMPIRYCZNYCH       ;  WG  ; FUNKCJI    LOGISTYCZNEJ      ;
     X/)
      WRITE(6,2013)
      WRITE(6,2014)
      WRITE(6,2015)
      WRITE(6,2009)
      DO 1
      WRITE(6,4015)N,A2(N),B1(N),B2(N)
 4015 FORMAT(4X,I2,F6.5X,F12.3,1X,F12.3)
      DO 105 N=2,A4
  105 WRITE(6,2046)N,B1(N),B2(N),B4(N),B5(N),B6(N),B7(N),B8(N),
     XB9(N),B10(N)                B12(N),B1X(N)
 2046 FORMAT(4X,I2,F12.3,1X,F12.3,1X,F8.3,1X,F5.3,1X,F6.2,1X,
     XF5.3,1X,F6.2,1X,F5.3,1X,F6.2,1X,F5.3,1X,F6.2)
      WRITE(6,2009)
      WRITE(6,2047)B20
 2047 FORMAT(5X,29HSREDNIA CHRONOLOGICZNA     = ,F12.3,/)
      WRITE(6,2048)B21,B24
 2048 FORMAT(5X,29HSREDNI PRZYROST BSOLUTNY = ,F12.3,25X,25HSREDNI BLAD
     X OSZACOWANIA =,F9.4,/)
      WRITE(6,2049)B22,B25
 2049 FORMAT(5X,29HSREDNIE TEMPO WZROSTU      =  ,4X,F7.3,1HX,25X,25HWSPO
     XLCZYNNIK ZBIEZNOSCI =,F9.6,/)
      WRITE(6,2050)B23
 2050 FORMAT(5X,28HSREDNIE TEMPO PRZYROSTU    = ,4X,F7.3,1HX,/)
      WRITE(6,2000)
      WRITE(6,2001)
      WRITE(6,2028)
      WRITE(6,2001)
      WRITE(6,4040)T1,T2,T3,T4,T5,T6,T7,T8
 4040 FORMAT(30X,8A8,/)
      WRITE(6,5056)W1,W2,W3,W4,W5,W6,W7,W8
 5056 FORMAT(30X,8A8,/)
      WRITE(6,4016)
 4016 FORMAT(20X,81HW Y Z N A C Z O N A     M E T O D A     K R Z Y W E
     XJ     L O G I S T Y C Z N E J,/)
      WRITE(6,4017)A3,A5
 4017 FORMAT(37X,37HH O R Y Z O N T   P R O G N O Z Y    ,T4,1H=,I4,/)
      WRITE(6,2001)
      WRITE(6,2030)
      WRITE(6,2031)
      WRITE(6,2032)
      WRITE(6,2033)
      WRITE(6,2034)
      WRITE(6,2035)
      WRITE(6,2030)
      S3=A3
      A3=A3-1
```

```
      DO 106 N=A4+1,J
      A7=A3+1
  106 WRITE(6,2051)N,A3,B2(N),B9(N),B10(N),B11(N),B12(N),B13(N)
 2051 FORMAT(16X,I2,7X,I4,13X,F12.3,9X,F8.3,3X,F5.3,3X,F6.2,3X,F5.3,3X,
     XF6.2)
      A3=S5
      WRITE(6,2030)
      WRITE(6,2000)
      WRITE(6,2001)
      WRITE(6,2003)
      WRITE(6,2004)
      WRITE(6,2005)
      WRITE(6,4015)T1,T2,T3,T4,T5,T6,T7,T8
 4018 FORMAT(30X,8A8,/)
      WRITE(6,5306)W1,W2,W3,W4,W5,W6,W7,W8
 5306 FORMAT(30X,8A8,/)
      WRITE(6,2001)
      WRITE(6,4019)A4
 4019 FORMAT(5X,20HLICZBA ZMIENNYCH = ,2,56X,32HLICZBA PUNKTOW STATYSTYCZ
     XNYCH = ,I3,/)
      WRITE(6,4020)A3
 4020 FORMAT(31X,40HPOZIOM NASYCENIA KRZYWEJ LOGISTYCZNEJ = ,F5.1,/)
      WRITE(6,2000)
      WRITE(6,2052)
 2052 FORMAT(120H!                    !                    !                    !
     X                                                                       !
     X/)
      WRITE(6,2053)
 2053 FORMAT(120H! LICZBA ! ZMIENNA ! ZMIENNA ! WYZNACZONA TENDEN
     XCJA ROZWOJOWA METODA!          ! WSKAZNIKI DYNAMIKI ROZWOJU:  !
     X/)
      WRITE(6,2054)
 2054 FORMAT(120H!PUNKTOW !OBJASNIA-!                    !-------------------!
     X                                                   !                   !
     X/)
      WRITE(6,2055)
 2055 FORMAT(120H!STATYST-          CA !                 !---------------------
     X--------------------              !PRZYROST!WSKAZ!TEMPO !WSKAZ!TEMPO !
     X/)
      WRITE(6,2057)
 2057 FORMAT(120H!YCZNYCH          ROK  ! ZALEZNA  ! SREDNIEJ ! FUNKCJI
     X   ! FUNKCJI - ! KRZYWEJ   !ABSOLU- !WZROS!WZROST!PRZYR!PRZYR.!
     X/)
      WRITE(6,2058)
 2058 FORMAT(120H!                !                !                ! RUCHOMEJ ! LINIOWEJ
     X   !WYKLADNICZEJ!LOGISTYCZNEJ! TNY    ! TU  ! (%)  !OSTU ! (%)  !
     X/)
      WRITE(6,4021)
 4021 FORMAT(120(1H-),/)
      WRITE(6,4022)
 4022 FORMAT(120H!   1    !    2    !    3    !    4    !    5
     X   !     6     !     7     !     8     !  9  !  10  !  11  !  12  !
     X/)
      WRITE(6,2000)
      N=1
      WRITE(6,4023)N,A2(N),B1(N),D2(N),F2(N),B2(N)
 4023 FORMAT(4X,I2,7X,I4,3X,F12.3,1X,13H                    ,F12.3,1X,F12.3,1X,
     XF12.3,/)
      N=2
      WRITE(6,4024)N,A2(N),B1(N),C2(N),D2(N),F2(N),B2(N),B4(N),B5(N),B6(
     XN),B7(N),B8(N)
 4024 FORMAT(4X,I2,7X,I4,3X,F12.3,1X,F12.3,1X,F12.3,1X,F12.3,1X,F12.3,1X
     X,F8.3,1X,F5.3,1X,F6.2,1X,F5.3,1X,F6.2)
      WRITE(6,2001)
      WRITE(6,4026)D9(N),D10(N),D11(N),D12(N),D13(N)
 4026 FORMAT(85X,F8.3,1X,F5.3,1X,F6.2,1X,F5.3,1X,F6.2)
      WRITE(6,4027)F9(N),F10(N),F11(N),F12(N),F13(N)
 4027 FORMAT(85X,F8.3,1X,F5.3,1X,F6.2,1X,F5.3,1X,F6.2)
      WRITE(6,4028)B9(N),B10(N),B11(N),B12(N),B13(N)
 4028 FORMAT(85X,F8.3,1X,F5.3,1X,F6.2,1X,F5.3,1X,F6.2)
      DO 107 N=3,A4-1
      IF(N.EQ.7) GO TO 200
```

```
500   WRITE(6,2059)N,A2(N),B1(N),C2(N),D2(N),E2(N),B2(N),B4(N),B5(N),B6(
     XN),B7(N),B8(N)
2059 FORMAT(4X,I2,7X,I4,3X,F12.3,1X,F12.3,1X,F12.3,1X,F12.3,1X,F12.3,1X
     X,F8.3,1X,F5.3,1X,F6.2,1X,F5.3,1X,F6.2)
     WRITE(6,2060)C9(N),C10(N),C11(N),C12(N),C13(N)
2060 FORMAT(85X,F8.3,1X,F5.3,1X,F6.2,1X,F5.3,1X,F6.2)
     WRITE(6,2061)D9(N),D10(N),D11(N),D12(N),D13(N)
2061 FORMAT(85X,F8.3,1X,F5.3,1X,F6.2,1X,F5.3,1X,F6.2)
     WRITE(6,2062)E9(N),E10(N),E11(N),E12(N),E13(N)
2062 FORMAT(85X,F8.3,1X,F5.3,1X,F6.2,1X,F5.3,1X,F6.2)
107  WRITE(6,2063)B9(N),B10(N),B11(N),B12(N),B13(N)
2063 FORMAT(85X,F8.3,1X,F5.3,1X,F6.2,1X,F5.3,1X,F6.2)
     GO TO 501
200  WRITE(6,2000)
     WRITE(6,2000)
     WRITE(6,2000)
     WRITE(6,4022)
     WRITE(6,2009)
     GO TO 500
501  N=A4
     WRITE(6,4050)N,A2(N),B1(N),D2(N),E2(N),B2(N),B4(N),B5(N),B6(N),B7(
     XN),B8(N)
4050 FORMAT(4X,I2,7X,I4,3X,F12.3,1X,12X,1X,F12.3,1X,F12.3,1X,F12.3,1X,F
     X8.3,1X,F5.3,1X,F6.2,1X,F5.3,1X,F6.2)
     WRITE(6,2001)
     WRITE(6,4051)D9(N),D10(N),D11(N),D12(N),D13(N)
4051 FORMAT(85X,F8.3,1X,F5.3,1X,F6.2,1X,F5.3,1X,F6.2)
     WRITE(6,4052)E9(N),E10(N),E11(N),E12(N),E13(N)
4052 FORMAT(85X,F8.3,1X,F5.3,1X,F6.2,1X,F5.3,1X,F6.2)
     WRITE(6,4053)B9(N),B10(N),B11(N),B12(N),B13(N)
4053 FORMAT(85X,F8.3,1X,F5.3,1X,F6.2,1X,F5.3,1X,F6.2)
     WRITE(6,2000)
     WRITE(6,2000)
     DO 108 N=1,2
108  WRITE(6,2001)
     WRITE(6,2028)
     WRITE(6,2001)
     WRITE(6,4029)T1,T2,T3,T4,T5,T7,T8
4029 FORMAT(30X,8A8,/)
     WRITE(6,5066)W1,W2,W3,W4,W5,W7,W8
5066 FORMAT(30X,8A8,/)
     WRITE(6,4030)A3,A5
4030 FORMAT(37X,37HM O D Y F I K A C J A   P R O G N O Z Y  ,I4,1H-,I4,/)
     WRITE(6,2001)
     WRITE(6,2064)
2064 FORMAT(12X,95(1H=),/)
     WRITE(6,2065)
2065 FORMAT(12X,95H!          !                !          ZMIENNA          ZALEZNA
     X          !
     WRITE(6,2066)
2066 FORMAT(12X,95H!          ! ZMIENNA      !
     X          !   WSKAZNIKI  DYNAMIKY  ROZWOJU    !,/)
     WRITE(6,2067)
2067 FORMAT(12X,95H!  LP  !OBJASNIAJACA! WARTOSC FUNKCJI REGRESJI WYZN.
     X METODA!----------------------------------!,/)
     WRITE(6,2068)
2068 FORMAT(12X,95H!      !    /ROK/     !-------------------------------
     X-------!PRZYROST!WSKAZ!TEMPO !WSKAZ!TEMPO !,/)
     WRITE(6,2069)
2069 FORMAT(12X,95H!      !              !  FUNKCJI  !  FUNKCJI   !  KRZ
     XYWEJ   !ABSOLU- !WZROS!WZROST!PRZYR!PRZYR.!,/)
     WRITE(6,2070)
2070 FORMAT(12X,95H!      !              !  LINIOWEJ  !WYKLADNICZEJ!LOGIS
     XTYCZNEJ! TNY    ! TU  ! (%)  !OSTU ! (%)  !,/)
     WRITE(6,4031)
4031 FORMAT(12X,95(1H-))
     WRITE(6,4032)
4032 FORMAT(12X,95H!  1  !  2  !  3  !  4  !
     X 5    !  6  !  7  !  8  !  9  !  10  !)
     WRITE(6,2064)
     A3=A3-1
     DO 109 N=A4+1,J
```

```
0727                A3=A3+1
0728                IF(N.EQ.24) GO TO 201
0729          502   WRITE(6,2071)N,A3,B2(N),F2(N),B2(N),D9(N),D10(N),D11(N),D12(N),D13
0730               X(N)
0731          2071  FORMAT(15X,I2,7X,I4,5X,F12.3,1X,F12.3,1X,F12.3,1X,F8.3,1X,F5.3,1X,
0732               XF6.2,1X,F5.3,1X,F6.2)
0733                WRITE(6,2072)B9(N),B10(N),B11(N),B12(N),B13(N)
0734          2072  FORMAT(72X,F8.3,1X,F5.3,1X,F6.2,1X,F5.3,1X,F6.2)
0735          100   WRITE(6,2073)B9(N),B10(N),B11(N),B12(N),B13(N)
0736          2073  FORMAT(72X,F8.3,1X,F5.3,1X,F6.2,1X,F5.3,1X,F6.2)
0737                GO TO 503
0738          201   WRITE(6,2064)
0739                WRITE(6,2000)
0740                WRITE(6,2064)
0741                WRITE(6,6032)
0742                WRITE(6,2064)
0743                GO TO 502
0744          503   WRITE(6,2011)
0745                STOP
0746                END
```

END OF SEGMENT, LENGTH ORIN

WYZNACZANIE TRENDU ROZWOJU
KOSZTOW EKSPLOATACJI UZYTKOWEJ
KLASY REPERTUARU ROZWIAZAN INFORMATYCZNYCH
METODA
TRZYLETNIEJ SREDNIEJ RUCHOMEJ

LICZBA ZMIENNYCH = 2

LICZBA PUNKTOW STATYSTYCZNYCH = 13

LICZBA PUNKTOW STATYS-TYCZNYCH:		ZMIENNA OBJASNIAJACA /ROK/	ZMIENNA ZALEZNA	WYZNACZONA TENDENCJA ROZWOJOWA	WSKAZNIKI DYNAMIKI ROZWOJU									
					WG DANYCH EMPIRYCZNYCH					WG SREDNIEJ RUCHOMEJ				
					PRZYROST ABSOLUT.	WSKAZ WZROS	TEMPO WZROST	PRZYR PRZYR	TEMPO PRZYR	PRZYROST ABSOLUT.	WSKAZ WZROS	TEMPO WZROST	PRZYR PRZYR	TEMPO PRZYR
1	1970		3.193											
2	1971		4.013	3.776	0.820	1.257	125.68	0.257	25.68					
3	1972		4.123	4.213	0.110	1.027	102.74	0.027	2.74	0.437	1.116	111.57	0.116	11.57
4	1973		4.504	4.418	0.381	1.092	109.24	0.092	9.24	0.205	1.049	104.86	0.049	4.86
5	1974		4.627	4.651	0.123	1.027	102.73	0.027	2.73	0.233	1.053	105.27	0.053	5.27
6	1975		4.821	4.991	0.194	1.042	104.19	0.042	4.19	0.340	1.073	107.31	0.073	7.31
7	1976		5.524	5.362	0.703	1.146	114.58	0.146	14.58	0.372	1.074	107.45	0.074	7.45
8	1977		5.742	5.847	0.218	1.039	103.95	0.039	3.95	0.484	1.090	109.03	0.090	9.03
9	1978		6.274	6.380	0.532	1.093	109.27	0.093	9.27	0.534	1.091	109.13	0.091	9.13
10	1979		7.125	6.942	0.851	1.136	113.56	0.136	13.56	0.562	1.088	108.81	0.088	8.81
11	1980		7.428	7.726	0.303	1.043	104.25	0.043	4.25	0.784	1.113	111.20	0.113	11.20
12	1981		8.625	8.289	1.197	1.161	116.11	0.161	16.11	0.563	1.073	107.28	0.073	7.28
13	1982		8.813		0.188	1.022	102.18	0.022	2.18					

SREDNIA CHRONOLOGICZNA = 5.656

SREDNI PRZYROST ABSOLUTNY = 0.451

SREDNIE TEMPO WZROSTU = 108.179%

WYZNACZANIE TRENDU ROZWOJU
KOSZTOW EKSPLOATACJI UZYTKOWEJ
KLASY REPERTUARU ROZWIAZAN INFORMATYCZNYCH
METODA
FUNKCJI LINIOWEJ

LICZBA ZMIENNYCH = 2

LICZBA PUNKTOW STATYSTYCZNYCH = 13

LICZBA PUNKTOW STATYSTYCZNYCH	ZMIENNA OBJASNIAJACA /ROK/	ZMIENNA ZALEZNA	WYZNACZONA TENDENCJA ROZWOJOWA	WSKAZNIKI DYNAMIKI ROZWOJU WG DANYCH EMPIRYCZNYCH: PRZYROST ABSOLUT.	WSKAZ:WZROS	TEMPO :WZROST	WSKAZ:PRZYR	TEMPO :PRZYR	WG FUNKCJI LINIOWEJ: PRZYROST ABSOLUT.	WSKAZ:WZROS	TEMPO :WZROST	WSKAZ:PRZYR	TEMPO :PRZYROS
1	1970	3.193	3.080										
2	1971	4.013	3.527	0.820	1.257	125.68	0.257	25.68	0.447	1.145	114.52	0.145	14.52
3	1972	4.123	3.974	0.110	1.027	102.74	0.027	2.74	0.447	1.127	112.68	0.127	12.68
4	1973	4.504	4.421	0.381	1.092	109.24	0.092	9.24	0.447	1.113	111.25	0.113	11.25
5	1974	4.627	4.868	0.123	1.027	102.73	0.027	2.73	0.447	1.101	110.11	0.101	10.11
6	1975	4.821	5.315	0.194	1.042	104.19	0.042	4.19	0.447	1.092	109.18	0.092	9.18
7	1976	5.524	5.762	0.703	1.146	114.58	0.146	14.58	0.447	1.084	108.41	0.084	8.41
8	1977	5.742	6.210	0.218	1.039	103.95	0.039	3.95	0.447	1.078	107.76	0.078	7.76
9	1978	6.274	6.657	0.532	1.093	109.27	0.093	9.27	0.447	1.072	107.20	0.072	7.20
10	1979	7.125	7.104	0.851	1.136	113.56	0.136	13.56	0.447	1.067	106.72	0.067	6.72
11	1980	7.428	7.551	0.303	1.043	104.25	0.043	4.25	0.447	1.063	106.29	0.063	6.29
12	1981	8.625	7.998	1.197	1.161	116.11	0.161	16.11	0.447	1.059	105.92	0.059	5.92
13	1982	8.813	8.445	0.188	1.022	102.18	0.022	2.18	0.447	1.056	105.59	0.056	5.59

SREDNIA CHRONOLOGICZNA = 5.767

SREDNI PRZYROST ABSOLUTNY = 0.447

SREDNIE TEMPO WZROSTU = 108.770%

SREDNIE TEMPO PRZYROSTU = 8.770%

SREDNI BLAD OSZACOWANIA = 0.393274

WSPOLCZYNNIK ZBIEZNOSCI = 0.040112

KOSZTOW EKSPLOATACJI UZYTKOWEJ

KLASY REPERTUARU ROZWIAZAN INFORMATYCZNYCH

WYZNACZONA METODA FUNKCJI LINIOWEJ

HORYZONT PROGNOZY 1983-2000

LP	ZMIENNA OBJASNIAJACA /ROK/	ZMIENNA ZALEZNA WARTOSC FUNKCJI REGRESJI	WSKAZNIKI DYNAMIKI ROZWOJU: PRZYROST ABSOLUTNY	WSKAZN. TEMPO WZROSTU (%)	TEMPO WZROSTU	WSKAZN. TEMPO PRZYR. (%)	TEMPO PRZYR. (%)
14	1983	8.802	0.447	1.053	105.29	0.053	5.29
15	1984	9.340	0.447	1.050	105.03	0.050	5.03
16	1985	9.787	0.447	1.048	104.79	0.048	4.79
17	1986	10.234	0.447	1.046	104.57	0.046	4.57
18	1987	10.681	0.447	1.044	104.37	0.044	4.37
19	1988	11.128	0.447	1.042	104.19	0.042	4.19
20	1989	11.575	0.447	1.040	104.02	0.040	4.02
21	1990	12.022	0.447	1.039	103.86	0.039	3.86
22	1991	12.469	0.447	1.037	103.72	0.037	3.72
23	1992	12.917	0.447	1.036	103.59	0.036	3.59
24	1993	13.364	0.447	1.035	103.46	0.035	3.46
25	1994	13.811	0.447	1.033	103.35	0.033	3.35
26	1995	14.258	0.447	1.032	103.24	0.032	3.24
27	1996	14.705	0.447	1.031	103.14	0.031	3.14
28	1997	15.152	0.447	1.030	103.04	0.030	3.04
29	1998	15.599	0.447	1.030	102.95	0.030	2.95
30	1999	16.046	0.447	1.029	102.87	0.029	2.87
31	2000	16.494	0.447	1.028	102.79	0.028	2.79

WYZNACZANIE TRENDU ROZWOJU

KOSZTOW EKSPLOATACJI UZYTKOWEJ

KLASY REPERTUARU ROZWIAZAN INFORMATYCZNYCH

METODA

FUNKCJI WYKLADNICZEJ

LICZBA ZMIENNYCH = 2

LICZBA PUNKTOW STATYSTYCZNYCH = 13

LICZBA PUNKTOW STATYSTYCZNYCH	ZMIENNA OBJASNIAJACA /ROK/	ZMIENNA ZALEZNA	WYZNACZONA TENDENCJA ROZWOJOWA	WSKAZNIKI DYNAMIKI ROZWOJU: WG DANYCH EMPIRYCZNYCH: PRZYROST ABSOLUT.	WSKAZ PRZYR WZROS	TEMPO WZROST	WSKAZ PRZYR PRZYR	TEMPO PRZYROS	WG FUNKCJI WYKLADNICZEJ: PRZYROST ABSOLUT.	WSKAZ PRZYR WZROS	TEMPO WZROST	WSKAZ PRZYR PRZYR	TEMPO PRZYROS
1	1970	3.193	3.420										
2	1971	4.013	3.702	0.820	1.257	125.68	0.257	25.68	0.282	1.083	108.25	0.083	8.25
3	1972	4.123	4.008	0.110	1.027	102.74	0.027	2.74	0.306	1.083	108.25	0.083	8.25
4	1973	4.504	4.338	0.381	1.092	109.24	0.092	9.24	0.331	1.083	108.25	0.083	8.25
5	1974	4.627	4.696	0.123	1.027	102.73	0.027	2.73	0.358	1.083	108.25	0.083	8.25
6	1975	4.821	5.084	0.194	1.042	104.19	0.042	4.19	0.388	1.083	108.25	0.083	8.25
7	1976	5.524	5.504	0.703	1.146	114.58	0.146	14.58	0.420	1.083	108.25	0.083	8.25
8	1977	5.742	5.958	0.218	1.039	103.95	0.039	3.95	0.454	1.083	108.25	0.083	8.25
9	1978	6.274	6.449	0.532	1.093	109.27	0.093	9.27	0.492	1.083	108.25	0.083	8.25
10	1979	7.125	6.982	0.851	1.136	113.56	0.136	13.56	0.532	1.083	108.25	0.083	8.25
11	1980	7.428	7.558	0.303	1.043	104.25	0.043	4.25	0.576	1.083	108.25	0.083	8.25
12	1981	8.625	8.181	1.197	1.161	116.11	0.161	16.11	0.624	1.083	108.25	0.083	8.25
13	1982	8.813	8.857	0.188	1.022	102.18	0.022	2.18	0.675	1.083	108.25	0.083	8.25

SREDNIA CHRONOLOGICZNA = 5.716

SREDNI PRZYROST ABSOLUTNY = 0.453

SREDNIE TEMPO WZROSTU = 108.252%

SREDNIE TEMPO PRZYROSTU = 8.252%

SREDNI BLAD OSZACOWANIA = 0.240123

WSPOLCZYNNIK ZBIEZNOSCI = 0.007477

KOSZTOW EKSPLOATACJI UZYTKOWEJ

KLASY REPERTUARU ROZWIAZAN INFORMATYCZNYCH

WYZNACZONA METODA FUNKCJI WYKLADNICZEJ

HORYZONT PROGNOZY 1983-2000

LP	ZMIENNA OBJASNIAJACA /ROK/	ZMIENNA ZALEZNA WARTOSC FUNKCJI REGRESJI	WSKAZNIKI DYNAMIKI ROZWOJU: PRZYROST ABSOLUTNY	WSKAZN. TEMPO WZROSTU WZROSTU	TEMPO WZROSTU (%)	WSKAZN. TEMPO PRZYR. PRZYR.	TEMPO PRZYR. (%)
14	1983	9.587	0.731	1.083	108.25	0.083	8.25
15	1984	10.379	0.791	1.083	108.25	0.083	8.25
16	1985	11.235	0.856	1.083	108.25	0.083	8.25
17	1986	12.162	0.927	1.083	108.25	0.083	8.25
18	1987	13.166	1.004	1.083	108.25	0.083	8.25
19	1988	14.252	1.087	1.083	108.25	0.083	8.25
20	1989	15.429	1.176	1.083	108.25	0.083	8.25
21	1990	16.702	1.273	1.083	108.25	0.083	8.25
22	1991	18.080	1.378	1.083	108.25	0.083	8.25
23	1992	19.572	1.492	1.083	108.25	0.083	8.25
24	1993	21.187	1.615	1.083	108.25	0.083	8.25
25	1994	22.936	1.748	1.083	108.25	0.083	8.25
26	1995	24.829	1.893	1.083	108.25	0.083	8.25
27	1996	26.877	2.049	1.083	108.25	0.083	8.25
28	1997	29.095	2.218	1.083	108.25	0.083	8.25
29	1998	31.497	2.401	1.083	108.25	0.083	8.25
30	1999	34.096	2.599	1.083	108.25	0.083	8.25
31	2000	36.909	2.814	1.083	108.25	0.083	8.25

WYZNACZANIE TRENDU ROZWOJU
KOSZTOW EKSPLOATACJI UZYTKOWEJ
KLASY REPERTUARU ROZWIAZAN INFORMATYCZNYCH
METODA
FUNKCJI LOGISTYCZNEJ

LICZBA ZMIENNYCH = 2

LICZBA PUNKTOW STATYSTYCZNYCH = 13

POZIOM NASYCENIA KRZYWEJ LOGISTYCZNEJ = 50.0

LICZBA PUNKTOW STATYS-TYCZNYCH	ZMIENNA OBJASNIAJACA /ROK/	ZMIENNA ZALEZNA WYZNACZONA TENDENCJA ROZWOJOWA	WSKAZNIKI DYNAMIKI ROZWOJU WG DANYCH EMPIRYCZNYCH: PRZYROST ABSOLUT.	WSKAZ. WZROS.	TEMPO WZROST.	WSKAZ. PRZYR.	TEMPO PRZYR.	WG FUNKCJI LOGISTYCZNEJ: PRZYROST ABSOLUT.	WSKAZ. WZROS.	TEMPO WZROST.	WSKAZ. PRZYR.	TEMPO PRZYROS.
1	1970	3.193	3.390									
2	1971	4.013	3.684	0.820	1.257	125.68	0.257	25.68	0.294	1.087	108.68	0.087	8.68
3	1972	4.123	4.002	0.110	1.027	102.74	0.027	2.74	0.318	1.086	108.62	0.086	8.62
4	1973	4.504	4.344	0.381	1.092	109.24	0.092	9.24	0.342	1.086	108.55	0.086	8.55
5	1974	4.627	4.713	0.123	1.027	102.73	0.027	2.73	0.369	1.085	108.49	0.085	8.49
6	1975	4.821	5.109	0.194	1.042	104.19	0.042	4.19	0.396	1.084	108.41	0.084	8.41
7	1976	5.524	5.535	0.703	1.146	114.58	0.146	14.58	0.426	1.083	108.33	0.083	8.33
8	1977	5.742	5.992	0.218	1.039	103.95	0.039	3.95	0.456	1.082	108.25	0.082	8.25
9	1978	6.274	6.480	0.532	1.093	109.27	0.093	9.27	0.489	1.082	108.15	0.082	8.15
10	1979	7.125	7.007	0.851	1.136	113.56	0.136	13.56	0.522	1.081	108.06	0.081	8.06
11	1980	7.428	7.559	0.303	1.043	104.25	0.043	4.25	0.557	1.080	107.95	0.080	7.95
12	1981	8.625	8.152	1.197	1.161	116.11	0.161	16.11	0.593	1.078	107.84	0.078	7.84
13	1982	8.813	8.781	0.188	1.022	102.18	0.022	2.18	0.630	1.077	107.72	0.077	7.72

SREDNIA CHRONOLOGICZNA = 5.729

SREDNI PRZYROST ABSOLUTNY = 0.449

SREDNIE TEMPO WZROSTU = 108.254%

SREDNIE TEMPO PRZYROSTU = 8.254%

SREDNI BLAD OSZACOWANIA = 0.252909

WSPOLCZYNNIK ZBIEZNOSCI = 0.005529

PROGNOZA ROZWOJU

KOSZTOW EKSPLOATACJI UZYTKOWEJ

KLASY REPERTUARU ROZWIAZAN INFORMATYCZNYCH

WYZNACZONA METODA KRZYWEJ LOGISTYCZNEJ

HORYZONT PROGNOZY 1983-2000

LP	ZMIENNA OBJASNIAJACA /ROK/	ZMIENNA ZALEZNA WARTOSC FUNKCJI REGRESJI	WSKAZNIKI DYNAMIKI ROZWOJU: PRZYROST ABSOLUTNY	WSKAZN. TEMPO WZROSTU	TEMPO WZROSTU (%)	WSKAZN. TEMPO PRZYR.	TEMPO PRZYR. (%)
14	1983	9.449	0.667	1.076	107.60	0.076	7.60
15	1984	10.154	0.705	1.075	107.47	0.075	7.47
16	1985	10.898	0.744	1.073	107.33	0.073	7.33
17	1986	11.681	0.782	1.072	107.18	0.072	7.18
18	1987	12.501	0.821	1.070	107.03	0.070	7.03
19	1988	13.360	0.858	1.069	106.87	0.069	6.87
20	1989	14.254	0.895	1.067	106.70	0.067	6.70
21	1990	15.184	0.930	1.065	106.52	0.065	6.52
22	1991	16.147	0.963	1.063	106.34	0.063	6.34
23	1992	17.142	0.994	1.062	106.16	0.062	6.16
24	1993	18.164	1.023	1.060	105.97	0.060	5.97
25	1994	19.212	1.048	1.058	105.77	0.058	5.77
26	1995	20.282	1.070	1.056	105.57	0.056	5.57
27	1996	21.370	1.088	1.054	105.36	0.054	5.36
28	1997	22.472	1.102	1.052	105.16	0.052	5.16
29	1998	23.584	1.112	1.049	104.95	0.049	4.95
30	1999	24.702	1.118	1.047	104.74	0.047	4.74
31	2000	25.822	1.119	1.045	104.53	0.045	4.53

WYZNACZANIE TRENDU ROZWOJU
KOSZTOW EKSPLOATACJI UZYTKOWEJ
KLASY REPERTUARU ROZWIAZAN INFORMATYCZNYCH
METODA
FUNKCJI LOGISTYCZNEJ

LICZBA ZMIENNYCH = 2

LICZBA PUNKTOW STATYSTYCZNYCH = 13

POZIOM NASYCENIA KRZYWEJ LOGISTYCZNEJ = 70.0

LICZBA PUNKTOW STATYS-TYCZNYCH	ZMIENNA OBJASNIAJACA: /ROK/	ZMIENNA ZALEZNA	WYZNACZONA TENDENCJA ROZWOJOWA	WSKAZNIKI DYNAMIKI ROZWOJU WG DANYCH EMPIRYCZNYCH: PRZYROST ABSOLUT.	WSKAZ. WZROST.	TEMPO WZROST.	WSKAZ. PRZYR.	TEMPO PRZYR.	WG FUNKCJI LOGISTYCZNEJ: PRZYROST ABSOLUT.	WSKAZ. WZROST.	TEMPO WZROST.	WSKAZ. PRZYR.	TEMPO PRZYR.
1	1970	3.193	3.400										
2	1971	4.013	3.690	0.820	1.257	125.68	0.257	25.68	0.290	1.085	108.54	0.085	8.54
3	1972	4.123	4.004	0.110	1.027	102.74	0.027	2.74	0.314	1.085	108.50	0.085	8.50
4	1973	4.504	4.343	0.381	1.092	109.24	0.092	9.24	0.339	1.085	108.46	0.085	8.46
5	1974	4.627	4.708	0.123	1.027	102.73	0.027	2.73	0.365	1.084	108.41	0.084	8.41
6	1975	4.821	5.101	0.194	1.042	104.19	0.042	4.19	0.394	1.084	108.36	0.084	8.36
7	1976	5.524	5.525	0.703	1.146	114.58	0.146	14.58	0.424	1.083	108.31	0.083	8.31
8	1977	5.742	5.981	0.218	1.039	103.95	0.039	3.95	0.456	1.082	108.25	0.082	8.25
9	1978	6.274	6.470	0.532	1.093	109.27	0.093	9.27	0.490	1.082	108.18	0.082	8.18
10	1979	7.125	6.996	0.851	1.136	113.56	0.136	13.56	0.525	1.081	108.12	0.081	8.12
11	1980	7.428	7.558	0.303	1.043	104.25	0.043	4.25	0.563	1.080	108.04	0.080	8.04
12	1981	8.625	8.161	1.197	1.161	116.11	0.161	16.11	0.602	1.080	107.97	0.080	7.97
13	1982	8.813	8.804	0.188	1.022	102.18	0.022	2.18	0.643	1.079	107.88	0.079	7.88

SREDNIA CHRONOLOGICZNA = 5.720

SREDNI PRZYROST ABSOLUTNY = 0.450

SREDNIE TEMPO WZROSTU = 108.22%

SREDNIE TEMPO PRZYROSTU = 8.22%

SREDNI BLAD OSZACOWANIA = 0.240517

WSPOLCZYNNIK ZBIEZNOSCI = 0.000339

KOSZTOW EKSPLOATACJI UZYTKOWEJ

KLASY REPERTUARU ROZWIAZAN INFORMATYCZNYCH

WYZNACZONA METODA KRZYWEJ LOGISTYCZNEJ

HORYZONT PROGNOZY 1983-2000

LP	ZMIENNA OBJASNIAJACA /ROK/	ZMIENNA ZALEZNA WARTOSC FUNKCJI REGRESJI	WSKAZNIKI DYNAMIKI ROZWOJU: PRZYROST ABSOLUTNY	WSKAZN. TEMPO WZROSTU (%)	TEMPO PRZYR. (%)	WSKAZN. WZROSTU	TEMPO PRZYR. (%)
14	1983	9.490	0.636	1.078	107.80	0.078	7.80
15	1984	10.221	0.731	1.077	107.70	0.077	7.70
16	1985	10.998	0.777	1.076	107.60	0.076	7.60
17	1986	11.822	0.824	1.075	107.50	0.075	7.50
18	1987	12.695	0.873	1.074	107.38	0.074	7.38
19	1988	13.617	0.922	1.073	107.26	0.073	7.26
20	1989	14.590	0.972	1.071	107.14	0.071	7.14
21	1990	15.612	1.022	1.070	107.01	0.070	7.01
22	1991	16.684	1.072	1.069	106.87	0.069	6.87
23	1992	17.806	1.122	1.067	106.72	0.067	6.72
24	1993	18.977	1.170	1.066	106.57	0.066	6.57
25	1994	20.194	1.218	1.064	106.42	0.064	6.42
26	1995	21.457	1.263	1.063	106.25	0.063	6.25
27	1996	22.763	1.306	1.061	106.09	0.061	6.09
28	1997	24.109	1.346	1.059	105.91	0.059	5.91
29	1998	25.491	1.382	1.057	105.73	0.057	5.73
30	1999	26.906	1.415	1.056	105.55	0.056	5.55
31	2000	28.350	1.444	1.054	105.37	0.054	5.37

BADANIE KORELACJI

WYZNACZANIE TRENDU ROZWOJU

KOSZTOW EKSPLOATACJI UZYTKOWEJ

KLASY REPERTUARU ROZMIAZAN INFORMATYCZNYCH

LICZBA ZMIENNYCH = 2

LICZBA PUNKTOW STATYSTYCZNYCH = 17

POZIOM NASYCENIA KRZYWEJ LOGISTYCZNEJ = 50.0

LICZBA PUNKTOW STATYST-YCZNYCH	ZMIENNA OBJASNIAJACA /ROK	ZMIENNA ZALEZNA	WYZNACZONA TENDENCJA ROZWOJOWA METODAMI: SREDNIEJ RUCHOMEJ	FUNKCJI LINIOWEJ	FUNKCJI WYRAWNANICZEJ	FUNKCJI KRZYWEJ LOGISTYCZNEJ	WSKAZNIKI DYNAMIKI ROZWOJU: PRZYROSTU ABSOLUTNY	WSKAZ: TEMPO WZROSTU TU	TEMPO WZROSTU (%)	WSKAZ: TEMPO PRZYR. PRZYROSTU	TEMPO PRZYR. (%)
1	1970	3.393		3.080	3.420	3.390					
2	1971	4.013	3.774	3.527	3.702	3.684	0.820	1.257	125.68	0.257	25.68
							0.447	1.145	114.92	0.145	14.52
							0.282	1.083	108.25	0.083	8.25
							0.294	1.087	108.68	0.087	8.68
3	1972	4.123	4.219	3.974	4.005	4.002	0.110	1.027	102.74	0.027	2.74
							0.437	1.116	111.57	0.116	11.57
							0.447	1.127	112.68	0.127	12.68
							0.306	1.083	108.25	0.083	8.25
							0.318	1.086	108.62	0.086	8.62
4	1973	4.304	4.418	4.421	4.338	4.344	0.381	1.092	109.24	0.092	9.24
							0.205	1.049	104.86	0.049	4.86
							0.447	1.113	111.25	0.113	11.25
							0.331	1.083	108.25	0.083	8.25
							0.342	1.086	108.55	0.086	8.55
5	1974	4.627	4.699	4.868	4.696	4.713	0.123	1.027	102.73	0.027	2.73
							0.233	1.053	105.27	0.053	5.27
							0.447	1.101	110.11	0.101	10.11
							0.348	1.083	108.25	0.083	8.25
							0.369	1.085	108.49	0.085	8.49
6	1975	4.821	4.999	5.315	5.084	5.109	0.194	1.042	104.19	0.042	4.19
							0.340	1.073	107.31	0.073	7.31
							0.447	1.092	109.18	0.092	9.18
							0.348	1.083	108.25	0.083	8.25
							0.394	1.084	108.41	0.084	8.41

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
7	1976	5.524	5.369	5.762	5.504	5.535	0.703	1.146	114.58	0.146	14.58
							0.372	1.074	107.45	0.074	7.45
							0.447	1.084	108.41	0.084	8.41
							0.420	1.083	108.25	0.083	8.25
							0.426	1.083	108.33	0.083	8.33
8	1977	5.742	5.847	6.210	5.958	5.992	0.218	1.039	103.95	0.039	3.95
							0.484	1.090	109.03	0.090	9.03
							0.447	1.078	107.76	0.078	7.76
							0.454	1.083	108.25	0.083	8.25
							0.456	1.082	108.25	0.082	8.25
9	1978	6.274	6.380	6.657	6.449	6.480	0.532	1.093	109.27	0.093	9.27
							0.534	1.091	109.13	0.091	9.13
							0.447	1.072	107.20	0.072	7.20
							0.492	1.083	108.25	0.083	8.25
							0.439	1.082	108.15	0.082	8.15
10	1979	7.125	6.943	7.104	6.982	7.002	0.851	1.136	113.56	0.136	13.56
							0.562	1.088	108.81	0.088	8.81
							0.447	1.067	106.72	0.067	6.72
							0.532	1.083	108.25	0.083	8.25
							0.522	1.081	108.06	0.081	8.06
11	1980	7.428	7.724	7.551	7.558	7.559	0.303	1.043	104.25	0.043	4.25
							0.784	1.113	111.29	0.113	11.29
							0.447	1.063	106.29	0.063	6.29
							0.576	1.083	108.25	0.083	8.25
							0.557	1.080	107.95	0.080	7.95
12	1981	8.625	8.280	7.998	8.181	8.152	1.197	1.161	116.11	0.161	16.11
							0.563	1.073	107.28	0.073	7.28
							0.447	1.059	105.92	0.059	5.92
							0.624	1.083	108.25	0.083	8.25
							0.593	1.078	107.84	0.078	7.84
13	1982	8.813		8.445	8.857	8.781	0.188	1.022	102.18	0.022	2.18
							0.447	1.056	105.59	0.056	5.59
							0.675	1.083	108.25	0.083	8.25
							0.630	1.077	107.72	0.077	7.72

KLASY REPERTUARU ROZWIAZAN INFORMATYCZNYCH

HORYZONT PROGNOZY 1983-2000

LP	ZMIENNA OBJASNIAJACA /POK/	WARTOSC FUNKCJI REGRESJI WYZN. METODA: FUNKCJI LINIOWEJ	FUNKCJI WYKLADNICZEJ	FUNKCJI LOGISTYCZNEJ	KRZYWEJ	WSKAZNIKI DYNAMIKI ROZWOJU: PRZYROST ABSOLUTNY	WSKAZ. WZROSTU TU	TEMPO WZROSTU TU (%)	WSKAZ. PRZYR. OSTU	TEMPO PRZYR. (%)
1	2	3	4	5		6	7	8	9	10
14	1983	8.895	9.587	9.449		0.447	1.053	105.29	0.053	5.29
						0.731	1.083	108.25	0.083	8.25
						0.667	1.076	107.60	0.076	7.60
15	1984	9.340	10.379	10.154		0.447	1.050	105.03	0.050	5.03
						0.791	1.083	108.25	0.083	8.25
						0.705	1.075	107.47	0.075	7.47
16	1985	9.787	11.235	10.898		0.447	1.048	104.79	0.048	4.79
						0.856	1.083	108.25	0.083	8.25
						0.744	1.073	107.33	0.073	7.33
17	1986	10.234	12.162	11.681		0.447	1.046	104.57	0.046	4.57
						0.927	1.083	108.25	0.083	8.25
						0.782	1.072	107.18	0.072	7.18
18	1987	10.681	13.166	12.501		0.447	1.044	104.37	0.044	4.37
						1.004	1.083	108.25	0.083	8.25
						0.821	1.070	107.03	0.070	7.03
19	1988	11.128	14.252	13.360		0.447	1.042	104.19	0.042	4.19
						1.087	1.083	108.25	0.083	8.25
						0.858	1.069	106.87	0.069	6.87
20	1989	11.575	15.429	14.254		0.447	1.040	104.02	0.040	4.02
						1.176	1.083	108.25	0.083	8.25
						0.895	1.067	106.70	0.067	6.70
21	1990	12.022	16.702	15.184		0.447	1.039	103.86	0.039	3.86
						1.273	1.083	108.25	0.083	8.25
						0.930	1.065	106.52	0.065	6.52
22	1991	12.469	18.080	16.147		0.447	1.037	103.72	0.037	3.72
						1.378	1.083	108.25	0.083	8.25
						0.963	1.063	106.34	0.063	6.34
23	1992	12.917	19.372	17.142		0.447	1.036	103.59	0.036	3.59
						1.492	1.083	108.25	0.083	8.25
						0.994	1.062	106.16	0.062	6.16

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
24	1993	13.364	21.187	18.164	0.447	1.035	103.46	0.035	3.46
					1.615	1.083	108.25	0.083	8.25
					1.023	1.060	105.97	0.060	5.97
25	1994	13.811	22.936	19.212	0.447	1.033	103.35	0.033	3.35
					1.748	1.083	108.25	0.083	8.25
					1.048	1.058	105.77	0.058	5.77
26	1995	14.258	24.829	20.282	0.447	1.032	103.24	0.032	3.24
					1.893	1.083	108.25	0.083	8.25
					1.070	1.056	105.57	0.056	5.57
27	1996	14.705	26.877	21.370	0.447	1.031	103.14	0.031	3.14
					2.049	1.083	108.25	0.083	8.25
					1.088	1.054	105.36	0.054	5.36
28	1997	15.152	29.095	22.472	0.447	1.030	103.04	0.030	3.04
					2.218	1.083	108.25	0.083	8.25
					1.102	1.052	105.16	0.052	5.16
29	1998	15.599	31.497	23.584	0.447	1.030	102.95	0.030	2.95
					2.401	1.083	108.25	0.083	8.25
					1.112	1.049	104.95	0.049	4.95
30	1999	16.046	34.096	24.702	0.447	1.029	102.87	0.029	2.87
					2.599	1.083	108.25	0.083	8.25
					1.118	1.047	104.74	0.047	4.74
31	2000	16.494	36.909	25.822	0.447	1.028	102.79	0.028	2.79
					2.814	1.083	108.25	0.083	8.25
					1.119	1.045	104.53	0.045	4.53

ROZDZIAŁ 6 - STAN SYSTEMU INFORMATYZACJI SIŁ ZBROJNYCH

W minionym dziesięcioleciu dały się zaobserwować nowe tendencje i zjawiska w dziedzinie rozwoju informatyki na świecie. Wyrażały się one między innymi w rozszerzeniu kręgu światowych producentów środków technicznych informatyki, a w sferze zastosowań w znacznym zbliżeniu rozwiązań informatycznych do potrzeb informacyjnych ich użytkowników. Zaobserwowane tendencje i kierunki rozwojowe dotyczyły również wojskowych zastosowań informatyki. Nowoczesne środki i metody informatyczne stały się tym narzędziem, które skutecznie wspiera i wydatnie poprawia efektywność systemu kierowania i dowodzenia wojskami.

W siłach zbrojnych naszych potencjalnych przeciwników praktycznie zakończono automatyzację procesów zarządzania na szczeblu centralnym w takich dziedzinach jak: administracja, gospodarka finansowa, kadry oraz planowanie zaopatrzenia wojsk w części i materiały zamienne. W ostatnich latach do eksploatacji użytkowej wdrożono również wiele zautomatyzowanych systemów dowodzenia i kierowania środkami walki. W systemach tych powszechnie wykorzystuje się mało i wielkoformatowe komputerowe zobrazowanie informacji, a systemy pokładowe na szeroką skalę wyposażane są w mini- i mikrokomputery.

W ostatnich latach istotny postęp w rozwoju informatyki osięgnięto również w krajach i armiach Układu Warszawskiego, szczególnie w ZSRR. W krajach tych, podobnie jak w Polsce - zbudowano, w zasadzie od podstaw, przemysł elektroniczny oraz uruchomiono bazę produkcyjną technicznych środków informatyki ukierunkowaną na budowę sprzętu komputerowego w ramach jednolitego systemu /JS/ EMC i systemu małych /SM/ EMC wraz z bogatym asortymentem innych nowoczesnych urządzeń informatycznych i teleinformatycznych.

Znaczny postęp osiągnięto również w koordynowanym przez Sztab Zjednoczonych Sił Zbrojnych UW rozwoju wojskowych zastosowań informatyki.

Analiza rozwoju systemu informatyzacji Sił Zbrojnych PRL wskazuje, że w WP zbudowana została baza organizacyjno-kadrowa oraz techniczno-technologiczna umożliwiająca skuteczne wspieranie procesów kierowania siłami zbrojnymi w podstawowych dziedzinach działalności systemu terytorialnego i polowego.

W ostatnich latach znaczny postęp osiągnięto szczególnie w automatyzacji polowego systemu dowodzenia wojskami. Zrealizowano kompleks przedsięwzięć organizacyjno-przygotowawczych niezbędnych do podjęcia budowy zautomatyzowanego polowego systemu dowodzenia wojskami PASUW szczebla taktycznego i operacyjnego - zgodnie z międzynarodowym podziałem pracy w ramach powołanej do koordynacji budowy tego systemu organizacji o nazwie INTER ASU. WP uczestniczy również w pracach nad budowanym siłami armii sojuszniczych zautomatyzowanym systemem dowodzenia siłami morskimi ASUF.

Dla potrzeb organów dowodzenia szczebla operacyjnego opracowano i wdrożono tzw. polowy system przetwarzania informacji /PSPI-1/ działający w oparciu o stacjonarną technikę obliczeniową i polową sieć transmisji danych przy wykorzystaniu aparatowni A1M2 oraz specjalizowane bazy danych o wojskach własnych i przeciwnika.

W latach 1979-1982 dokonano w dziedzinie automatyzacji polowego systemu dowodzenia wojskami jakościowych zmian. Do eksploatacji użytkowej wdrożono PSPI-2, którego rozwiązania bazują na wykorzystaniu ruchomych ośrodków obliczeniowych /ROO/ zbudowanych na bazie komputera RODAN-10U zamontowanego w kontenerze i wyposażonego w końcówki abonenckie /monitory ekranowe i drukarki znakowo-mozaikowe/ instalowane bezpośrednio na SD w miejscach pracy poszczególnych organów dowodzenia.

Zakończono także prace projektowe i po przeprowadzeniu eksploatacji próbnej wdrożono do celów szkoleniowych w Szkolnym Ośrodku Dowodzenia ASG eksperymentalny polowy zautomatyzowany system dowodzenia ZT. Rozwiązania informatyczne tego systemu szeroko są wykorzystywane w procesie szkolenia słuchaczy ASG WP oraz przygotowania kadr dowódczo-sztabowych szczebla taktycznego do eksploatacji PASUW.

Wdrożenie do eksploatacji użytkowej rozwiązań informatycznych PSPI-2 pozwoliło na zracjonalizowanie i zdynamizowanie procesów dowodzenia na szczeblu operacyjnym poprzez skrócenie czasu wykonywania niezbędnych obliczeń i kalkulacji przy jednoczesnym radykalnym zmniejszeniu ich pracochłonności.

Podjęte zostały również próby i osiągnięto zachęcające wyniki w informatyzacji procesów kierowania zabezpieczeniem tyłowym w warunkach polowych przy wykorzystaniu przewoźnej techniki minikomputerowej /PPO/.

Obecnie baza rozwiązań informatycznych dla potrzeb polowego systemu dowodzenia wojskami skupia kilkaset programów umożliwiających wielowariantowe rozwiązywanie ponad 150 różnych typów zadań operacyjno-taktycznych z zakresu planowania działań związków operacyjnych i taktycznych /w tym obliczania ilościowo-jakościowego stosunku sił walczących stron/, oceny możliwości i planowania użycia rodzajów wojsk, prognozowania i oceny skutków działań bojowych oraz wszechstronnego ich zabezpieczenia.

Funkcjonowanie wszystkich ogniw polowego systemu dowodzenia wojskami doskonalono w trakcie szkolenia dowództw szczebla operacyjnego i praktycznie weryfikowano w trakcie gier wojennych i ćwiczeń, a szczególnie międzysojuszniczych ćwiczeń LATO-78, WIOSNA-80, LATO-82, SOJUZ-83.

Znaczny postęp uzyskano również w automatyzacji procesów dowodzenia w WRiArt. oraz WOPL. Zakończono prace modernizacyjne i rozpoczęto badania funkcjonalne prototypów ruchomych punktów kierowania uderzeniami /RPKU/ dywizjonu rakiet operacyjno-taktycznych. Podjęto prace projektowo-wdrożeniowe nad budową zautomatyzowanego systemu kierowania obroną przeciwlotniczą ZT /ŁOWCZA/ oraz zautomatyzowanego systemu dowodzenia obroną przeciwlotniczą na szczeblach operacyjnych DUNAJEC-P.

Zasadnicze przedsięwzięcia rozwojowe w dziedzinie budowy specjalizowanych zautomatyzowanych systemów dowodzenia RSZ w minionym pięcioleciu ukierunkowane były na budowę zautomatyzowanego systemu dowodzenia WOPK. Zakończono kolejny, ważny

etap budowy tego systemu,którego rozwiązania oparte są o sprzęt importowany oraz o własne urządzenia techniczne. Zakończony został proces wdrażania do eksploatacji użytkowej obiektów zautomatyzowanych systemów dowodzenia ALMAZ 2 i 3. Dla stanowisk dowodzenia w korpusach wojsk OPK opracowano - na technice krajowej - zautomatyzowany system zbierania, przetwarzania i zobrazowania informacji o sytuacji powietrznej /CYBER-W, DUNAJEC/. W ramach eksperymentalnego wdrożenia tego systemu uruchomiono zestaw techniczny wymagany do jego eksploatacji użytkowej w 2 KOPK i przystąpiono do kompletowania zestawu w 3 KOPK. Pododdziały wojsk rakietowych wyposażono w obiekty systemu WOZDUCH-1M a związki taktyczne artylerii rakietowej w zautomatyzowany system dowodzenia WEKTOR-2WE. Kontynuowano również prace projektowo-wdrożeniowe w podsystemach dowodzenia pułkiem artylerii rakietowej OWAL-2A i kierowania walką radioelektroniczną OWAL-2WR. W latach 1979-1980 skompletowano użytkowy zestaw techniczny systemu OWAL-2A, przeprowadzono jego badania funkcjonalne i przystąpiono do wdrażania systemu w 79 par. Realizując prace nad budową systemu OWAL-2WR wykonano oprogramowanie użytkowe systemu dla modelowych zestawów technicznych RUDNIA-1 /obiekt kompanijny/ i RUDNIA-2 /obiekt batalionowy/ oraz zakończono badania funkcjonalne wykonanego oprogramowania.

Wykorzystując dorobek i doświadczenie w dziedzinie automatyzacji systemu dowodzenia WOPK podjęto prace projektowo-wdrożeniowe nad budową zautomatyzowanego systemu dowodzenia MW /ŁOWCZA, ALKA, SZRENICA/ oraz zautomatyzowanego systemu dowodzenia WL /ORZYC/.

Liczący się dorobek uzyskano w informatyzacji terytorialnego systemu kierowania sił zbrojnych. Do końca 1980 r. zinformatyzowano - w oparciu o autonomiczne rozwiązania informatyczne /ponad 120/ zasadnicze procesy ewidencyjno-sprawozdawcze i niektóre funkcje planistyczno-decyzyjne, w podstawowych dziedzinach działalności sił zbrojnych. Między innymi rozwiązaniami informatycznymi objęto zadania informacyjne dotyczące procesów:

- oceny gotowości bojowej wojsk /LIR-GOT-PD, PRZEKRÓJ-A1/ i rozpoznania /KULA-1, KULA-2, KULA-5/;

- zabezpieczenia mobilizacyjnego sił zbrojnych /HERC, GRAF-5, SPIRALA-M3, SPIRALA-K3/;
- ewidencyjno-sprawozdawczych i analitycznych w zakresie organizacji wojsk oraz stanów etatowych i osobowych sił zbrojnych /ILOCZYN-W1, SPIRALA-01, SPIRALA-K1, SPIRALA-K2, TRAPEZ/;
- kierowania gospodarką materiałową i zabezpieczeniem w amunicję /PROCES, ARSZYN-C, UNCJA-2, SKALAR-9, OBSZAR-SC, OBSZAR-SU1, ARSZYN-A, ARSZYN-M, RADIAN-1, ROZETA i inne/;
- eksploatacji sprzętu wojskowego /SIGNUM, ARSZYN-A1, ZAKRES-6/;
- kierowania gospodarką finansową wojska /SREDNIA-1, PROSTA, INFINITUM, TRAPEZ-2, TRAPEZ-3/;
- kierowania zaopatrzeniem kwatermistrzowskim sił zbrojnych, budownictwem, lecznictwem i komunikacją wojskową /ponad 20 rozwiązań informatycznych/;
- ewidencyjno-sprawozdawczych oraz niektórych planistycznych w wybranych wojskowych zakładach remontowo-produkcyjnych, głównie w Stoczni Marynarki Wojennej i wojskowych zakładach motoryzacyjnych.

Informatyzacją objęto również podstawowe zadania informacyjne z operacyjnej i szkoleniowej dziedziny działalności rodzajów sił zbrojnych /KORONA-4, EWOLUTA-11L, EWOLUTA-20, PACYNKA i kilkanaście innych rozwiązań informatycznych/.

Metody i środki informatyki szeroko wykorzystywano również w działalności naukowo-badawczej m.in. w procesach kształcenia słuchaczy akademii wojskowych i wyższych szkół oficerskich, w automatyzacji prac inżynierskich oraz naukowej informacji wojskowej.

Bardzo istotnym czynnikiem pozwalającym na tak szeroki rozwój zastosowań informatyki były dynamiczne, zarówno ilościowe jak i jakościowe zmiany w bazie technicznej informatyki.

W minionym pięcioleciu gruntownie zmodernizowano i znacznie rozbudowano stacjonarną bazę techniczną systemu informatyzacji. Organy wykonawcze systemu - ośrodki przetwarzania informacji /OPI/ szczebla centralnego oraz OW i RSZ /ośrodki systemowe/ wyposażone zostały w jednolite komputery trzeciej generacji typu ODRA-1305. W celu zapewnienia warunków współpracy z armiami państw stron UW, przygotowania projektantów i programistów oraz obsług technicznych do realizacji zadań związanych z budową zautomatyzowanych systemów dowodzenia, zainstalowano w Filii Nr 2 WII i Zespole Informatyki MW komputery jednolitego systemu R-32. Mając na uwadze potrzebę właściwego przygotowania kadr dowódczych do wykorzystania informatyki w działalności służbowej, wyższe uczelnie wojskowe oraz niektóre ośrodki szkolenia zostały wyposażone w komputery ODRA-1305. Ośrodki systemowe połączono siecią utajnionej transmisji danych. Rozwiązanie to przyczyniło się do integracji istniejącego potencjału obliczeniowego i znacznie usprawniło wymianę informacji pomiędzy sztabami poszczególnych szczebli organizacyjnych sił zbrojnych.

Łącznie w systemie informatyzacji SZ eksploatuje się /stan na 31.12.1982 r./ 47 komputerów przeważnie 3 generacji oraz 71 minikomputerów, głównie w systemie abonenckim WAT /SAWAT/,w instytutach i wojskowych biurach projektowych oraz w obiektowych rozwiązaniach informatycznych dołowych ogniw sił zbrojnych /głównie składnic/.

Rozwiązano też trudny problem przygotowania maszynowych nośników informacji poprzez przeprowadzaną począwszy od 1979 r. instalację w systemowych OPI rejestratorów danych na taśmie magnetycznej /MERA-9150/. Do końca 1981 r. zainstalowano 10 zestawów tych urządzeń /7 w OPI i 3 w wojskowych przedsiębiorstwach remontowo-produkcyjnych/.

Podstawową bazę techniczną systemu polowego stanowi 5 ROO oraz aparatownie A1M2 służące do przygotowania, wydawania i transmisji danych między polowymi stanowiskami dowodzenia i stacjonarnymi OPI.

Ponadto kilkanaście komputerów specjalizowanych /głównie typu RODAN-10/ wykorzystuje się w projektowanych i eksperymen-

talnie wdrażanych zautomatyzowanych systemach dowodzenia i kierowania środkami walki /CYBER-W, DUNAJEC, RUDNIA, ŁOWCZA, RPKU/.

Istniejąca, stacjonarna baza techniczna systemu umożliwia głównie przetwarzanie informacji w oparciu o autonomiczne zbiory danych. Jest to poważne ograniczenie skali zastosowań informatyki, sprowadzające je w przeważającej większości do rozwiązań wycinkowych. Rozpoczęto więc proces wyposażania ośrodków systemowych w urządzenia teleinformatyczne, pamięci dyskowe i zwiększone pamięci operacyjne oraz wdrażania nowych technologii projektowania, programowania i eksploatacji rozwiązań informatycznych.

W ostatnich latach zreorganizowano zaplecze naukowo-badawcze i projektowo-wdrożeniowe systemu informatyzacji. Na bazie organów wykonawczych - ID ASG WP, IASZ WAT, COPI i OPI Głównego Kwatermistrzostwa WP - utworzono Wojskowy Instytut Informatyki /WII/.

Zintensyfikowano proces kształcenia i doskonalenia kadr informatyki. Uruchomiono kształcenie średniego personelu technicznego - chorążych informatyki /ok. 30 rocznie/ oraz zwiększono liczbę informatyków kształconych na Wydziale Cybernetyki WAT do około 70 osób rocznie /głównie dla potrzeb WOPK/. Zmodernizowano system i programy szkolenia kadry oficerskiej na podyplomowych studiach informatycznych w WAT i ASG WP. Uruchomiono także, w ramach wojska, nieetatowe specjalistyczne szkolenie kursowe z zakresu programowania oraz obsługi operatorskiej techniki informatycznej. W chwili obecnej system informatyzacji SZ dysponuje poważnym potencjałem ludzkim przygotowanym zarówno do projektowania i wdrażania, jak również eksploatacji i użytkowania rozwiązań informatycznych i zautomatyzowanych systemów dowodzenia i kierowania środkami walki.

Bazę organizacyjno-etatową systemu informatyzacji tworzą: centralny organ systemu, organy sztabowe /oddziały systemu kierowania/ oraz organy wykonawcze, na które składają się filie WII, zespoły informatyki OW i RSZ, ośrodki obliczeniowe niektórych IC MON, OW i RSZ. Stan etatowy organów systemu informatyzacji

wynosi 2500 osób. Zasadniczą grupą pracowników informatyki jest służba eksploatacji rozwiązań informatycznych, obsługi techniki obliczeniowej i zautomatyzowanych systemów dowodzenia /846 osób/. Pozostałe siły informatyki - to projektanci i programiści rozwiązań informatycznych /612 osób/, organizatorzy informatyki - kadra dowódczo-sztabowa /200 osób/, dydaktyczna /70 osób/ oraz personel pomocniczy i administracyjny.
W organach systemu informatyzacji zatrudnia się około: 630 absolwentów Wydziału Cybernetyki WAT, 360 oficerów innych specjalności wojskowych przeszkolonych na podyplomowych studiach informatyki, 130 młodszych specjalistów informatyki - chorążych i podoficerów oraz ponad 750 pracowników cywilnych.

Posiadane siły systemu informatyzacji zapewniają:

- kierowanie rozwojem i wdrażaniem informatyki w siłach zbrojnych;
- moce wykonawcze projektowo-programowe w wymiarze około 650 tys. godzin rocznie, z tego około 450 tys. godzin w WII i ZI OW /RSZ/ oraz 200 tys. godzin w pozostałych organach systemu informatyzacji;
- 3-zmianową obsługę techniczną i operatorską techniki informatycznej w systemowych OPI oraz 1-zmianową w pozostałych ośrodkach obliczeniowych.

Z przedstawionych danych wynika, że dotychczasowy dorobek informatyki w wojsku jest znaczny i liczący się w skali kraju i wśród armii sojuszniczych. Zbudowana baza organizacyjno-kadrowa, techniczna i rozwiązań informatycznych zapewnia efektywne wspieranie procesów kierowania zarówno w układzie polowym, jak i terytorialnym. Zastosowanie informatyki - niezależnie od efektów operacyjnych i organizacyjno-usprawniających - dają odczuwalne korzyści ekonomiczne, wynoszące w skali minionego pięciolecia ponad 2 mld.zł. Jednocześnie, dzięki rozbudowie i modernizacji w latach 1978-1980 bazy technicznej systemu informatyzacji stworzone zostały warunki do stopniowego przechodzenia od eksploato-

wanych obecnie rozwiązań informatycznych do kompleksowych systemów informatycznych, pracujących w oparciu o banki danych i abonencką technikę informatyczną.

Z A K O Ń C Z E N I E

W usprawnianiu coraz bardziej złożonych procesów informacyjno-decyzyjnych zachodzących w systemach kierowania siłami zbrojnymi ważną rolę odgrywa informatyka. Korzystanie z usług informatycznych jest obecnie stosunkowo szerokie i popularne. Świadczy o tym powszechność użytkowania rozwiązań informatycznych w systemie terytorialnym oraz coraz szersze wdrażanie zautomatyzowanych systemów dowodzenia i kierowania środkami walki. Dotychczasowy dorobek informatyki jest bogaty oraz zasobna jest jej baza sił i środków. Należy jednak podkreślić fakt, że usługi i narzędzia informatyczne charakteryzują się wyjątkową kapitałochłonnością i nie zawsze są efektywnie wykorzystywane. Rozwój informatyki jest kosztowny i wymaga wysokich nakładów zaś racjonalne nim kierowanie jest obiektywną koniecznością. Efektywnemu sterowaniu rozwojem informatyki winny więc służyć kompleksowe studia i prace badawcze ukierunkowane na poznanie, poprzez analizę retrospekcyjną, praw rządzących rozwojem systemu informatyzacji oraz budowa stosownych narzędzi i metod badawczych. Przyczynkiem do tych studiów i badań może być niniejsza praca.

Zaprezentowana rozprawa doktorska jest teoretycznym uogólnieniem, realizowanych w praktyce przedsięwzięć planistyczno-prognostycznych w dziedzinie rozwoju informatyki w SZ; zawiera ona konkretne wskazania i rozwinięcia metodologiczne procesu prognozowania i planowania rozwoju informatyki w SZ.

Autorzy rozprawy przyjęli założenie, że poszczególne zagadnienia muszą spełniać określone wartości teoretyczno-empiryczne. W związku z tym procedura pracy badawczej obejmowała:

1. Opracowanie modelu przeznaczonego do identyfikacji obiektu badań - systemu informatyzacji sił zbrojnych;
2. Opracowanie modelu dla potrzeb analizy rozwoju systemu informatyzacji sił zbrojnych - jako narzędzia usprawniającego proces sterowania rozwojem informatyki w SZ;
3. Wyznaczenie podstawowych charakterystyk strukturalnych, procesów opisujących obiekt badań;

4. Określenie rozwoju systemu oraz wyznaczenie wskaźników charakteryzujących jego dynamikę;

5. Opracowanie ogólnej koncepcji banku danych jako podstawy komputerowego systemu analizy rozwoju informatyki;

6. Praktyczną realizację wybranego elementu komputerowego systemu analizy rozwoju.

U podstaw przeprowadzonej w rozprawie analizy identyfikacyjnej - bazy wyjściowej do opracowania modelu identyfikacyjnego systemu informatyzacji - legły wyjaśnienia przyczyn powstania oraz potrzeb istnienia obiektu badań, jego zadań, istotnych elementów ich własności funkcjonalnych oraz relacji zachodzących między elementami tworzącymi systemu. Jej efektem jest przedstawiony w oparciu o modele identyfikacyjne opis obiektu badań, który stanowił podstawę do opracowania formalnego modelu badawczego.

Przy jego budowie przyjęto następującą etapową konstrukcję:

- utworzenie składu obiektu badań;
- wyłonienie w drodze konceptualizacji zbioru własności funkcjonalnych elementów składu obiektu badań uwzględniających przyjęty cel badań;
- wyodrębnienie relacji systemotwórczej, która elementom składu obiektu badań przyporządkowuje własności funkcjonalne;
- utworzenie składu repertuaru maksymalnego systemu informatyzacji;
- wyznaczenie zbioru relacji strukturotwórczych, którego elementy na bazie elementów tworzących repertuar maksymalny systemu kreują strukturę systemu informatyzacji.

Podstawą konkretyzacji ogólnych propozycji dotyczących analizy rozwoju systemu informatyzacji są przedstawione w pracy ścisłe zasady wyznaczania charakterystyk strukturalnych i procesów opisujących system informatyzacji. Wynikają one z przeprowadzonego procesu modelowania i są metodologicznie powiązane

z własnościami struktury systemu oraz własnościami funkcjonalnymi elementów tworzących repertuar maksymalny obiektu badań.

Zmiany wartości cech/procesów opisujących system informatyzacji w czasie systemowym pozwoliły wyznaczyć charakterystyki strukturalne i funkcjonalne systemu, które stanowiły podstawę do śledzenia strukturalnego, funkcjonalnego oraz pełnego rozwoju obiektu badań; rozwoju, którego tempo charakteryzują zaproponowane w pracy wskaźniki dynamiki. Istotę przedstawionej w rozprawie procedury analizy rozwoju, stanowi empiryczno-ekstrapolacyjny charakter badań. Empiryzm związany jest z tym, że podstawą wnioskowania o przyszłości jest obserwacja, zidentyfikowanych na etapie modelowania rozwoju systemu, prawidłowości i zachodzących zmian w wartościach charakterystyk opisujących system informatyzacji. Obserwacja ta dokonywana jest w drodze analizy statystycznej, zmian wartości wyrazów szeregów czasowych charakteryzujących rozwój obiektu badań.

Druga z zasadniczych cech przyjętej procedury badawczej polega na przenoszeniu - ekstrapolacji - poznanych i przedstawionych w modelu zmian wartości charakterystyk strukturalnych i procesów systemu w przyszłości, co prowadzi do wyznaczenia prognozy rozwoju cech/procesów opisujących system informatyzacji.

Nowoczesnym narzędziem pozwalającym na usprawnienie procesów związanych z planowaniem, prognozowaniem oraz z analizą rozwoju systemów są metody i środki informatyki. Przy ich wykorzystaniu oraz uwzględnieniu jednolitych założeń metodologicznych, które legły u podstaw przeprowadzonego procesu modelowania rozwoju obiektu badań, zarysowano ogólną koncepcję Komputerowego Systemu Analizy Rozwoju, którego strukturę informacyjną wyznacza:

- baza danych podstawowych;
- baza danych diagnostycznych;
- baza danych prognostycznych;
- baza procedur /metod/ statystyczno-prognostycznych.

Przyjmując w rozprawie, że podstawę analizy rozwoju systemu informatyzacji stanowić powinny metody oparte na modelach rozwojowych zaliczane do grup /klas/:

- modeli tendencji rozwojowych;
- modeli przyczynowo-skutkowych;
- modeli adaptacyjnych

opracowano program komputerowy umożliwiający retrospekcyjną analizę szeregów chronologicznych wartości cech/procesów opisujących system informatyzacji oraz wyznaczono prognozy rozwoju według kilku metod zaliczanych do grupy klasycznych modeli tendencji rozwojowych. Program ten stanowi zaczątek - - jest pierwszym etapem budowy - przedstawionej w rozprawie bazy procedur /metod/ statystyczno-prognostycznych.

Zaprezentowana procedura badawcza świadczy wyraźnie o metodologicznym charakterze rozprawy. Procedura ta może być szeroko wykorzystywana przy prowadzeniu prac analityczno-badawczych nad rozwojem systemów w innych dziedzinach działalności sił zbrojnych.

Natomiast aplikacyjną stroną rozprawy jest to, że cały proces modelowania został przeprowadzony na obiekcie rzyczywistym, a przedstawiony zarys typologii charakterystyk strukturalnych oraz procesów i wskaźników dynamiki rozwoju systemu znalazł odbicie w schemacie BANKU DANYCH "ROZWÒJ" systemu KSAR, którego eksploatacja użytkowa pozwoli centralnemu organowi systemu informatyzacji na usprawnienie i podwyższenie efektywności procesu sterowania rozwojem informatyki, głównie w aspekcie:

- zwiększenia skuteczności działań - m.in. poprzez uwzględnienie w procesach wypracowywania decyzji pełnego zbioru cech/ procesów opisujących rozwój systemu informatyzacji;
- zwiększenia racjonalności - rozumianej jako ugruntowanie poznawcze, podejmowanych decyzji;
- zwiększenia wiarygodnośći i obiektywności działań m.in. poprzez wykorzystanie naukowych metod analizy i prognozowania rozwoju obiektu badań.

Przyjmując w rozprawie rozległą - wynikającą ze specyfiki obiektu badań - płaszczyznę metodologiczną, zdawaliśmy sobie sprawę z tego, że siłą rzeczy wiele problemów zostanie tylko zasygnalizowanych, wiele nowych ciekawych problemów wyniknęło również w trakcie realizacji pracy. Ich szersze przedstawienie

wykraczałoby poza przyjęte ramy rozprawy. Dlatego też rozprawę "Analiza systemowa rozwoju informatyki w siłach zbrojnych" nie traktujemy jako ostatecznego wyniku naszych badań, lecz jako określony i daleki od doskonałości etap prac nad usprawnianiem procesów analizy i prognozowania rozwoju informatyki w SZ.

Od autorów

Na zakończenie tej rozprawy chcielibyśmy jeszcze raz podkreślić wnioski wynikające z przeprowadzonych podczas pisania rozprawy badań, których realizacja i kontynuacja nada sens, rangę i wymiar naszym dotychczasowym poczynaniom.

Wnioski końcowe.

1. Przeprowadzone badania potwierdziły przyjętą hipotezę badawczą - rozwój informatyki w siłach zbrojnych może być przedmiotem analizy systemowej.
2. Opracowana procedura badawcza może stanowić podstawę do dalszych rozwinięć metodologicznych a zarazem konkretyzacji na gruncie analizy rozwoju systemów wojskowych.
3. Dla potrzeb prognozowania rozwoju systemu informatyzacji celowe jest wykorzystywanie metod opartych na modelach rozwojowych.
4. Podstawę prowadzenia efektywnych prac analityczno-prognostycznych stanowić powinny opracowane na jednolitych - zaproponowanych w pracy - założeniach metodologicznych zasoby informacyjne BANKU DANYCH "ROZWÒJ".
5. Utrzymywanie zasobów informacyjnych BANKU DANYCH "ROZWÒJ" w stanie porównywalności wartości szeregów chronologicznych, jest podstawą użyteczności KSAR.
6. Stały rozwój KSAR jest podstawą wysokich walorów użytkowych systemu i wyraża się poprzez:
   - rozwój języka użytkownika,
   - przetwarzanie konwersacyjne,
   - możliwość manipulowania dużymi zbiorami danych statystycznych,

- selektywna - dostosowana do bieżących indywidualnych potrzeb użytkowników systemu - dystrybucja informacji,
- zwiększenie stopnia przetwarzania informacji statystycznej.

7. Wzbogacenie bazy procedur /metod/ statystyczno-prognostycznych KSAR, w tym o procedury pozwalające na automatyczne doprowadzenie do warunków porównywalności wartości wyrazów szeregów chronologicznych powinno być procesem ciągłym.

8. Rozszerzenie możliwości funkcjonalnych KSAR uzależnione będzie od zasobów informacyjnych BANKU DANYCH "ROZWÒJ" oraz sprzętu komputerowego, na którym system zostanie zaimplementowany.

9. Celowa jest budowa i doskonalenie kolejnych wersji modeli rozwojowych systemu informatyzacji poprzez opracowanie wersji modeli przyczynowo-skutkowych i adaptacyjnych.

10. Wybór stopnia złożoności i szczegółowej postaci matematycznej modelu powinien być kompromisem pomiędzy dążeniem do dokładności opisu rozwoju obiektu badań, a możliwością przeprowadzenia wymaganych obliczeń.

Uważamy, że przeprowadzone w rozprawie badania nad modelowaniem rozwoju systemu informatyzacji sił zbrojnych otwierają drogę do poszukiwania coraz bardziej funkcjonalnych i doskonalszych modeli analizy rozwoju.

L I T E R A T U R A

1. Ackoff R.: Decyzje optymalne w badaniach stosowanych, PWN, W. 1969

2. Ambroziak T., Spratek L.: Wybrane problemy i metody prognozowania, Informatyka, W. 1973

3. Anderson T.: The statistical analysis of time seriers. John Wiley, New York 1971

4. Artman J.: Prognoza jakościowego i ilościowego rozwoju usług transmisji danych do roku 1990, IŁ, W. 1972

5. Ayres R.: Prognozowanie rozwoju techniki i planowanie długookresowe, PWE, W. 1973

6. Baworowski J.: Prognozowanie nauki i techniki, Politechnika Wrocławska, Wrocław 1977

7. Bazewicz M.: Projektowanie systemów informatycznych, Politechnika Wrocławska, Wrocław 1982

8. Beizer B.: Organizacja systemów komputerowych, PWN, W. 1979

9. Bertalanffy L.: General system Theory, G.Braziller, New York 1968

10. Bogdan J.: Badanie rozwoju wytworów technicznych na podstawie ewolucji cech, Prace naukoznawcze i prognostyczne, nr 1, 1979

11. Bright J.R.: Prognozowanie w technice, WNT, W. 1978

12. Brown R.G.: Smoothing Forecasting and Predistion of Discrate Time Series, Prentince Hall, Englewood Cliffo, New York 1963

13. Buczyński J., Łopuszyński B.: Zintegrowane systemy informowania kierownictwa, Wojskowy Przegląd Organizacji i Informatyki, nr 3, W. 1974

14. Buczyński J., Kalinowski A.: Konwergencja w informatyce, Myśl wojskowa, nr 2, W. 1979

15. Buslenko W., Kałasznikow W., Kowalenko J.: Teoria systemów złożonych, PWN, W. 1979

16. Cetron M.J.: Technological forecasting, a pratical approach, Gordon a. Breach Publ., Washington 1969

17. Chabowski M.: Metodyka ekstrapolacyjnego prognozowania rozwoju odlewnictwa, Przegląd odlewnictwa, nr 10/11, W. 1980

18. Chandor A., Graham J., Williamson R.: Prakticzka systemova analyza, Bratysława 1974

19. Churchman C.W.: The system approach, Delecorate Press, New York 1969

20. Daniels A., Yeates D.: Podstawy analizy systemów, WNT, W. 1974

21. Dru Mmond-Hausford: Analiza i ocena eksploatacji systemów komputerowych, WNT, W. 1979

22. Dudziński Z.: Prognozowanie na podstawie ekstrapolacji krzywej logistycznej osiągającej w nieskończoności założony poziom nasycenia, z doświadczeń metodologicznych prognozowania społeczno-ekonomicznego i technicznego, PAN Komitet Badań i Prognoz "POLSKA 2000", nr 2, W. 1979

23. Engelking R.: Topologia ogólna, PWN, W. 1976

24. Filasiewicz A.: Prognoza, program, plan, WP, W. 1977

25. - , : Prognozowanie rozwoju nauki i techniki w krajach RWPG, Gospodarka planowa, nr 10, W. 1976

26. Fiodorenko N.D. /red./: Problemy planowania i prognozowania, PWE, W. 1978

27. Flakiewicz W.: Systemy informowania kierownictwa - zasady budowy, aspekty semantyczne, PWE, W. 1978

28. - , : Zasady budowy systemów informowania kierownictwa, OBRI, W. 1977

29. Gackowski Z.: Projektowanie systemów informatycznych zarządzania, WNT, W. 1974

30. Gackowski Z.: Próba operacyjnej formalizacji ogólnego pojęcia systemu, Problemy organizacji, nr 1, W. 1979

31. - , : Systemy działania a podstawy teorii organizacji, Przegląd organizacji, nr 4, W. 1980

32. Gasparski W. /red./: Nauka, technika, systemy. PAN - Ossolineum, Wrocław 1981

33. Gołobanow O.W., Dajwanow S.G., Smirnow W.N.: Modielirowanie słożnych diskretnych sistem na EMC trietiego pokolenia, Energia, Moskwa 1978

34. Gościński J.: Projektowanie systemów zarządzania, PWN, W. 1971

35. - , : Zarys teorii sterowania ekonomicznego, PWN, W. 1976

36. Gozdecki C., Zawada E.T.: Wybrane metody statystyczne w prognozowaniu wojskowym, MON, W. 1978

37. Góralski A. /red./: Zadanie, metoda, rozwiązanie. Techniki twórczego myślenia, WNT, W. 1977

38. Habr J., Veprek J.: Systemowa analiza i synteza, PWE, W. 1976

39. Hall A.D.: Podstawy techniki systemów. Ogólne zasady projektowania, PWN, W. 1968

40. Hartmnn K., Lenckij E., Szefer B.: Planirowanie ekspierimienta w issledowanii technologiczeskich processow, Izdatielstwo "Mir", Moskwa 1977

41. Hellwig Z.: Prognozy statystyczne, ich znaczenie w przewidywaniu zjawisk i procesów gospodarczych, Zeszyty Naukowe WSE Wrocław nr 16, Wrocław 1963

42. Jampolski S., Lisziczkin W.: Prognozirowanie nauczno-techniczeskogo progresa, Ekonomika, Moskwa 1974

43. Jampolski S., Chiluk F., Lisziczkin W.: Problemy prognozowania nauki i techniki, PWE, W. 1971

44. Jantsch E.: Technological forwcasting in Perspective, Paris 1966

45. Jaroń J.: Podstawy cybernetyki, Wyd.Pol., Wrocław 1976

46. Jełowiecki M., Kieżun W., Leoński Z., Ostapczuk B.: Teoria organizacji i kierownictwa, PWN, W. 1979

47. Kalman R., Falb P., Arbib M.: Oczerki po matematiczeskoj teorii system, Moskwa 1971

48. Kartman K., Leckij E., Szefior W.: Planirowanie eksperimenta w isliedowanii tiechnologiczeskich prociesow, Mir, Moskwa 1977

49. Kędzierski L.: Analiza systemowa w zakresie identyfikacji funkcji i struktury systemu przedsiębiorstwa, Organizacja i kierowanie, nr 2, W. 1978

50. Kieżun W.: Podstawy organizacji i zarządzania, KiW, W. 1977

51. Kildiszew G., Frenkel A.: Analiza szeregów czasowych i prognozowanie, PWE, W. 1976

52. Klir G. /red./: Ogólna teoria systemów, WNT, W. 1976

53. Kołodziński E., Suskiewicz M., Kapica A.: Programowanie badania systemów metodą symulacji cyfrowej, WAT, W. 1978

54. Kołodziński E., Pietkiwicz T.: Wybrane problemy automatyzacji dowodzenia, WAT, W. 1980

55. Konieczny J.: Podstawy eksploatacji urządzeń, MON, W. 1975

56. - , : Systemy Zabezpieczenia Wojsk, zeszyt 4, WAT, W. 1979

57. - , : Systemy Zabezpieczenia Wojsk, zeszyt 5, WAT, W. 1980

58. - , : Systemy Zabezpieczenia Wojsk, zeszyt 6, WAT, W. 1981

59. - , : Elementy teorii zabezpieczenia, WAT, W. 1980

60. Korzan B.: Elementy teorii grafów i sieci, metody i zastosowania, WNT, W. 1978

61. Kostina N.I.: Imitacionnoje modelirowanie budżeta wremieni nasilenija regiona, Ekonomika i Matematiczieskie Metody, wyp. 3, Moskwa 1982

62. Kotarbiński T.: Traktat o dobrej robocie, Ossolineum, W. 1975

63. Koźmiński A.: Zarządzanie. Analiza systemowa procesów i struktur, PWE, W. 1974

64. - , : Decyzje. Analiza systemowa organizacji, PWN, W. 1979

65. Kucharski R.: Quasi - systemowość współczesnych metod podejścia systemowego, Organizacja i kierowanie, nr 2, W. 1978

66. Kulikowski J.L.: Prognoza rozwoju ogólnego potencjału informatycznego kraju /założenia metodologiczne/ - maszynopis powielany, W. 1977

67. Kulikowski R.: Analiza systemowa i jej zastosowania, PWN, W. 1977

68. Kupbowskaja N.K.: Prognozirowanie i izmierenie nauczno-tiechniczieskowo progriessa, Nauka, Moskwa 1976

69. Kuratowski K.: Wstęp do teorii mnogości i topologii, PWN, W. 1977

70. Lange O.: Całość i rozwój w świetle cybernetyki, PWN, W. 1962

71. Lange O.; Banasiński A.: Teoria statystyki, PWE, W. 1970

72. Łukaszewicz R.: Dynamika systemów zarządzania, PWN, W. 1975

73. Martino J.P.: Technological Forecasting for decision-making, New York 1972

74. Mazur M.: Cybernetyka i charakter, PIW, W. 1975

75. Morawski W.: Metody prognozowania przewozów ładunku, WKŁ, W. 1976

76. Mreła K.: Zmienne strukturalne jako problem badawczy, Organizacja i kierowanie, nr 1-2, W. 1976

77. Mroczko J.: System obrony państwa. Ogólne założenia i zasady funkcjonowania systemu obronnego PRL, ASG WP, W. 1975

78. Mromow L.M. /red./: Rukowodstwo po nauczno-techniczeskomu prognozirowaniu, Progress, Moskwa 1977

79. Mrozek J., Wolski Z.S.: Analiza i prognozowanie popytu na środki produkcji, PWE, W. 1976

80. Mróz W.: Kierowanie i organizacja pracy sztabowej w okresie pokoju, MON, W. 1974

81. Narsingh D.: Teoria grafów i jej zastosowanie w technice i informatyce, PWN, W. 1980

82. Naur P.: Zarys metod informatyki, WNT, W. 1979

83. Neveler A.M., Golcberg M.A.: Prognozirowanie i planirowanie materialnych resursow, Technika, Kijów 1975

84. Nordhaus W.D.: Innowacje, wzrost, dobrobyt, PWN, W. 1976

85. Nożko K.: Zagadnienia współczesnej sztuki wojennej, MON, W. 1973

86. Olearczuk E.: Analiza i syntoza rozwojowa systemu uzbrojenia, dodatek do biuletynu WAT, nr 6, W. 1978

87. Olejniczak W.: Z problematyki modelowania systemów informatycznych zarządzania, Problemy organizacji, nr 3, W. 1983

88. Pańkow W.: Podejście systemowe w społeczno-diagnostycznych badaniach organizacji, Organizacja i kierowanie, nr 3-4, W. 1977

89. Pawłowski Z.: Prognozy ekonometryczne, PWN, W. 1973

90. - , : Teoria prognozy ekonometrycznej w gospodarce socjalistycznej, PWN, W. 1974

91. - , : Ekonometryczne metody prognozowania wykonania planów gospodarczych, PWN, W. 1979

92. Pietrzkiewicz T.: Problemy prognozowania i programowania rozwoju gospodarczego, PWN, W. 1970

93. Portanow G., Ciamow A.: Issledowanije zawisimostiej mieżdu sisitemnymi paramietrami s pomosoju EVM, Sistiemnyje issledowanija, Moskwa 1971

94. Porwit K.: System planowania, PWE, W. 1981

95. Rajackas R.L.: System modeli planowania i prognozowania, PWN, W. 1981

96. Rasiowa H.: Wstęp do matematyki współczesnej, PWN, W. 1971

97. Redkozubow S.A.: Statisticzeskie metody prognozirowanija w ASU, Moskwa 1981

98. Richter K.J.: Modele ekonomiczno-matematyczne w transporcie, WKŁ, W. 1971

99. Rogucki A.: Analiza systemowa w planowaniu obrony, MON, W. 1975

100. Rolbiecki W.: Przewidywanie przyszłości, WP, W. 1976

101. Sadowski W.: Decyzje i prognozy, PWE, W. 1977

102. Sadowskij W.N.: Ogólna teoria systemów jako metateoria, Prakseologia nr 2, W. 1973

103. - , : Podstawy ogólnej teorii systemów, PWN, W. 1978

104. Sarkisjan S.A. /red./: Tieoria prognozirowanija i printiatija rieszeni, Moskwa 1977

105. Sarkisjan S.A., Starik D.E., Akopow P.L., Mirajew E.C.: Ekonomiczeskoje prognozirowanije, Maszinostrojenie, Moskwa 1977

106. Secomski K.: Prognostyka, WP, W. 1971

107. Siciński A. /red./: Problemy metodologii prognozowania, KiW, W. 1976

108. Sienkiewicz P.: Koncepcja modelowania systemów dowodzenia, Zeszyty Naukowe ASG WP, nr 2, W. 1977

109. - , : Model informatycznego systemu dowodzenia, Zeszyty Naukowe ASG WP, nr 2, W. 1978

110. Sienkiewicz P.: Modelowanie systemów kierowania. Systemy Zabezpieczenia Wojsk, nr 3, WAT, W. 1978

111. - , : Rozwój systemów kierowania, jw.

112. - , : Warunki informatyzacji systemów kierowania, Wojsk.Przegl.Org.i Inf., nr 4, W. 1976

113. - , : Podstawowe pojęcia i założenia teorii efektywności systemów działania, Myśl Wojskowa, nr 12, W. 1976

114. - , : Metodologiczno-epistemologiczne podstawy badań systemowych, Syst.Zab.Wojsk nr 4, W. 1979

115. - , : Teoria efektywności systemów kierowania, Rozprawa habilitacyjna, T.1. Wstęp do systemologii, T.2. Problemy efektywności działania, ASG WP, W. 1979

116. - , : Inżynieria systemów. Wybrane zastosowania wojskowe. MON, W. 1983

117. Sobczak W.: Wprowadzenie do teleinformatyki, WKiŁ, W. 1979

118. Sobczyk J.R.: Analiza wskaźnikowa cech podstawowych budowy struktur organizacyjnych, Organizacja i kierowanie, nr 3-4, W. 1977

119. Souček Z.: Modelowanie i projektowanie systemów gospodarczych, PWE, W. 1979

120. Targowski A.: Informatyka, modele systemów i rozwoju, PWE, W. 1980

121. Turski W.: Metodologia programowania, WNT, W. 1978

122. Turski W: Informatyka a społeczeństwo, Informatyka, nr 1-3, W. 1980

123. Walczak T.: Jak mierzyć stan i rozwój informatyki, Informatyka, nr 9, W. 1978

124. Zawada E.I.: Statystyka, WAP, W. 1979

125. Zawiślak A.: Organizacja i planowanie. Ujęcie systemowe, PWE, W. 1978

126. Zieleniewski J.: Podstawowe pojęcia teorii systemów, organizacji, sterowania i zarządzania - próba systematyzacji pojęć i założeń. Współczesne problemy zarządzania, PWN, W. 1975

127. - , : Organizacja i zarządzanie, PWN, W. 1975

128. Zeliaś A.: Teoria prognozy, PWE, W. 1979

129. Ziemba S., Jarominek W., Staniszewski R.: Problemy teorii systemów, PAN, W. 1980

130. Ziemski S.: Problem dobrej diagnozy, WP, W. 1973

131. Zbiorowe : Efektywne metody wyboru zastosowań komputerowych, Europejski Program Badawczy Diebolda, z. 87, OBRI, W. 1977

132. - , : Formalne opisy systemów i ich zastosowania, Prace naukowe ICT, nr 44, Wrocław 1978

133. - , : Instrukcja o organizacji i dokumentowaniu procesu elektronicznego przetwarzania danych w wojsku, Sztab Generalny WP, W. 1977

134. - , : Materiały I Szkoły Podstaw Inżynierii Systemów, MON-PAN, Orzysz 1976

135. - , : Materiały II Szkoły Podstaw Inżynierii Systemów, MON-PAN, Orzysz 1979

136. - , : Metodologia prognozowania rozwoju nauk wojskowych, ASG WP, W. 1979

137. - , : Metodyka wspólnego prognozowania w RWPG, Prognostyka, MNSzWiT, W. 1975

138. - , : Podstawowe wiadomości o prognozowaniu i prognostyce, ASG WP, W. 1981

139. - , : Problemy metodologii badań systemowych, WNT, W. 1973

140. - , : Prognoza na lata 1980-89 przegląd wyników badań, Europejski Program Badawczy Diebolda, z. 95, OBRI, W. 1978

141. Zbiorowe: Wizja lat osiemdziesiątych, przetwarzanie rozproszone, Europejski Program Badawczy Diebolda, z. 82, OBRI, W. 1977

142. - , : Wybrane problemy metodologiczne, organizacyjne i techniczno-technologiczne budowy terytorialnego zautomatyzowanego systemu kierowania Siłami Zbrojnymi PRL, Sztab Generalny WP, W. 1971

143. - , : Wybrane problemy podstaw teorii systemów, Prace naukowe ICT, nr 25, Wrocław 1976

144. - , : Usprawnienie procesów dowodzenia i zarządzania w wojsku z zastosowaniem metod i środków informatyki, MON, W. 1976

145. - , : Zasady automatyzacji dowodzenia wojskami, Wydawnictwo Akademii SZ ZSRR im. Frunze, Moskwa 1966

Wydrukowano w 5 egz.
Egz. nr 1-5 - Bibl.Nauk.OZS
Wyk. mjr Buczyński
Druk M.M. dn.7.11.83 r.
Druk ASG WP nr pf-1864/WW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA - ARCHIWUM
Nr ewid. 12065
Akademii Obrony Narodowej