

AKADEMIA
SZTABU GENERALNEGO
IM. GENERAŁA BRONI
KAROLA ŚWIERCZEWSKIEGO

Do użytku służbowego
TAJNE
Egz. nr 1

Kpt. mgr inż. Andrzej BARCZAK

ANALIZA PROCESÓW INFORMACYJNYCH REALIZOWANYCH W POLOWYM ZAUTOMATYZOWANYM PODSYSTEMIE DOWODZENIA OGÓLNOWOJSKOWEGO ZWIĄZKU TAKTYCZNEGO Z ZASTOSOWANIEM METODY SYMULACJI KOMPUTEROWEJ

Rozprawa doktorska

BIBLIOTEKA GŁÓWNA - ARCHIWUM
Akademii Obrony Narodowej
X 0394
11664

WARSZAWA PAŹDZIERNIK 1976

AKADEMIA
SZTABU GENERALNEGO
IM. GENERAŁA BRONI
KAROLA ŚWIERCZEWSKIEGO

Do użytku służbowego
TAJNE
Egz. nr 1

Kpt. mgr inż. Andrzej BARCZAK

ANALIZA PROCESÓW INFORMACYJNYCH REALIZOWANYCH W POLOWYM ZAUTOMATYZOWANYM PODSYSTEMIE DOWODZENIA OGÓLNOWOJSKOWEGO ZWIĄZKU TAKTYCZNEGO Z ZASTOSOWANIEM METODY SYMULACJI KOMPUTEROWEJ

Rozprawa doktorska

Nr 394
Biblioteka Główna - Archiwum
ewid.
Akademii Obrony Narodowej
11664

WARSZAWA PAŹDZIERNIK 1976

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 WP

im.gen.broni Karola Świerczewskiego

KATEDRA SŁUŻBY SZTABÓW KIEROWANIA I INFORMATYKI

Przekł. Prot. 320/21.03.95

Do użytku służbowego

T A J N E

Egz.Nr...

Kpt. mgr inż. Andrzej BARCZAK

ANALIZA PROCESÓW INFORMACYJNYCH REALIZOWANYCH W POLOWYM ZAUTOMATYZOWANYM PODSYSTEMIE DOWODZENIA OGÓLNOWOJSKOWEGO ZWIĄZKU TAKTYCZNEGO Z ZASTOSOWANIEM METODY SYMULACJI KOMPUTEROWEJ

R O Z P R A W A D O K T O R S K A

BIBLIOTEKA SZKOLENIOWA DZ. NR 394

BIBLIOTEKA GŁÓWNA-ARCHIWUM Akademii Obrony Narodowej NR 11664

Opracowana
pod kierownictwem naukowym

płk.doc.dr. Bogusława BIDZIŃSKIEGO

WARSZAWA PAŹDZIERNIK 1976

S P I S T R E Ś C I

Str.

Wykaz ważniejszych oznaczeń 6

I. WSĘTP 10

1.1. Wprowadzenie 10

1.2. Koncepcja realizacji pracy 15

II. CHARAKTERYSTYKA PROCESÓW INFORMACYJNYCH REALIZOWANYCH W POLOWYM ZAUTOMATYZOWANYM PODSYSTEMIE DOWODZENIA OGÓLNOWOJSKOWEGO ZWIĄZKU TAKTYCZNEGO /PZPDO ZT/ 20

2.1. Rola i miejsce PZPDO ZT w ogólnej strukturze Polowego Zautomatyzowanego Systemu Dowodzenia Związku Taktycznego 20

2.2. Struktura organizacyjno-funkcjonalna PZPDO ZT.. 22

2.3. Struktura informacyjna PZPDO ZT 25

III. MODEL INFORMACYJNO-FUNKCJONALNY POLOWEGO ZAUTOMATYZOWANEGO PODSYSTEMU DOWODZENIA OGÓLNOWOJSKOWEGO ZWIĄZKU TAKTYCZNEGO /opis formalny/ 31

3.1. Uwagi wstępne 31

3.2. Opis struktury PZPDO ZT 33

3.3. Specyfikacja zadań realizowanych przez punkty informatyczne PZPDO ZT 40

3.4. Charakterystyka wyróżnionych zdarzeń informacyjnych występujących w PZPDO ZT 42

3.5. Charakterystyka wyróżnionych zdarzeń taktyczno-technicznych występujących w PZPDO ZT 46

3.5.1. Opis czynników wpływających na sprawność funkcjonowania punktów informatycznych PZPDO ZT 48

3.5.2. Opis charakterystyk funkcjonowania punktów informatycznych PZPDO ZT 55

3.6. Charakterystyka strumienia zadań realizowanych w PZPDO ZT 60

IV. BADANIE PROCESÓW INFORMACYJNYCH REALIZOWANYCH W POLOWYM ZAUTOMATYZOWANYM PODSYSTEMIE DOWODZENIA OGÓLNOWOJSKOWEGO ZWIĄZKU TAKTYCZNEGO 77

4.1. Metody badania PZPDO ZT 77

4.2. Analiza możliwości wykorzystania teorii masowej obsługi do badania PZPDO ZT 81

4.3. Istota symulacji jako metody badawczej PZPDO ZT 83

4.4. Opis modelu symulacyjnego procesów informacyjnych i taktyczno-technicznych realizowany w PZPDO ZT 91

4.4.1. Charakterystyka wskaźników funkcjonowania PZPDO ZT traktowanego jako system wielodostępny 91

4.4.2. Charakterystyka regulaminów obsługi zadań zgłaszanych do realizacji w PZPDO ZT 97

4.4.3. Specyfika założeń modelu symulacyjnego .. 109

4.4.4. Opis algorytmu symulacji procesów informacyjnych realizowanych w PZPDO ZT ... 110

4.4.5. Opis informacji zbieranych w wyniku realizacji eksperymentu symulacyjnego ... 113

4.4.6. Analiza wyników badania symulacyjnego PZPDO ZT 115

V. WNIOSKI 148

ZAŁĄCZNIKI

1. Struktura Polowego Zautomatyzowanego Systemu Dowodzenia Związku Taktycznego /PZSD ZT/ 158

2. Struktura Polowego Zautomatyzowanego Podsystemu Dowodzenia Ogólnowojskowego Związku Taktycznego /PZPDO ZT/ 159

3. Uproszczony opis struktury Polowego Zautomatyzowanego Podsystemu Dowodzenia Ogólnowojskowego Związku Taktycznego przyjętej do badań symulacyjnych ... 160

4. Opis danych wejściowych do programu symulacji procesów informacyjnych realizowanych w PZPDO ZT 161

5. Charakterystyka informacji pośrednich i wynikowych opracowywanych w wyniku realizacji eksperymentu symulacyjnego 168

6. List programu, dane wejściowe i wyniki obliczeń
/wydano jako oddzielne opracowanie tylko do
egz. 1 ÷ 5/ .....

BIBLIOGRAFIA 177

WYKAZ WAŻNIEJSZYCH OZNACZEŃ

1. CI - Centrum informatyczne
2. OPI - Ogólnodostępny punkt informatyczny
3. ZPI - Zdalny punkt informatyczny
4. $\mathbb{PD}$ - Podsystem decyzyjny
5. $\mathbb{PI}$ - Podsystem informacyjny
6. BD - Bank danych
7. bd - Baza danych
8. SZD - System zarządzania danymi
9. JBD - Język banku danych
10. Słog - Struktura logiczna banku danych
11. Sfiz - Struktura fizyczny banku danych
12. C - Cel działania PZPDO ZT
13. S - Struktura PZPDO ZT
14. $\mathbb{Z}$ - Zbiór zadań realizowanych przez PZPDO ZT
15. $\tilde{G}$ - Graf struktury systemu
16. φ - Zbiór funkcji opisanych na wierzchołkach grafu G
17. Φ - Zbiór funkcji opisanych na łukach grafu G
18. $\mathbb{P}$ - Zbiór punktów informatycznych
19. $\mathbb{N}$ - Zbiór numerów punktów informatycznych
20. $\mathbb{P}_{ZPI}$ - Podzbiór zdalnych punktów informatycznych
21. $\mathbb{P}_{PA}$ - Podzbiór punktów abonenckich

22. $\bar{U}$ - Zbiór łuków określonych na zbiorze wierzchołków grafu $\tilde{G}$

23. C - Zbiór czynności realizowanych przez punkty informatyczne

24. φ_1 - Struktura czynnościowa punktów informatycznych

25. W - Zbiór punktów terenowych określających położenie punktów informatycznych

26. φ_2 - Struktura przestrzenna punktów informatycznych

27. ST - Zbiór sprzętu technicznego

28. φ_3 - Struktura techniczna punktów informatycznych

29. $\bar{Z}$ - Zbiór zadań realizowanych przez system liczący PZPDO ZT

30. O - Zbiór zadań obliczeniowych realizowanych w PZPDO ZT

31. I - Zbiór numerów zadań ($\bar{z} \in \bar{Z}$)

32. $\check{P}$ - Podzbiór punktów informatycznych nie zawierający centrum informatycznego

33. S - Zbiór zdarzeń wyróżnionych w PZPDO ZT

34. S_I - Podzbiór zdarzeń informacyjnych

35. S_{TT} - Podzbiór zdarzeń taktyczno-technicznych

36. F - Dystrybuanta zmiennej losowej

37. $\mathbf{F}$ - Zbiór dystrybuant zmiennych losowych

38. Pr - Prawdopodobieństwo realizacji określonego zdarzenia

39. $\mathbb{E}$ - Zbiór miejsce /stanów/ przebywania zadania ($\bar{z} \in \bar{Z}$) w PZPDO ZT

40. T_{zb} - Czas zbierania informacji

41. T_{op} - Czas opracowywania informacji

42. T_{for} - Czas formowania informacji

43. T_{we} - Czas transmisji wejściowej

44. T_{prz} - Czas przetwarzania informacji

45. T_{wy} - Czas transmisji wyjściowej

46. α - Współczynnik rodzaju zadania

47. $\bar{\alpha}$ - Struktura rodzajów zadań zgłoszonych do realizacji

48. β - Współczynnik rodzaju urządzenia wejściowego

49. $\bar{\beta}$ - Struktura sposobów wprowadzania informacji do systemu liczącego

50. γ - Współczynnik rodzaju urządzenia wyjściowego

51. $\bar{\gamma}$ - Struktura sposobów wyprowadzania informacji z systemu liczącego

52. T_{OD} - Czas odpowiedzi na zgłoszone do realizacji zadanie

53. T_{DZ} - Czas dezaktualizacji zadania

54. T_{DR} - Dopuszczalny czas realizacji zadania

55. T_{RM} - Czas realizacji zadania

56. L(t) - Czas pozostały do zakończenia realizacji zadania

57. E - Wektor parametrów charakteryzujących zgłaszane do realizacji zadania

58. $\bar{E}(t)$ - Wektor stanu zadania

59. $\bar{\bar{E}}(t)$ - Zbiór stanów zgłoszonych do realizacji zadań. Stan PZPDO ZT w płaszczyźnie informacyjnej

60. A - Zbiór zdarzeń taktyczno-technicznych

61. $\bar{A}(t)$ - Zbiór stanów punktów informatycznych

62. $B(t)$ - Wektor stanu PZPDO ZT w płaszczyźnie informacyjnej i taktyczno-technicznej

63. I_{we} - Zbiór informacji wejściowych

64. I_{wy} - Zbiór informacji wyjściowych

65. I_{ws} - Zbiór informacji współdziałania

66. $\bar{B}$ - Historia stanów PZPDO ZT

67. $\overline{PR}$ - Struktura priorytetów zgłoszonych do realizacji zadań

68. PR - Priorytet zadania

69. X - Współczynnik zabezpieczenia potrzeb informacyjnych PZPDO ZT.

I. WSTĘP

1.1. Wprowadzenie

Wiek XX przyniósł ludzkości nowe wspaniałe osiągnięcia. Obok opanowania energii jądrowej i podboju kosmosu przybliżył człowieka do nowej ery - ery technologii informacyjnej. Lawinowy wzrost informacji spowodował, że informacja obok materii i energii traktowana jest współcześnie jako trzeci podstawowy element otaczającej nas rzeczywistości. Rola informacji uległa również istotnemu przewartościowaniu w wojskowych systemach dowodzenia. System dowodzenia traktowany jako zbiór elementów wewnętrznie skoordynowanych, współpracujących dla osiągnięcia globalnego celu, jest wielce złożonym systemem, którego sprawność funkcjonowania jak nigdy dotychczas w zasadniczym stopniu decyduje o powodzeniu działań bojowych. Doskonalenie systemu dowodzenia związku taktycznego i dostosowanie go do potrzeb i wymagań współczesnego i przewidywanego charakteru walki, wymaga dogłębnego zrozumienia istoty dowodzenia, określenia roli, funkcji i optymalnej struktury organów dowodzenia, doskonalenia metod ich pracy i konstruowania oraz wprowadzania na wyposażenie wojsk nowych technicznych środków dowodzenia.

Przewidywane pole walki charakteryzować będzie wyjątkowa złożoność sytuacji. Ogromna siła współczesnych środków rażenia i niespotykane w historii wojen utechnicznienie wojsk, stworzyło jakościowo nową sytuację w teorii i praktyce dowodzenia. Dowodzenie, jako określona forma kierowania stało się procesem trudnym i złożonym, wymagającym wiedzy, umiejętności i talentu [80] . Proces dowodzenia jest procesem decyzyjno-informacyjnym, który stanowi zamknięty cykl składający

się z następujących etapów :

- zebranie informacji o wojskach własnych, przeciwnika i warunkach prowadzenia walki;
- opracowanie i analiza zebranej informacji w celu sprecyzowania diagnozy powstałej sytuacji, oceny i możliwości przeciwnika oraz oceny przewidywanych rezultatów działania wojsk własnych;
- podjęcie decyzji, która powinna doprowadzić do jak najlepszego wykonania zadania;
- przekazanie podjętej decyzji wykonawcom i kontrola jej realizacji.

Najistotniejszym elementem dowodzenia jest decydowanie o najwłaściwszym i najekonomiczniejszym wykorzystaniu ludzi, broni i sprzętu, zarówno w szkoleniu jak i w działaniach bojowych. Aby sprostać temu zadaniu, niezbędne jest gromadzenie, selekcja i przetwarzanie informacji., podejmowanie na ich podstawie odpowiednich decyzji, przekazywanie tych decyzji wykonawcom, zapewnienie warunków ich realizacji oraz kontrolowanie jakości ich wykonania.

Integralną część procesów dowodzenia stanowią procesy informacyjne, które realizowane są w obszarze funkcjonowania podsystemu informacyjnego określonego systemu dowodzenia. System informacyjny stanowi "pewien zorganizowany kompleks środków technicznych wraz z obsługującą go kadrą, którego podstawowym zadaniem jest pobieranie, przechowywanie, przesyłanie, przetwarzanie i rozpowszechnianie i /lub/ wydawanie informacji zgodnie z wymaganiami narzuconymi przez użytkowników systemu". 1/

1/ KULIKOWSKI J.L. : Teoretyczne podstawy organizacji systemów informatycznych. Archiwum Automatyki i Telemechaniki, T. XV, Z 4 1970 r.

Decydującą rolę w systemie dowodzenia spełnia informacja. Dlatego też interesuje nas jej strona ilościowa i znaczeniowa. Nośnikiem informacji są określone sygnały wizualne, akustyczne, elektryczne i ruchowe. Określony ciąg takich sygnałów tworzy wiadomość. Jeżeli wiadomość odbierana jest przez jakiś obiekt /człowieka lub maszynę/, to wywołuje w nim zmianę stanu choćby tylko przez wyprowadzenie go z niewiedzy, mówimy, że wiadomość ta dostarczyła informacji /zawierała informację/. Dana wiadomość może nie zawierać informacji dla jednego obiektu, natomiast dla innego tak ; zależy to od adresu pod jaki kierujemy zestaw sygnałów, stanowiących określoną wiadomość. Stąd wniosek, iż nie ma informacji bez adresata [62] .

Ilekroć mówimy o oddziaływaniu informacyjnym jako szczególnym przypadku sterowania, mamy na uwadze przynajmniej trzy rodzaje informacji :

- konstatującą, której treścią jest głównie opis obiektu /stan rzeczy/;
- decyzyjną, której treścią są ustalenia co do celu lub sposobu działania;
- operacyjną, której treścią jest charakterystyka zadań, które powinny być wykonane przez poszczególne elementy.

Informacja decyzyjna występuje tylko w niektórych układach kierowniczych, natomiast informacja operacyjna jest nieodłączna od czynności kierowania, stąd jej szczególna ważność we wszystkich wywodach traktujących o problematyce dodowodzenia [111] .

Problemem o pierwszorzędnym znaczeniu w procesie dowodzenia jest walka o czas. Suworowskie powiedzenie "jedna minuta decyduje o powodzeniu batalii, jedna godzina - o kampanii, jeden dzień o losie kraju" obecnie zyskało dosłowne

znaczenie. Jeżeli w latach II wojny światowej każdą operację z reguły poprzedzał okres przygotowawczy, którego długość mierzona była wieloma dniami, a nawet tygodniami przy czym na organizację walki na szczeblu dywizja - pułk przeznaczano zwykle 5-7 dób, to dziś nie można liczyć na tak długi okres czasu.[2/] Wzrost przestrzennego rozmachu operacji, walki i wysoka aktywność działań bojowych z całą ich złożonością spowodowały lawinowy wzrost ilości informacji napływających do systemu dowodzenia. Dlatego umiejętność szybkiej analizy sytuacji, wybierania z ogólnej masy napływających informacji podstawowych o istotnym znaczeniu - to niezmienna cecha operatywności pracy wszystkich ogniw dowódczych i sztabów. Ocenia się w oparciu o przeprowadzone ćwiczenia, że ilość informacji napływających do systemu dowodzenia związku taktycznego, w stosunku do okresu II wojny światowej wzrosła dziesięciokrotnie.[3/]

Wzrostowi ilości informacji towarzyszy z jednej strony wzrost częstotliwości przekazywania, przyjmowania i przetwarzania informacji, a z drugiej strony znaczne skracanie czasu przeznaczonego na jej opracowanie, podyktowane wymogami współczesnego i przewidywanego pola walki. Ma to zasadniczy wpływ na poziom podejmowania decyzji i rytmiczność pracy dowódczo-sztabowej. Mimo wielu usprawnień realizowanych w płaszczyźnie organizacyjnej, metodologicznej, technicznej i technologicznej organa dowodzenia nie zawsze otrzymują informacje zapewniające operatywne dowodzenie. Szeroko rozumiane

---

2/ BARCZAK A. : Analiza procesów informacyjnych realizowanych na SD dywizji podczas przygotowania działań bojowych w oparciu o dane statystyczne otrzymane ze sztabów dywizji zmechanizowanych i pancernych. Zeszyt Naukowy ASG Nr 4/1975 r.

3/ Kompleksowe badania wewnętrznego systemu informacyjnego wojsk łączności i opracowanie koncepcji w zakresie jego usprawnienia, praca naukowo-badawcza "Żurawka", ASG 1970 r. str. 33.

zniekształcenia informacji między innymi na skutek oddziaływania przeciwnika, powodują, że procesy informacyjne nie zawsze odpowiadają potrzebom informacyjnym użytkowników systemów dowodzenia. Opanowanie i usprawnienie procesów informacyjnych jest dzisiaj najbardziej aktualnym problemem wymagającym racjonalnego i zdecydowanego działania. Informacja szybko dostarczona, wiarygodna, komunikatywna i wyselekcjonowana, przekształcona we wszechstronnie uzasadnione decyzje jest podstawowym atrybutem oceny efektywności systemów dowodzenia.

Usprawnianiem procesów informacyjnych zajmuje się w szczególności informatyka, a stopień jej problemowego zaangażowania mierzony między innymi ilością wykorzystywanych komputerów, świadczy o wysokiej nowoczesności realizowanych procesów. Jak podaje w swojej pracy A. GRECZKO "automatyzacja procesów informacyjnych i ich usprawnianie jest głównym kierunkiem prac w rozwiązywaniu sprzeczności między rosnącymi wymaganiami w dziedzinie dowodzenia wojskami, a istniejącymi możliwościami dowódców i sztabów w wykonywaniu złożonych i różnorodnych wyliczeń operacyjno-taktycznych". 4/

Doświadczenia i wnioski ze współczesnych konfliktów zbrojnych wskazują ewidentnie, że zagadnienia związane z doskonaleniem procesów informacyjnych leżą w centrum zainteresowania większości liczących się współcześnie armii świata. Potwierdzeniem może być fakt posiadania w 1970 r. przez armię USA około 3700 komputerów, wprowadzenie do eksploatacji wielu zautomatyzowanych systemów kierowania oraz jakościowo nowych, doskonalszych środków łączności [7] , [47] , [84] .

4/ A. GRECZKO : Siły Zbrojne Państwa Radzieckiego, MON 1975 r., str. 272.

W ostatnich latach w systemach dowodzenia wojskami coraz szersze zastosowanie znajduje w naszych Siłach Zbrojnych sprzęt elektroniczno-obliczeniowy i inna nowoczesna aparatura techniczna. Głównym celem automatyzacji procesów informacyjnych jest zwiększenie operatywności kierowania wojskami, skuteczności użycia broni, sprzętu wojskowego i w ogóle gotowości bojowej wojsk, a także poważnego zmniejszenia wysiłków dowódców i oficerów sztabu na prace techniczne [43] , [80] . Bliska perspektywa wprowadzenia na wyposażenie wojsk zautomatyzowanych systemów dowodzenia, już dzisiaj stwarza potrzebę prowadzenia prac nad metodami oceny ich funkcjonowania.

1.2. Koncepcja realizacji rozprawy

Temat rozprawy stanowi fragment programu badawczego z zakresu automatyzacji systemu dowodzenia związku taktycznego, realizowanego w Instytucie Dowodzenia ASG WP i pracy naukowo-badawczej z zakresu kierunków usprawniania procesów dowodzenia dywizją w polu, prowadzonej przez Katedrę Służby Sztabów Kierowania i Informatyki.

Celem rozprawy jest analiza procesów informacyjnych realizowanych w Polowym Zautomatyzowanym Podsystemie Dowodzenia Ogólnowojskowego Związku Taktycznego /PZPDO ZT/i opracowanie użytecznej metody ich badania.Przebadanie procesów informacyjnych w PZPDO ZT z uwzględnieniem możliwie największej ilości wymagań i warunków, jakie stwarza współcześnie rzeczywiste pole walki, jest zagadnieniem trudnym i skomplikowanym. Charakterystyki i atrybuty przeważającej ilości informacji napływających do systemu dowodzenia związku taktycznego mają charakter losowy. Kompleksowe ujęcie procesów

informacyjnych w PZPDO ZT z uwzględnieniem ich losowego charakteru analitycznie jest możliwe, jednak rozwiązanie podstawowych zależności opisujących zachowanie się systemu w oparciu o znany aparat matematyki, mało efektywne. Metody analityczne pozwalają na badanie systemu przede wszystkim w stanie statycznym. Jednoczesność realizacji wielu procesów takich jak :

- proces dopływu informacji;
- proces starzenia informacji;
- proces przetwarzania informacji;
- proces dystrybucji;
- proces uszkodzeń systemu technicznego,

oraz trudności odtwarzania rzeczwistych warunków, w jakich funkcjonować będzie mógł PZPDO ZT, skłaniają do stosowania metody symulacji komputerowej. Jak wykazują badania, poważne rezultaty uzyskuje się poprzez zastosowanie metody symulacji komputerowej do badania podobnej klasy systemów [5] , [58] , [63] , [78] . Metoda symulacji komputerowej pozwoli odtworzyć możliwie dokładnie rzeczwiste warunki w jakich działać będzie system, umożliwi analizę funkcjonowania PZPDO ZT z uwzględnieniem dynamiki zmian systemu oraz szczegółową ocenę procesów informacyjnych w oparciu o wybrane kryteria oceny, każdorazowo przed rzeczywistym zadziałaniem systemu.

Możliwości uzyskania informacji o interesujących dowódcę związku taktycznego wskaźnikach oceny funkcjonowania PZPDO ZT w przewidywanych warunkach pola walki, stanowi w przekonaniu autora jeden z najważniejszych elementów oceny skuteczności funkcjonowania zautomatyzowanego systemu dowodzenia związku taktycznego, do czego współczesna nauka wojenna przywiązuje duże znaczenie [7] , [47] .

Proces wyposażania związków taktycznych w mobilne środki informatyki, jaki będzie miał miejsce po 1980 roku oraz konieczność odpowiedzi na pytanie: na ile funkcjonowanie PZPDO ZT zabezpieczy w warunkach rzeczywistego pola walki potrzeby informacyjne procesu dowodzenia w stosunku do tradycyjnego systemu dowodzenia, stwarza potrzebę prowadzenia prac w tym zakresie.

Przedmiotem rozprawy jest opracowanie w sensie określonej miary adekwatnego modelu informacyjno-funkcjonalnego PZPDO ZT i przebadanie go przy wykorzystaniu metody symulacji komputerowej w szerokim zakresie zmian zasadniczych parametrów procesów informacyjnych z uwzględnieniem przewidywanych warunków pola walki.

Wyniki pracy dla użytkowników systemu stanowić mogą narzędzie oceny skuteczności jego funkcjonowania, natomiast projektantom polowego zautomatyzowanego systemu dowodzenia, pozwolą na wykonanie kompleksowych badań przed użytkowym wdrożeniem systemu do eksploatacji, udokładnić hipotezy i założenia oraz sprecyzować przewidywany charakter funkcjonowania systemu, a w okresie jego eksploatacji na bieżąco usprawniać i korygować jego strukturę informacyjną, funkcjonalną i techniczną. Dla słuchaczy akademii, przyszłych użytkowników zautomatyzowanych systemów dowodzenia i kadry naukowej, wyniki pracy mogą być wykorzystane do celów dydaktycznych w zakresie kształtowania określonych umiejętności i nawyków dowódczo-sztabowych uwzględniających specyfikę funkcjonowania zautomatyzowanych systemów dowodzenia.

Przedstawioną problematykę pracy zawarto w pięciu rozdziałach. Wprowadzenie i koncepcję rozprawy przedstawiono w rozdziale pierwszym. Rola i miejsce PZPDO ZT w ogólnej strukturze Polowego Zautomatyzowanego Systemu Dowodzenia Związku

Taktycznego /PZSD ZT/ oraz ogólna charakterystyka procesów informacyjnych realizowanych w PZPDO ZT, są treścią roz - działu drugiego. W rozdziale trzecim przedstawiono model informacyjno-funkcjonalny wraz z jego formalnym opisem. Podano opis zdarzeń mających miejsce w obszarze funkcjonowania podsystemu informacyjnego, jak również przedstawiono opis zasadniczych parametrów i atrybutów procesów informacyjnych realizowanych w systemie. Zdefiniowano pojęcie stanu systemu w aspekcie potrzeb badawczych rozprawy. Treścią rozdziału czwartego jest opis symulacji komputerowej, jako metody badawczej. Sformułowano i przedstawiono szereg pojęć właściwych tej metodzie badawczej, przedstawiono ogólne zasady stosowania symulacji komputerowej i wskazano na zasadnicze korzyści płynące z wykorzystania symulacji komputerowej do badania złożonych systemów kierowania. Przedstawiono cha - rakterystykę funkcjonowania PZPDO ZT traktowanego jako system wielodostępny. Sprecyzowano zasadnicze wskaźniki oceny funkcjonowania systemów wielodostępnych. Scharakteryzowano i zaproponowano określone regulaminy "przerwań" i prioty - tetowania zgłaszanych do realizacji zadań. Przedstawiono schemat blokowy algorytmu symulacji procesów informacyjnych, realizowanych w systemie wraz z opisem realizowanych przez niego funkcji, sprecyzowano założenia i ograniczenia dla opracowanego modelu, przedstawiono opis informacji wynikowych oraz dokonano analizy wyników badań symulacyjnych PZPDO ZT. Treścią rozdziału piątego jest, analiza aktualnego stanu prac badawczych w zakresie przedstawionej problematyki, charakterystyka zasadniczych trudności wynikłych w toku realizacji rozprawy oraz uogólnione wnioski w zakresie oceny możliwości wykorzystania wyników pracy i przedstawionej w niej metody badania zautomatyzowanych systemów

dowodzenia. Uzupełnienie myśli przewodniej rozprawy stano - wią stosowne załączniki.

Autor poczuwa się do szczególnie miłego obowiązku złożenia podziękowania promotorowi - płk.doc.dr. Bogusławowi BIDZIŃSKIEMU - za merytoryczne kierownictwo rozprawą, płk.dr.inż. Zygmuntowi KOWALCZYKOWI za wiele cennych uwag, które pozwoliły wzbogacić treść rozprawy, a kpt.dr.inż. Edwardowi KOŁODZIŃSKIEMU za okazaną pomoc w ulepszeniu układu rozprawy.

II. CHARAKTERYSTYKA PROCESÓW INFORMACYJNYCH REALIZOWANYCH W POLOWYM ZAUTOMATYZOWANYM PODSYSTEMIE DOWODZENIA OGÓLNOWOJSKOWEGO ZWIĄZKU TAKTYCZNEGO /PZPDO ZT/

2.1. Rola i miejsce PZPDO ZT w ogólnej strukturze Polowego Zautomatyzowanego Systemu Dowodzenia Związku Taktycznego

Automatyzacja procesów informacyjnych poprzez zastosowanie nowych metod, techniki komputerowej oraz urządzeń transmisji danych, pozwoli systemowi dowodzenia związku taktycznego przybrać postać systemu zautomatyzowanego, zwanego Polowym Zautomatyzowanym Systemem Dowodzenia Związku Taktycznego /PZSD ZT/. Głównym celem budowy PZSD ZT jest zapewnienie dowódcy i sztabowi warunków do uzyskania takiej efektywności użycia oddziałów i pododdziałów DZ /DPanc/, która będzie odpowiadać wymaganiom stawianym przez współczesne pole walki. Realizację tego celu projektanci PZSD ZT zamierzają osiągnąć poprzez :

- podwyższenie operatywności dowodzenia oddziałami i pododdziałami dywizji, głównie dzięki usprawnieniu procesów zbierania, automatycznego utajniania, przesyłania i przetwarzania informacji o wojskach własnych i przeciwnika;
- zwiększenie efektywności uderzeń rakieto-jądrowych uzyskane w wyniku usprawnienia procesów ich przygotowania w oparciu o udoskonalenie istniejących i zastosowanie nowych środków i urządzeń technicznych;
- zwiększenie efektywności obrony przeciwlotniczej wojsk na drodze automatyzacji rozpoznania radiolokacyjnego oraz kierowania działalnością bojową sił i środków OPL ;

- znaczne usprawnienie kierowania tyłami taktycznymi oraz zwiększenie efektywności wykorzystania sił i środków w zakresie materiałowo-technicznego zabezpieczenia wojsk, głównie dzięki przyspieczeniu i usprawnieniu przetwarzania informacji;
- odciążenie osób funkcyjnych sztabu DZ /DPanc/ od wykonywania pracochłonnych czynności i umożliwienia skierowania ich wysiłku na pracę twórczą i organizatorską, głównie poprzez automatyczne gromadzenie, przechowywanie i przetwarzanie informacji oraz przedstawienie wyników na ekranach monitorów, lub w postaci sformalizowanych dokumentów bojowych, a także poprzez użycie organizacyjno-technicznych środków małej i średniej mechanizacji [96].

PZSD ZT funkcjonować będzie w oparciu o istniejącą strukturę organizacyjną związku taktycznego /DZ, DPanc/ i składać się będzie z czterech podsystemów /załącznik nr 1/ :

- podsystem dowodzenia ogólnowojskowego;
- podsystem dowodzenia WRiA;
- podsystem dowodzenia WOPL;
- podsystem dowodzenia tyłami.

Podsystem dowodzenia ogólnowojskowego /załącznik nr 2/ stanowi podstawową część składową systemu, spełniając w stosunku do pozostałych podsystemów rolę nadrzędną. Jest tym elementem PZSD ZT, który integruje i koordynuje działalność pozostałych podsystemów, dla których stanowi jednocześnie źródło zasileń informacyjnych, i z których sam czerpie potrzebne mu informacje. Podsystem dowodzenia ogólnowojskowego obejmuje :

- wojska zmechanizowane i pancerne;
- siły i środki rozpoznania ogólnowojskowego;

- wojska inżynieryjne;
- wojska chemiczne;
- wojska łączności.

Podstawowym elementem podsystemu dowodzenia ogólnowojskowego, a zarazem całego PZSD ZT jest sztab ogólnowojskowy. W procesie realizacji zadań wykonywanych w podsystemie ogólnowojskowym partycypują między innymi szefostwa WRiA i WOPL, które równocześnie kierują pracą własnych podsystemów. W podsystemie dowodzenia ogólnowojskowego automatyzacji podlegają procesy zbierania, opracowania, przechowywania, dystrybucji, przesyłania, wydawania i przetwarzania informacji operacyjno-taktycznych w zakresie optymalizacji decyzji o użyciu sił i środków dywizji oraz bezpośredniego kierowania walką.

2.2. Struktura organizacyjno-funkcjonalna PZPDO ZT

PZSD ZT jest pierwszym tego typu systemem projektowanym w LWP. Brak doświadczeń i odpowiednio wysoko kwalifikowanej kadry, a jednocześnie pewnej grupy wysoce specjalistycznego sprzętu informatycznego, przesądziło o eksperymentalno-użytkowym charakterze projektowanego systemu. Eksperymentalny charakter systemu ogranicza tylko czasowo pełną jego użyteczność, uwarunkowane to jest koniecznością wyposażenia wojsk w mobilne środki informatyki. Funkcjonowanie PZSD ZT w rzeczywistych warunkach przewidywanego pola walki możliwe będzie dzięki wysoce mobilnym środkom informatyki, których charakterystyki taktyczno-techniczne spełniać winny wymagania podane w pracy [114].

Aktualnie najbardziej zaawansowane są prace prowadzone nad Polowym Zautomatyzowanym Podsystemem Dowodzenia Ogólnowojskowego Związku Taktycznego i Podsystemem Dowodzenia

Tyłami, w których do etapu projektowania technologicznego autor uczestniczył. Bliska perspektywa wdrożenia PZPDO ZT do wojsk, jak również niemożliwość przeprowadzenia aktualnie kompleksowych badań PZPDO ZT ze względu na znaczne rozbieżności czasowe w postępie prac projektowanych nad pozostałymi podsystemami PZSD ZT, przesądziły o przedmiocie rozprawy.

Funkcjonowanie PZPDO ZT oparte będzie na wyposażonych w odpowiedni sprzęt informatyki punktach zbierania , przetwarzania i wydawania informacji. Punkty te różnią się rodzajem i zakresem realizowanych zadań, jak również miejscem w strukturze organizacyjnej, przestrzennej i informacyjnej PZPDO ZT. 5/

Na SD ZT organizuje się Centrum Informatyczne /CI/ wyposażone w następujący sprzęt informatyki :

- wojskowa maszyna dywizyjna WMD Rodan;
- urządzenie transmisji danych UTD-3a /3 komplety/;
- urządzenie transmisji danych UTD-2;
- monitor dalekopisowy;
- czytnik taśmy papierowej;
- dziurkarka taśmy papierowej;
- drukarka wierszowa;
- jednostka sterująca ALFA 210;
- monitor ekranowy ALFA 110 /8 kompletów/;
- zestaw dysków z jednostką sterującą.

Centrum informatyczne świadczy swoje usługi w zakresie przetwarzania programów zadań użytkowych, aktualizacji banku da-

---

5/ Opis struktury PZPDO ZT przyjętej do badań symulacyjnych przedstawiono w załączniku nr 3.

nych oraz przygotowania danych wejściowych. Bezpośrednimi abonentami CI są osoby funkcyjne dowództwa i sztabu ZT oraz elementy organizacyjne,lub elementy ugrupowania bojowego, które wyposażono w wynośne monitory ekranowe ALFA 110, lub punkty abonenckie UPD 305-20/1, połącznone z WMD Rodan radiowym /radioliniowym/ łączem teledacyjnym. 6/ Bezpośrednimi abonentami WMD Rodan są :

- dowódca dywizji;
- szef sztabu dywizji;
- szef wydziału operacyjnego;
- szef wydziału rozpoznawczego;
- szef zabezpieczenia chemicznego i SOAS;
- szef artylerii dywizji;
- szef OPL dywizji;
- KSD ZT;
- WSD /ZSD/ ZT;
- dowódcy i sztaby pz i pcz;
- SD Armii.

Pozostałe osoby funkcyjne dowództwa i sztabu związku taktycznego korzystać będą z ogólnodostępnego punktu informatycznego /OPI/ zorganizowanego przy centrum informatycznym /CI/. Ogólnodostępny punkt informatyczny wyposażony będzie w drukarkę wierszową i monitor ekranowy.

Na stanowisku dowodzenia pz /pcz/ oraz WSD /ZSD/ ZT organizuje się zdalne punkty informatyczne /ZPI/. Funkcjonowanie ich przewiduje się oprzeć o punkty abonenckie UPD 305-20/1 przeznaczone do pracy w reżimie "on-line" z WMD Rodan i "off-line" przy współpracy między sobą. 7/ Do czasu wyprodukowa-

---

6/ Przewiduje się wykorzystanie w miejscu UPD 305-20/1 urządzeń transmisji danych UTD-3c wraz z odpowiednim zestawem urządzeń towarzyszących tj. drukarka,dalekopis,czytnik taśmy papierowej i perforator taśmy papierowej.

7/ Wstępne wymagania taktyczno-techniczne na zestaw urządzeń zdalnego przetwarzania danych, krypt.: "JASKIER 531",SzWŁ 1974 r.

nia odpowiedniego zestawu punktów abonenckich UPD 305-20/1, zdalne punkty informatyczne zostaną wyposażone w aparatownie RPKU bs wraz z urządzeniem transmisji danych UTD-3c i odpowiednimi urządzeniami peryferyjnymi. 8/

Oficerowie dowództwa i sztabu DZ /DPanc/ oraz dowódcy pz /pcz/ dysponującymi urządzeniami abonenckimi kontaktują się z WMD za pomocą tych urządzeń bezpośrednio z wozów, lub autobusów sztabowych. Oficerowie sztabu DZ /DPanc/ nie posiadający urządzeń abonenckich korzystają z usług OPI organizowanego przy CI sztabu dywizji. Oficerowie sztabu pz /pcz/ korzystają z pułkowego ZPI /tj. punktu abonenckiego dowódcy pułku/.

2.3. Struktura informacyjna PZPDO ZT

Charakterystyki procesów informacyjnych zdeterminowane są parametrami źródeł i ujść informacji, jak również środkami i metodami jej przetwarzania.

W PZPDO ZT źródłami informacji pierwotnej dla systemu są:

- stanowiska dowodzenia pz /pcz/;
- SD Armii, WSD /ZSD/, KSD ZT;
- wydziały i szefostwa sztabu dywizji.

Dane o stanie, położeniu i działaniu pododdziałów podległych sztabowi pz /pcz/ zbierane są przy pomocy zwykłych /nie teledacyjnych środków łączności. Po sformułowaniu meldunku w postaci sformalizowanego dokumentu i przeniesieniu jego zawartości na maszynowy nośnik informacji, dane przesyłane są do WMD

8/ Propozycję takiego rozwiązania przedstawiono na konsultacji zorganizowanej dla pracowników Instytutu Dowodzenia ASG WP przez Wojskowy Instytut Łączności w Zegrzu, Luty 1976 r.

za pomocą urządzeń transmisji danych.

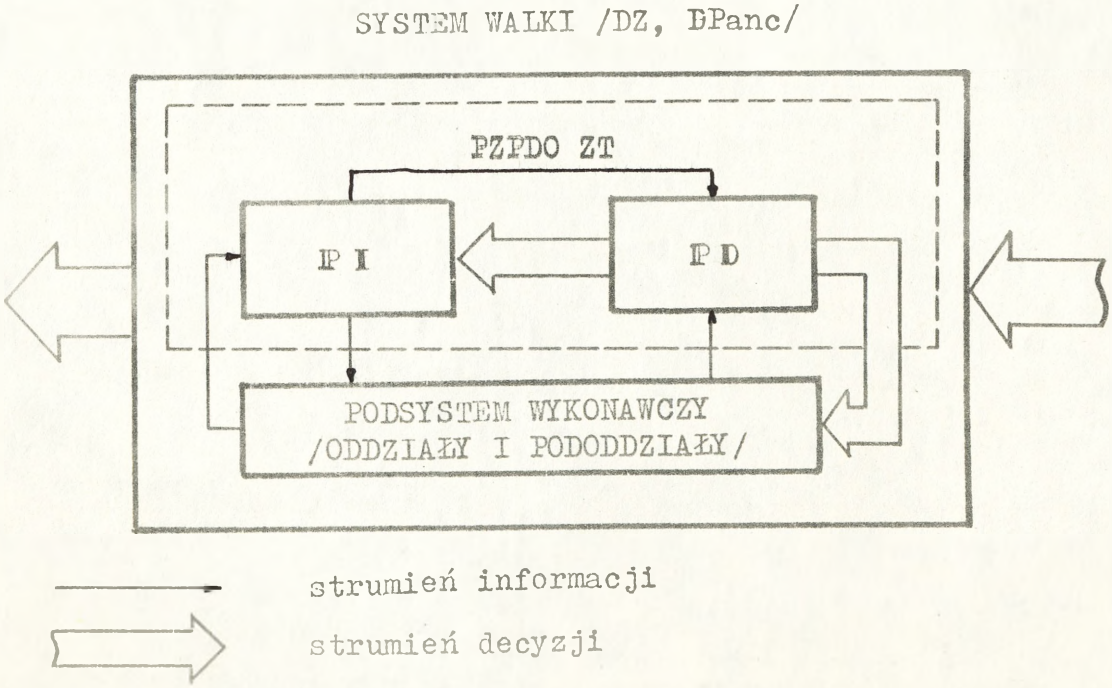
Informacje od organów rozpoznania, organizowanych z organicznych i przydzielonych pododdziałów rozpoznawczych, podległych bezpośrednio szefowi wydziału rozpoznania dywizji, przesyłane są do wydziału rozpoznania przy pomocy zwykłych środków łączności, skąd po weryfikacji wprowadzone są do WMD Rodan.

Informacje od szefów rodzajów wojsk i służb oddziałów ogólnowojskowych przesyłane są do WMD w postaci sformalizowanych meldunków, nadawanych z pułkowych ZPI.

Dowódcy oddziałów dywizyjnych organicznych i przydzielonych oraz pododdziałów rodzajów wojsk, przesyłają informacje do odnośnych szefów rodzajów wojsk dywizji. Szefowie rodzajów wojsk wprowadzają te informacje do WMD przy pomocy swoich urządzeń abonenckich.

PZPDO ZT tworzą przedstawione na rys. 2.1. podsystemy :

- podsystem decyzyjny - PD
- podsystemy informacyjny - PI



Rys. 2.1. Cybernetyczny model systemu dowodzenia

Potrzeby informacyjne PD zabezpieczane są przez PI. W podsystemie informacyjnym PI wyróżnia się między innymi system liczący i bank danych, które w określony sposób zabezpieczają potrzeby podsystemu informacyjnego oraz pośrednio podsystemu decyzyjnego.

System liczący w PZPDO ZT stanowi WMD Rodan z wszystkimi urządzeniami towarzyszącymi wraz z niezbędnym oprogramowaniem podstawowym i użytkowym.

Bank danych /BD/ traktowany jako element PZPDO ZT, realizuje ten obszar zagadnień związanych z procesem dowodzenia ogólnowojskowego ZT, które wymagają zintegrowanych danych [39] oraz określonego manipulowania tymi danymi. Zadania i funkcje banku danych należy rozpatrywać w kontekście zadań i funkcji PI oraz z punktu widzenia zadań i funkcji PD [108]. Integrację danych realizuje baza danych /bd/, której obrazem jest struktura danych. Do pełnego zdefiniowania bazy danych wymagane jest określenie zbiorów informacji wraz z ich strukturą logiczną i fizyczną.

Struktura logiczna bd zdeterminowana jest między innymi:

- zbiorem zadań realizowanych przez system dowodzenia;
- zbiorem funkcji realizowanych przez system dowodzenia;
- strukturą zadaniowo-decyzyjną;
- strukturą zadaniowo-funkcjonalną;
- strukturą informacyjną.

Struktura logiczna stanowi wyobrażenie użytkownika o strukturze danych.

Struktura fizyczna traktowana jest jako odwzorowanie struktury logicznej w pamięci systemu liczącego.

Sterowanie określonymi procesami realizowanymi w oparciu o bazę danych, zabezpiecza system zarządzania danymi /SZD/ stanowiący zbiór współdziałających programów i metod operowania nimi.

Rozwinięciem języków systemu liczącego są języki banku danych /JBD/.

W związku z powyższym, bank danych definiujemy następująco :

$$BD = \langle bd, Slog, Sfiz, SZD, JBD \rangle \qquad /2.1./$$

W PZPDO ZT bazę danych stanowi zbiór informacji o wojskach własnych i przeciwnika, podzielony między innymi na podzbiory :

- podzbiór informacji o strukturze organizacyjnej;
- podzbiór informacji o stanie osobowym;
- podzbiór informacji o stanie ilościowym sprzętu i uzbrojenia;
- podzbiór informacji o położeniu, działaniu i ugrupowaniu wojsk;
- podzbiór informacji o zjawiskach i normatywach.

Podzbiór informacji o strukturze organizacyjnej jest zbiorem hierarchicznym o trzech poziomach. Na pierwszym poziomie mieszczą się informacje o strukturze organizacyjnej sztabu dywizji i dywizji jako całości. Drugi poziom zawiera informacje o oddziałach /pz, pcz, pa, paplot/ i pododdziałach dywizyjnych /bsap, brozp, kchem itp./. Na najniższym poziomie umieszczono informacje o pododdziałach podporządkowanym elementom organizacyjnym z drugiego poziomu, ze szczegółowością do szczebla batalionu i samodzielnych kompanii. Informacje o strukturze organizacyjnej zawierają numer oddziału /pododdziału/, nazwę oddziału /pododdziału/ i przynależność organizacyjną.

Zbiór informacji o stanie osobowym podzielono na dwa podzbiory :

- podzbiór osobowy w/g korpusów;
- podzbiór osobowy w/g specjalności.

W podzbiorze osobowym w/g korpusów wyróżnia się grupy generałów, oficerów, chorążych, podoficerów i szeregowców. W drugim podzbiorze osobowym wyróżnia się wyszystkie specjalności wojskowe występujące w DZ i DPanc. Każdy element tego zbioru zawiera pełną nazwę korpusu lub specjalności oraz stan etatowy i faktyczny dla każdego pododdziału umieszczonego w podzbiorze o strukturze organizacyjnej. 9/

Zbiór informacji o stanie ilościowym sprzętu i uzbrojenia podzielono na dwa podzbiory :

- podzbiór informacji o stanie ilościowym /etatowym i faktycznym/ uzbrojenia i amunicji pododdziałów dywizji;
- podzbiór informacji o stanie ilościowym /etatowym i faktycznym/ sprzętu będącego na wyposażeniu pododdziałów dywizji.

W pierwszym podzbiorze zawarte są informacje o rodzajach i typach czołgów, transporterów, dział, moździerzy, wyrzutni itp. Drugi podzbiór obejmuje podstawowy sprzęt chemiczny, inżynieryjno-saperski, kwatermistrzowski i łączności z podziałem na typy i rodzaje.

W zbiorze informacji o położeniu, działaniu i ugrupowaniu dla każdego elementu organizacyjnego, wprowadza się w miarę potrzeby dane dotyczące aktualnego położenia /poprzez podanie współrzędnych/, działania /poprzez określenie rodzaju działania np. naciera, broni się itp./ i ugrupowania /przez określenie rodzaju lub formy ugrupowania np. I rzut, OZap, PGA itp./.

9/ Opis w/w podzbiorów informacji autor przedstawił w rozdziale 3.2. pracy zespołowej pt. "Projekt Wstępny PZPDO ZT", cz. I, ID ASG WP, 1974 r.

Zbiór informacji o zjawiskach i normatywach stanowi uzupełnienie poprzednich zbiorów. Zawiera najbardziej użyteczne normy taktyczno-techniczne wybranych grup sprzętu i uzbrojenia oraz opis zjawisk pola walki w zakresie niezbędnym do realizacji programów zadań użytkowych.

Wymienione zbiory informacji funkcjonują w oparciu o słownik nazw i wyrażeń typowych dla każdego zbioru. Każda informacj wejściowa do zadania użytkowego przywiązana jest do jednego z ośmiu słowników nazw i wyrażeń. Identyfikacja hasła informacji we właściwym słowniku pozwala ustalić adres, pod którym znajduje się rekord określający zawartość tej informacji, bezpośrednio wykorzystywanej w procesie przetwarzania.

Oprogramowanie zbiorów informacji powinno zabezpieczyć realizację następujących funkcji:

- aktualizację zbiorów danych;
- zapewnienie pracy programów użytkowych;
- zabezpieczenie /ochronę/ zbiorów danych;
- reorganizację zbiorów.

Wszystkie wymienione funkcje zostały scharakteryzowane w pracy [97] i dlatego tylko częściowo w stopniu niezbędnym dla potrzeb rozprawy będą przedmiotem uwagi autora.

III. MODEL INFORMACYJNO-FUNKCJONALNY POLOWEGO ZAUTOMATYZOWANEGO PODSYSTEMU DOWODZENIA OGÓLNOWOJSKOWEGO ZWIĄZKU TAKTYCZNEGO

/opis formalny/

3.1. Uwagi wstępne

W bogatej literaturze traktującej o metodach badania systemów spotyka się różne definicje pojęcia system . Intuicyjnie termin system wiążemy z bardzo szeroką klasą "przedmiotów". W świetle tego nasuwa się pytanie, czy możliwe jest sformułowanie definicji pojęcia systemu, która zakresowo i strukturalnie odpowiadałaby takim systemom jak np. : systemy ekonomiczne, złożone systemy kierowania /dowodzenia/, systemy techniczne, systemy sformalizowane znaków itd. . Bogata różnorodność, zdecydowanie odmienny cel działania i sposób fun - kcjonowania, jak również zasadnicze różnice w szeroko rozumianej strukturze i materialnym tworzywie wymienionych grup systemów wskazują na to, że powinniśmy wyróżnić rozmaite pojęcia systemu. Oznacza to jednocześnie, że interesujące nas pojęcie stanowi złożoną konstrukcję badawczą.

Termin system może być definiowany z różnych punktów widzenia i z wielu poziomów uogólnienia. Wskazane jest rozróżnienie trzech poziomów definiowania i badania systemów [103] .

- poziom empiryczny;
- poziom teoretyczny;
- poziom metateoretyczny.

Dotychczas jednak nie określono ani dolnej, ani górnej granicy dla poszczególnych poziomów badania systemów, niemniej jednak temat rozprawy wskazuje na empiryczno-teoretyczny poziom badawczy PZPDO ZT. Termin system jest różnie używany przez różnych autorów. R. Kulikowski rozumie przez system "zespół elementów lub obiektów, które są zespolone lub powiązane w całość przez określone związki lub zależności" [10/]. L. Kuleszyński przedstawia system jako układ dynamiczny, którego elementy mogą zmieniać swe stany w czasie, mogą działać być kierowane itp. [11/]

W ostatnich latach powstała na pograniczu logiki i cybernetyki ogólna teoria systemów, która pojęciu "system" nadała ściślejsze określenie [100]. Wykazano przy tym, że określenie to może być sformułowane w rozmaitych "językach" równoważnych i wzajemnie nie sprzecznych. [12/]

W praktycznym problemie badania systemów dowodzenia traktowanych jako systemy dynamiczne, chodzi o operatywne sformułowanie definicji systemu w takich kategoriach i w takim języku, który umożliwiałby przejście od rozważań teoretycznych do roboczych zagadnień badawczych [101]. Jedną z pierwszych definicji systemu dynamicznego podali R.E. Kalman i M.D. Mesarovic [53], [77]. Rozpatrują oni system jako strukturę, do której w określonych momentach czasu wprowadza się pewne wartości /rzeczy, energii, informacji/ i z którego w rozmaitych momentach czasu otrzymuje się też pewne wartości.

10/ KULIKOWSKI R. : Sterowanie w wielkich systemach, PWN Warszawa, 1970 r. str. 9.

11/ KULESZYŃSKI L. : Dowodzenie wojskami a cybernetyka, MON 1967 r. str. 44.

12/ ROGUCKI A. : System i główne sposoby jego odwzorowania, WPE, 1/1975 r. str. 17.

Analizując PZPDO ZT w kategoriach właściwych systemom dynamicznym, jego opis formalny prowadzić będziemy zgodnie z przedstawionymi uwagami, z uwzględnieniem całej złożoności powiązań między elementami systemu.[13/]

3.2. Opis struktury PZPDO ZT

PZPDO ZT dla potrzeb badań i opisu można przedstawić jako następującą parę wielkości [11]

$$\text{PZPDO ZT} = \langle C, S \rangle \qquad /3.1./$$

gdzie: C - cel działania systemu;
S - struktura systemu.

Cel działania systemu osiągany jest poprzez realizację określonego ciągu zadań. Zbiór możliwych zadań realizowanych przez system[14/] oznaczamy przez $\mathbf{Z}$ i zapisujemy

$$\mathbf{Z} = \left\{ Z_k;\ k = \overline{1,K} \right\} \qquad /3.2./$$

Strukturę systemu opisywać będziemy w postaci sieci.[15/]

$$S = \langle \tilde{G}, \varphi, \Phi \rangle \qquad /3.3./$$

13/ BUSLENKO N.P., AWIERKIN A.N.: O formalnom opisanii swiaziej miedzu elementami słożnoj sistiemy, Kibiernietika 6/1967.

14/ Wykaz możliwych zadań realizowanych przez system dowodzenia związku taktycznego opracowany na podstawie wyników badań przeprowadzonych w 20 DPanc, 1 DZmech i 4 DZmech w 1972 r. przedstawiono w opracowaniu ID ASG WP nr 01678.

15/ KORZAN B.: Teoria grafów. Wykłady na studium doktoranckim, Warszawa, WAT 1974/75.

gdzie: $\tilde{G}$ - graf struktury systemu,

φ - zbiór funkcji opisanych na wierzchołkach grafu,

Φ - zbiór funkcji opisanych na łukach grafu.

Polowy Zautomatyzowany Podsystem Dowodzenia Ogólnowojskowego Związku Taktycznego jest systemem o zmiennej w czasie i przestrzeni szeroko rozumianej strukturze. Funkcjonowanie PZPDO ZT oparte jest na wyposażonych w odpowiedni sprzęt i kadrę dowódczo-sztabową punktach dowodzenia i punktach informatycznych. W większości przypadków rozróżnienie ich ma aspekt funkcjonalny, ponieważ znaczna ich część funkcjonuje w ramach tego samego elementu organizacyjnego czy też elementu ugrupowania. Zbiór punktów informatycznych oznaczamy przez $\mathbb{P}$.

$$\mathbb{P} = \left\{ P_m;\ m = \overline{1,M} \right\} \qquad /3.4./$$

Zbiorowi punktów informatycznych $\mathbb{P}$ przyporządkowujemy zbiór numerów $\mathbb{N}$.

$$\mathbb{N} = \left\{ 1,2,\ldots,\ n,\ldots,\ N \right\} \qquad /3.5./$$

W zbiorze punktów informatycznych $\mathbb{P}$ wyróżniamy podzbiory zdalnych punktów informatycznych $\mathbb{P}_{ZPI}$, punktów abonenckich $\mathbb{P}_{PA}$, ogólnodostępny punkt informatyczny - OPI oraz centrum informatyczne - CI. Pomiędzy tymi podzbiorami zachodzą relacje:

$$\begin{aligned} &\mathbb{P}_{ZPI} \subset \mathbb{P} \\ &\mathbb{P}_{PA} \subset \mathbb{P} \\ &OPI \in \mathbb{P} \\ &CI \in \mathbb{P} \end{aligned} \qquad /3.6./$$

Pomiędzy punktami informatycznymi przesyłane są następujące rodzaje informacji : [16/]

a/ w relacjach $\mathbb{P}_{ZPI} \longleftrightarrow \mathbb{P}_{ZPI}$

- informacje o położeniu, ugrupowaniu i działaniu wojsk własnych oraz przeciwnika w ramach realizacji zadań współdziałania;

b/ w relacjach $\{\mathbb{P} - \{CI\}\} \longrightarrow \{CI\}$

- informacje sterujące i decyzyjne niezbędne do uruchomienia określonego programu zadania użytkowego;
- informacje przeznaczone do aktualizacji banku danych;

c/ w relacjach $\{CI\} \longrightarrow \{\mathbb{P} - \{CI\}\}$

- informacje stanowiące wyniki obliczeń programów zadań użytkowych;
- informacje statystyczne o przebiegu funkcjonowania systemu liczącego.

PZPDO ZT można potraktować jako układ przestrzenny punktów informatycznych oraz łączących te punkty linii łączności [17/], którego graf struktury zapisujemy w następującej postaci

$$\tilde{G} = (\mathbb{P}, \vec{U}) \qquad /3.7./$$

16/ Szczegółowy podział informacji przesyłanych w wymienionych relacjach przedstawiono w Projekcie Koncepcyjnym Polowego Zautomatyzowanego Systemu Dowodzenia Związku Taktycznego, rozdz. 3, ID ASG WP 1972 r.

17/ KAŁASNIKOW E.W. : O grafowom predstawlenii funkcjonalnogo wzaimodejstwujuszczich informacjonnych centr, Informacjonnyje procesy i sistiemy, Moskwa 1975 r.

gdzie: $\mathbb{P}$ - zbiór wierzchołków grafu /punktów informatycznych/

$\vec{\mathbb{U}}$ - zbiór łuków określonych na zbiorze wierzchołków grafu.

$$\vec{\mathbb{U}} \subset \mathbb{P} \times \mathbb{P} \qquad /3.8./$$

Zbiór łuków dzielimy na trzy podzbiory :

$\vec{\mathbb{U}}_1$ - zbiór łuków w relacjach $\mathbb{P}_{ZPI} \rightarrow \mathbb{P}_{ZPI}$

$\vec{\mathbb{U}}_2$ - zbiór łuków w relacjach $\{\mathbb{P} - \{CI\}\} \rightarrow \{CI\}$

$\vec{\mathbb{U}}_3$ - zbiór łuków w relacjach $\{CI\} \rightarrow \{\mathbb{P} - \{CI\}\}$

Punkty informatyczne realizują następujące czynności związane z szeroko rozumianą obróbką informacji:

- zbieranie informacji;
- sortowanie informacji;
- selekcjonowanie informacji;
- weryfikacja informacji;
- gromadzenie informacji;
- przetwarzania informacji;
- wydawanie informacji;
- przesyłanie informacji.

Zbiór tych czynności oznaczamy symbolem $\mathbb{C}$ i zapisujemy:

$$\mathbb{C} = \left\{ C_d;\ d = \overline{1,D} \right\} \qquad /3.9/$$

Relację φ_1 , która elementom zbioru punktów informatycznych $\mathbb{P}$ przyporządkowuje elementy zbioru czynności $\mathbb{C}$ nazywamy strukturą czynnościową punktów informatycznych.[18/]

18/ JAKUBOWSKI R., KRÓL J. : Formalizacja opisu struktury złożonych systemów, Podstawy Sterowania T 4/Z 1 1974 r.

$$\varphi_1 \subset \mathbb{P} \times \mathbb{C} \qquad /3.10/$$

gdzie: φ_1 definiujemy następująco:

$$\varphi_1 = \left\{ (P_n, C_d) : P_n \in \mathbb{P},\ C_d \in \mathbb{C},\ P_n\ \varphi_1\ C_d \right\} \qquad /3.11./$$

$P_n\ \varphi_1\ C_d$ oznacza, że punkt informatyczny P_n realizuje czynność C_d.

φ_1 jest funkcją o postaci :

$$\varphi_1 : \mathbb{P} \rightarrow \mathbb{C} \qquad /3.12./$$

Relacja φ_1 pozwala na wyspecyfikowanie punktów informatycznych o zdecydowanie specjalistycznym charakterze, jak np. punkty zbierania informacji, gromadzenia, przetwarzania itp.

Punkty informatyczne rozmieszczone w terenie posiadają określone współrzędne. Zbiór punktów terenowych określających położenie punktów informatycznych oznaczamy symbolem W .

$$W = \left\{ W_l;\ l = \overline{1,L} \right\} \qquad /3.13./$$

Relację φ_2 , która elementom zbioru punktów informatycznych $\mathbb{P}$ przyporządkowuje elementy zbioru współrzędnych W nazywamy strukturą przestrzenną punktów informatycznych.

$$\varphi_2 \subset \mathbb{P} \times W \qquad /3.14./$$

Punkty informatyczne wyposażone w odpowiedni sprzęt techniczny, zabezpieczają realizację czynności należących do zbioru $\mathbb{C}$ i określonych przez relację φ_1. Zbiór sprzętu technicznego $\mathbb{ST}$ tworzą :

a/ urządzenia wejściowe

- czytnik taśmy papierowej,
- monitor ekranowy,
- dalekopis;

b/ urządzenia wyjściowe

- perforator taśmy papierowej,
- dalekopis,
- monitor ekranowy,
- drukarka;

c/ urządzenia transmisji danych wraz ze środkami łączności;

d/ wojskowa maszyna dywizyjna /WMD/ z urządzeniami sterującymi i jednostkami pamięci dyskowej.

Na zbiorze $\mathbb{P}$ oraz $\mathbb{ST}$ określamy relację φ_3 o postaci:

$$\varphi_3 \subset \mathbb{P} \times \mathbb{ST} \qquad /3.15./$$

i nazywamy strukturą techniczną punktów informatycznych.

W PZPDO ZT w każdej chwili czasu w wybranych relacjach przepływają określonego rodzaju informacje. Jedne z nich stanowią informacje wejściowe, niezbędne do realizacji zadań obliczeniowych i służą bezpośrednio zabezpieczeniu potrzeb informacyjnych systemu dowodzenia. Zbiór informacji wejściowych i wyjściowych oznaczamy odpowiednio Iwe i Iwy. Natomiast

zbiór informacji przesyłanych w relacjach $\mathbb{P}_{ZPI} \longleftrightarrow \mathbb{P}_{ZPI}$ oznaczamy symbolem **Iws** . Bądą to informacje w zakresie szeroko rozumianego współdziałania. Na zbiorze łuków $\vec{U}$ i zbiorach informacji określamy następujące funkcje :

$$\Phi_1 : \vec{U}_1 \longrightarrow \mathbf{Iws}$$
$$\Phi_2 : \vec{U}_2 \longrightarrow \mathbf{Iwe} \qquad /3.16./$$
$$\Phi_3 : \vec{U}_3 \longrightarrow \mathbf{Iwy}$$

Funkcje te przyporządkowują łukom wielkości zwane ładunkami które reprezentują przekazywaną informację /mogą to być np. średnie ilości znaków przekazywania przez linię w jednostce czasu. [19/] Zbiór tych funkcji oznaczono symbolem Φ .

$$\Phi = \left\{ \Phi_1, \Phi_2, \Phi_3 \right\} \qquad /3.17./$$

Pełny opis struktury PZPDO ZT przedstawiony zostanie w końcowej części rozdziału, po opisie pozostałych elementów zbioru φ .

19/ Materiały na Konferencję naukową nt. " Sieci Komputerowe" PAN, Komitet Informatyki, Wdzydze 1973 r.

3.3. Specyfikacja zadań realizowanych przez punkty informatyczne PZPDO ZT

W PZPDO ZT przy realizacji zadań ($z \in \mathbf{Z}$) wykorzystuje się wyniki zadań realizowanych przez system liczący. Zadania realizowane przez system liczący, których wykonanie polega na uruchomieniu określonego programu użytkowego i przesłaniu do użytkownika wyników jego realizacji, nazywać będziemy zadaniem obliczeniowym. Zbiór zadań obliczeniowych oznaczamy symbolem $\mathbf{O}$.

$$\mathbf{O} = \left\{ O_r;\ r = \overline{1,R} \right\} \qquad /3.18./$$

Na obecnym etapie prac zakłada się, że w PZPDO ZT realizowane będą następujące zadania obliczeniowe :

- określenie stosunku sił i środków;
- ocena możliwości drt i artylerii dywizyjnej;
- propozycje użycia wojsk rakietowych i artylerii dywizji;
- ocena możliwości bojowych środków OPL dywizji oraz możliwości osłony oddziałów dywizji w poszczególnych dniach i etapach walki;
- ocena działalności bojowej sił i środków OPL dywizji;
- opracowanie planu forsowania przeszkód wodnych;
- opracowanie planu rozbudowy fortyfikacyjnej;
- prognozowanie strat stanu osobowego i sprzętu techniczno-bojowego od uderzeń jądrowych nieprzyjaciela;
- prognozowanie zagrożeń napromienienia ludzi na drogach marszu;
- prognozowanie strat oraz sytuacji skażeń od uderzeń chemicznych nieprzyjaciela;

- organizacja i planowanie marszu dywizji transportem własnym;

Ponadto wśród zadań obliczeniowych wyróżnia się zadania o ogólnym wykorzystaniu, które obejmują :

- opracowanie sformalizowanych dokumentów bojowych;
- opracowanie danych o położeniu, stanie i działaniu oddziałów i pododdziałów dywizji;
- tabele ruchu stanu osobowego dywizji;
- opracowanie danych o przydziale sił i środków wzmocnienia i wsparcia szczebla nadrzędnego.

Zadania, których realizacja polega na aktualizacji banku danych nazywamy zadaniami aktualizacyjnymi. Proces aktualizacji banku danych odbywa się tylko i wyłącznie w oparciu o sformalizowane dokumenty bojowe. Zadania realizowane przez system liczący utożsamiane są z określonym programem użytkowym, którego wykonanie równoważne jest wykonaniu określonego zadania zgłoszonego do realizacji przez użytkownika systemu. Oprócz zadań realizowanych przez system liczący PZPDO ZT przedmiotem zainteresowań autora są również zadania związane z przesyłaniem informacji w relacjach między zdalnymi punktami informatycznymi w kanałach transmisji danych. Zadania te są przedmiotem uwagi ze względu na to,że ich realizacja w oparciu o technikę informatyczną zdalnych punktów informatycznych ma wpływ na jakość i sposób funkcjonowania PZPDO ZT. Zbiór zadań obliczeniowych, aktualizacyjnych i informacyjnych oznaczamy przez $\bar{Z}$ i zapisujemy :

$$\bar{Z} = \left\{ \bar{Z}_j;\ j = \overline{1,J} \right\} \qquad /3.19/$$

Zbiorowi zadań $\bar{Z}$ przyporządkowujemy zbiór numerów zadań I.

$$I = \{ 1,2,\ldots i,\ldots I \} \qquad /3.20./$$

Opisane rodzaje zadań stanowią przedmiot analizy w dalszej części rozprawy.

3.4. Charakterystyka wyróżnionych zdarzeń informacyjnych występujących w PZPDO ZT

W PZPDO ZT wyróżniamy dwa zasadnicze rodzaje zdarzeń losowych. Zdarzenia mające charakter informacyjny oraz zdarzenia mające charakter taktyczno-techniczny. Do zdarzeń o charakterze informacyjnym zaliczamy :

- zgłoszenie przez punkt informatyczny żądania na realizację zadania;
- wejście zadania do kolejki zadań oczekujących na wprowadzenie do systemu liczącego;
- rozpoczęcie wprowadzania zadania do systemu liczącego /transmisja wejściowa/;
- zakończenie wprowadzania zadania do systemu liczącego /koniec transmisji wejściowej/;
- wejście zadania do kolejki zadań oczekujących na przetwarzanie;
- rozpoczęcie przez system liczący przetwarzania zadania;
- zakończenie przetwarzania zadania;

- wejście zadania do kolejki zadań oczekujących na wyprowadzenie wyników;
- rozpoczęcie wyprowadzania przez system liczący wyników realizacji zadania /transmisja wyjściowa/;
- zakończenie realizacji zadania.

Do zdarzeń o charakterze taktyczno-technicznym należą :

- zajęcie punktu informatycznego przez obsługiwane zadanie;
- zwolnienie punktu informatycznego przez zrealizowane /obsłużone/ zadanie;
- wystąpienie niesprawności taktyczno-technicznej; [20/]
- ustąpienie /zlikwidowanie/ niesprawności taktyczno-technicznej.

Zbiór zdarzeń, które wyróżniamy w PZPDO ZT oznaczamy symbolem $\mathbf{S}$.

$$\mathbf{S} = \left\{ S_{\tilde{c}};\ \tilde{c} = \overline{1,\tilde{C}} \right\} \qquad /3.21./$$

W zbiorze zdarzeń $\mathbf{S}$ wyróżniamy podzbiór zdarzeń informacyjnych i taktyczno-technicznych, które oznaczamy odpowiednio $\mathbf{S}_I$ i $\mathbf{S}_{TT}$.

$$\mathbf{S} = \mathbf{S}_I \cup \mathbf{S}_{TT} \qquad /3.22./$$

W oparciu o opis zbioru zdarzeń $\mathbf{S}$ budujemy historię stanów systemu, która będzie bazą informacyjną dla analizy procesów informacyjnych realizowanych w PZPDO ZT.

20/ Niesprawność taktyczno-techniczną rozumiemy jako niezdolność punktu informatycznego do realizacji swoich funkcji.

Zdarzenia o charakterze informacyjnym związane są z procesem realizacji przez punkty informacyjne określonego zadania ($\bar{z} \in \bar{Z}$). Natomiast zdarzenia taktyczno-techniczne związane są z funkcjonowaniem punktów informatycznych.

Zadania realizowane w PZPDO ZT mogą znajdować się w różnych elementach systemu i na różnym etapie realizacji. Zbiór miejsc przebywania zadania ($\bar{z} \in \bar{Z}$) w PZPDO ZT oznaczamy symbolem $\mathbb{E}$ i zapisujemy :

$$\mathbb{E} = \{ e_0, e_1, e_2, \ldots, e_9 \} \qquad /3.23./$$

gdzie:

e_0 - zadanie nie zostało zgłoszone do realizacji;

e_1 - zadanie zostało zrealizowane;

e_2 - zadanie przebywa w kolejce zadań oczekujących na wprowadzenie do systemu liczącego /na transmisję wejściową/;

e_3 - zadanie zostało przetworzone i oczekuje w kolejce zadań przetworzonych na wyprowadzenie wyników przetwarzania/na transmisję wyjściową/;

e_4 - zadanie jest aktualnie przetwarzane;

e_5 - zadanie zostało zdezaktualizowane;

e_6 - zadanie jest aktualnie wprowadzane do systemu liczącego /trwa transmisja wejściowa/;

e_7 - aktualnie wyprowadzane są wyniki realizacji zadania /trwa transmisja wyjściowa/;

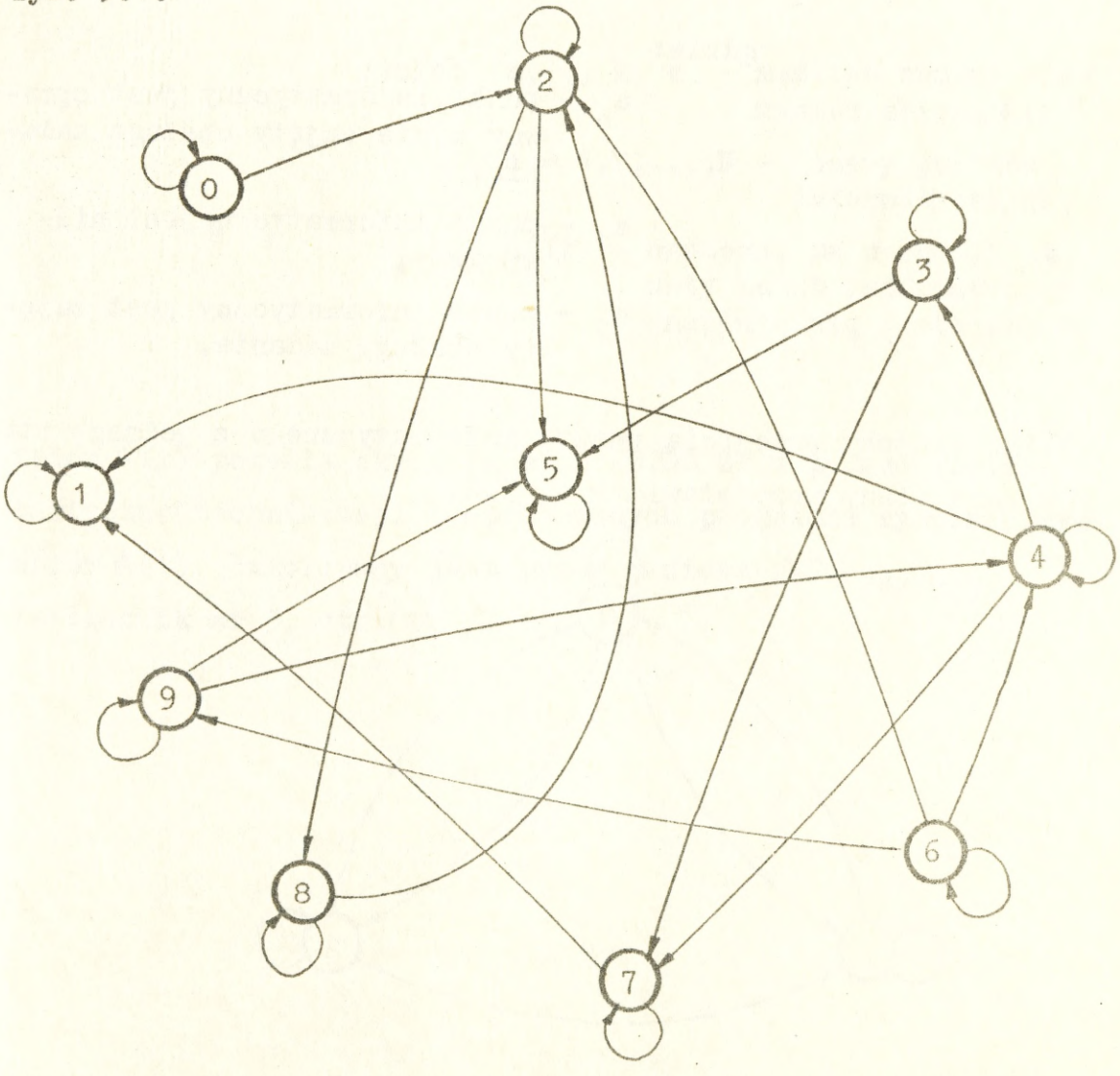
e_8 - trwa transmisja informacji w relacjach $\mathbb{P}_{ZPI} \longleftrightarrow \mathbb{P}_{ZPI}$ /nie dotyczy zadań realizowanych przez system liczący/;

e_9 - zadanie zostało wprowadzone do systemu liczącego i znajduje się w kolejce zadań oczekujących na przetworzenie.

Zadanie o numerze i w chwili t znajduje się w stanie $e_r^i(t)$, który identyfikuje jednocześnie miejsce przebywania zadania w systemie [83]

$$e_r^i(t) \in \mathbb{E} \qquad /3.24./$$

Możliwe sposoby przemieszczania zadania w PZPDO ZT przedstawia rys. 3.1.



Rys. 3.1. Graf przemieszczania zadania w systemie.

3.5. Charakterystyka wyróżnionych zdarzeń taktyczno-technicznych występujących w PZPDO ZT

Przy opisie zdarzeń mogących zaistnieć w PZPDO ZT wyróżniono podzbiór zdarzeń taktyczno-technicznych w oparciu o który wprowadzamy zbiór stanów $\mathbb{A}$, w których mogą znajdować się punkty informatyczne.

$$\mathbb{A} = \{ a_0, a_1, a_2 \} \qquad /3.25./$$

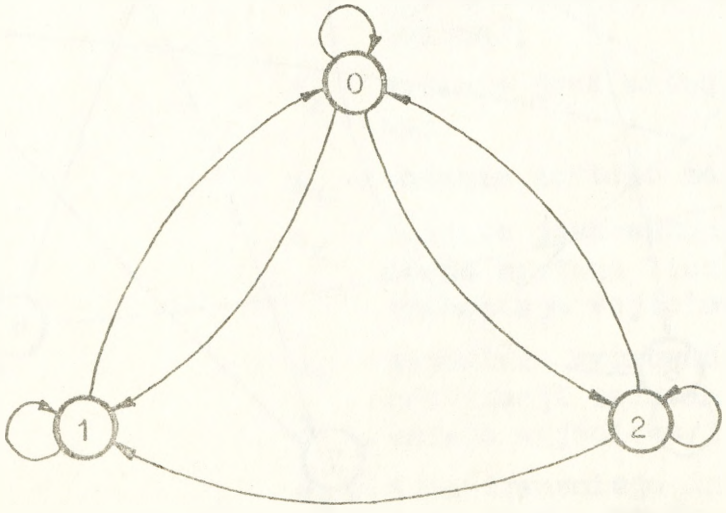
gdzie:

a_0 - punkt informatyczny jest sprawny i nie zajęty obsługą zadania;

a_1 - punkt informatyczny jest niesprawny;

a_2 - punkt informatyczny jest zajęty obsługą zadania.

Możliwe sposoby przejścia punktu informatycznego z jednego stanu w inne stany przedstawia rys. 3.2.



Rys. 3.2. Graf możliwych stanów punktów informatycznych PZPDO ZT.

Punkt informatyczny o numerze n w chwili t znajduje się w stanie $a_s^n(t)$.

$$a_s^n(t) \in \mathbf{A} \qquad /3.26./$$

Zbiór określający stany wszystkich punktów informatycznych w dowolnej chwili czasu t oznaczamy prze $\bar{\mathbf{A}}(t)$.

$$\bar{\mathbf{A}}(t) = \left\{ a_s^1(t), a_r^2(t), \ldots, a_k^n(t), \ldots, a_z^N(t) \right\} \qquad /3.27./$$

gdzie: s, r, k, z - możliwe numery elementów zbioru **A**;

$n = 1,2,\ldots,N$ - numery punktów informatycznych;

$a_k^n(t)$ - oznacza, że w chwili t n-ty punkt informatyczny znajduje się w stanie a_k.

Zbiór $\bar{\mathbf{A}}(t)$ pozwala określić stan PZPDO ZT w płaszczyźnie taktyczno-technicznej. W opracowanych programie symulacyjnym zbiór $\bar{\mathbf{A}}(t)$ odwzorowany jest przez macierz $[MPJ]_{JWJ \times 5}$ /załącznik nr 5, str.168 /.

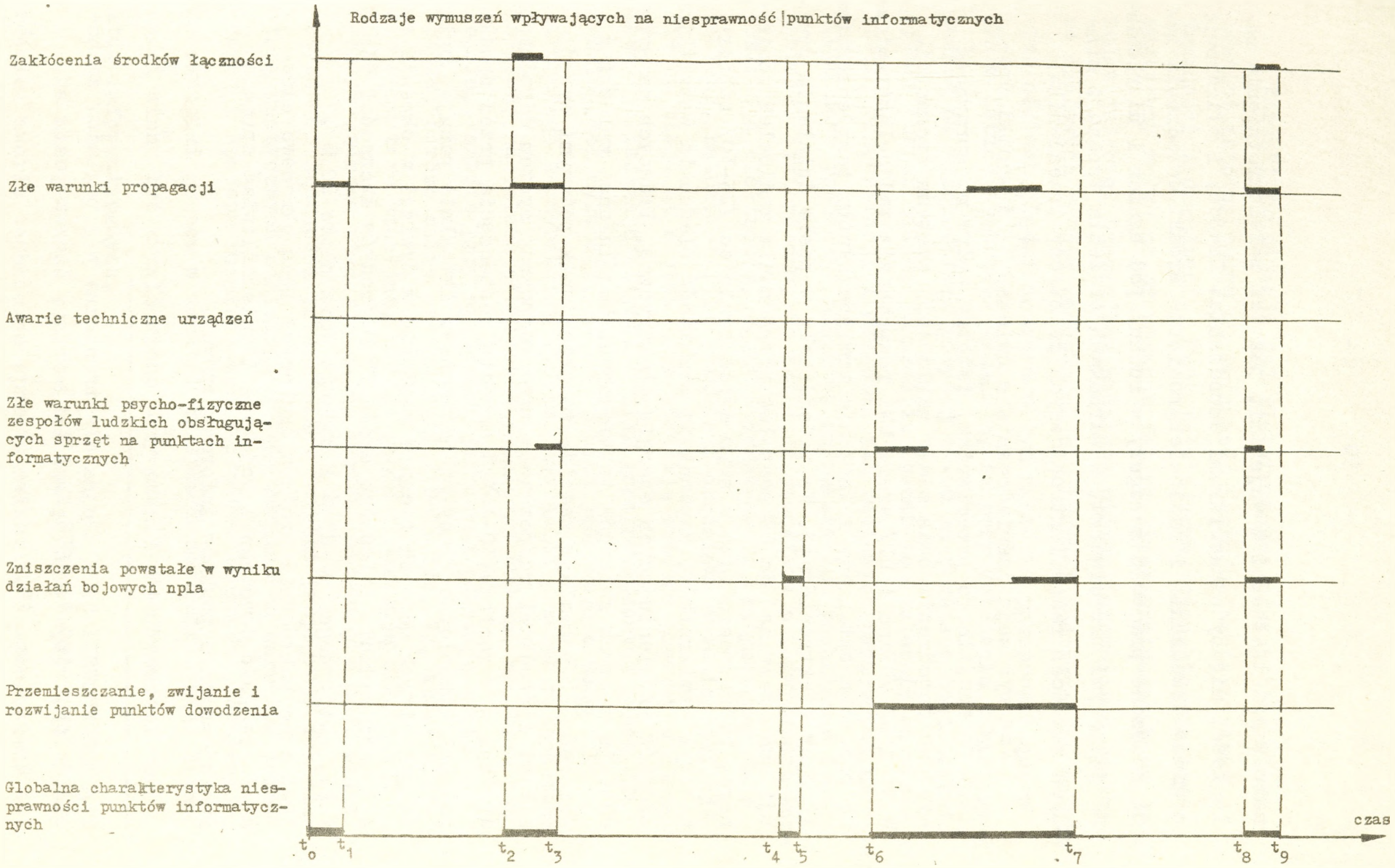
3.5.1. Opis czynników wpływających na sprawność funkcjonowania punktów informatycznych PZPDO ZT

Jednym ze zdarzeń o charakterze taktyczno-technicznym jest wystąpienie niesprawności taktyczno-technicznej, rozumianej jako niezdatność punktu informatycznego do realizacji swoich funkcji ze względu na między innymi następujące rodzaje wymuszeń :

- zakłócenia systemu łączności;
- złe warunki propagacji;
- awarie techniczne urządzeń;
- złe warunki fizyczno-psychiczne zespołów ludzkich obsługujących sprzęt na punktach informatycznych;
- zniszczenia powstałe w wyniku działań bojowych nieprzyjaciela;
- przemieszczanie, zwijanie oraz rozwijanie punktów dowodzenia.

Wpływ wymienionych rodzajów wymuszeń na niesprawność punktów informatycznych jest zdecydowanie zróżnicowany. Wszystkie z wymuszeń mają charakter losowy, jak również losowy jest czas ich wystąpienie i okres trwania. Przykładowy charakter opisanych rodzajów wymuszeń ilustruje rys. 3.3.

W toku prowadzenia działań bojowych, duże trudności występują w zakresie stworzenia ciągłości i niezawodności dowodzenia, a wiec zdolności systemu dowodzenia do utrzymania nieprzerwanej łączności z wojskami i wywierania korzystnego wpływu na bieg wydarzeń. Trudności te są głównie następstwem zwiększonych możliwości przeciwnika w zakresie rozpoznania i niszczenia uderzeniami jądrowymi naszych stanowisk dowodzenia,



Rys. 3.3. Charakterystyka rodzajów wymuszeń wpływających na niesprawność punktów informatycznych

naruszania łączności z wojskami, jak też zwielokrotnienia odległości między stanowiskami dowodzenia. Dowódcy i oficerowie organów dowodzenia i radioelektroniczne środki dowodzenia będą zmuszone pracować z reguły w ruchu, pod ogniem i uderzeniami jądrowymi przeciwnika, w warunkach skażenia terenu i silnych zakłóceń radioelektronicznych ze strony przeciwnika.

Jak wykazują doświadczenia z ćwiczeń [21] i wyniki analizy potencjalnego przeciwnika, istotny wpływ na sprawność systemu dowodzenia będą miały zakłócenia systemu łączności. W KA i DZ /DPanc i DP/ armii USA rozpoznanie radioelektroniczne prowadzą bataliony i kompanie armijne służby bezpieczeństwa i wojny elektronicznej. Te pododdziały w pasie działania dywizji mogą rozwinąć do 10 zespołów rozpoznania radioelektronicznego, które posiadając w swym wyposażeniu do /25-30/ odbiorników i namierników, zapewniają możliwość śledzenia wszystkich środków promieniujących energię elektryczną, będących na wyposażeniu naszych związków taktycznych. Uogólnione wnioski z ćwiczeń [22] pozwalają sądzić, że przeciwnik podanymi wyżej siłami i środkami rozpoznania może rozpoznać system dowodzenia dywizji w przeciągu(30-40) od momentu rozpoczęcia przez środki radioelektroniczne pracy na nadawanie. Aktualnie panuje pogląd, że przeciwnik może skutecznie zakłócić w dywizji w okresie realizacji zadania bliższego około 35 % środków łączności UKF i KF, następnego ~ 25 % i zadania dnia około 20 % . Skuteczne zakłócenia środków łączności będą okresowo naruszać ciągłość dowodzenia wojskami i uniemożliwiać sprawne funkcjonowanie punktów informatycznych.

21/ LEWANDOWSKI S. : Wojna elektroniczna w/g poglądów zachodnich, ASG WP 1975 r. str. 5.

22/ Tamże, str. 10.

Warunki propagacji fal elektromagnetycznych będą miały również istotny wpływ na sprawność funkcjonowania systemu łączności i dowodzenia. Najistotniejszym czynnikiem mającym negatywny wpływ na propagację fal elektromagnetycznych są wybuchy jądrowe. Szczególne nadzieje wiąże kierownictwo wojskowe czołowych państw zachodnich z wybuchami jądrowymi na dużych wysokościach. Doświadczenia w tym zakresie przeprowadzone w USA w latach 1952-1962 wykazują, że przy dokonaniu takich wybuchów na wysokościach powyżej 50-60 km powstaje dostatecznie trwały obszar silnej jonizacji. Obszar ten zależnie od wysokości, koncentracji i długości fal radiowych padających na niego może powodować odbicie, załamanie lub pochłaniać ich energię. Stwierdzono, że sztuczna jonosfera z podwyższoną koncentracją elektronów, tłumi decymetrowe i centymetrowe fale radiowe, natomiast fale krótkie i częściowo średnie odbijają się od niej. Na skutek tego powstają znaczne przerwy w łączności na falach odbitych. Wyniki przeprowadzonych przez USA doświadczeń wykazały, że od wybuchu jądrowego o mocy 1 Kt dokonanego na wysokości 150 km, nastąpiła przerwa w łączności radiowej na falach odbitych w promieniu 600 km, na okres 3-4 godzin. Ponadto przy wybuchach jądrowych powstają krótko - trwałe, bardzo silne ekstraprądy /10-15 tys. V/, które niszczą aparaturę stacyjną, źródła prądu i porażają siłę żywą. Wybuchy jądrowe stanowią zatem bardzo skuteczny sposób walki z systemem łączności przeciwnika. Warunki propagacji fal elektromagnetycznych uzależnione będą również od warunków terenowych i sposobu rozmieszczenia środków łączności. Wymienione czynniki mogące w zasadniczy sposób zakłócić system łączności winny być uwzględnione przy ocenie niesprawności punktów informatycznych.

Na niesprawność punktów informatycznych wpływ będą miały również awarie techniczne sprzętu zainstalowanego na tych punktach. Jak wykazuje analiza charakterystyk niezawodnościo-

wych wspomnianego sprzętu, awarie techniczne w okresie czasu w którym wykonywane jest jego badanie będą raczej zjawiskiem rzadkim. Dlatego też przy konstruowaniu globalnych charakterystyk niezawodności punktów informatycznych nie uwzględniamy wpływu awarii technicznych.

Współczesna wojna w całej swej złożoności wymagać będzie od każdego żołnierza wyjątkowej odporności psychicznej i fizycznej. Pole walki stwarzać będzie takie sytuacje bojowe, w których żołnierz zmuszony będzie działać w ekstremalnie trudnych warunkach. 23/ Jest rzeczą oczwistą, że doskonalszy technicznie oręż wymaga szczególnie wysokich umiejętności od walczącego żołnierza. 24/ Większość czynników mających wpływ na odporność psychiczno-fizyczną żołnierzy jest a priori niemierzalnych. Skwantyfikowanie skutków niszczącego oddziaływania pola walki na żołnierza wraz z określeniem okresu czasu, w którym nie będzie on zdolny sprawnie obsługiwać powierzony mu sprzęt i uzbrojenie, stanowi dzisiaj jeden z trudniejszych problemów badawczych. 25/ Dlatego też dla potrzeb badań PZPDO ZT przy ocenie złych warunków psychiczno-fizycznych zespołów ludzkich obsługujących sprzęt na punktach informatycznych będziemy uwzględniać tylko te czynniki, które w określonej sytuacji operacyjno-taktycznej w sposób zdecydowany eliminują czasowo określone zespoły ludzkie z procesu realizacji powierzonych im zadań.

Jednym z rodzajów wymuszeń mających zasadniczy wpływ na sprawność funkcjonowania punktów informatycznych są zniszczenia powstałe na skutek działań bojowych nieprzyjaciela.

23/ PRZEWŁOCKI P. : Sytuacje trudne i stressa zachowanie się żołnierzy w warunkach szkolenia i w walce. GZP WP 1974 r.

24/ Współczesne pole walki a wychowanie. Biuletyn Informacyjny GZP WP 1966 r.

25/ KOROWKIN W.K.,LJANIENKO L.N. : O koliczestwiennom ocenie moralno-psichologiczeskogo faktora, Wojennaja Myśl 4/1976.

We współczesnej walce szybkie tempo prowadzenia działań bojowych, ich zwielokrotniony rozmach przestrzenny, długi czas znajdowania się stanowisk dowodzenia w ruchu, większe prawdopodobieństwo zniszczenia ich uderzeniami jądrowymi przeciwnika, możliwość naruszenia łączności z wojskami wskutek zakłóceń radioelektronicznych itp., znacznie utrudniły utrzymanie ciągłości dowodzenia, zwiększyły wrażliwość systemu dowodzenia na różnorodne zakłócenia [49]. Surowym egzaminem niezawodności systemu dowodzenia, jest umiejętność zachowania zdolności dowodzenia mimo wykonania przez przeciwnika uderzeń bronią jądrową i innymi środkami rażenia na stanowiska dowodzenia. Potencjalny przeciwnik szczególne nadzieje wiąże z wykonaniem uderzeń jądrowych na stanowiska dowodzenia. W czasie ćwiczeń połączonych sił NATO i ćwiczeń wojskowych armii USA, dla uderzeń na punkty dowodzenia związku taktycznego stosowano ładunki o mocy 3 do 10 Kt. Planowano zwykle wykonanie niskich powietrznych uderzeń jądrowych. 26/

Obok uderzeń bronią jądrową i innymi środkami rażenia, na sprawność funkcjonowania systemu dowodzenia znaczący wpływ ma wysokie tempo działań bojowych, a w szczególności przemieszczanie, zwijanie i rozwijanie punktów dowodzenia. Doświadczenia z ćwiczeń wykazują, że dowodzenie wojskami we współczesnych działaniach bojowych dywizji, realizowane będzie w ruchu i podczas krótki postojów punktów dowodzenia. Nawet przy tempie natarcia (40-60) km/dobę stanowiska dowodzenia dywizji i pułków do (50-60)% czasu efektywnych działań muszą znajdować się w ruchu, by nie oderwały się zandto od swych wojsk i nie utraciły z nimi łączności.

Oprócz wymienionych rodzajów wymuszeń, pośredni wpływ na sprawność funkcjonowania punktów informatycznych mają ich możliwości w zakresie automatycznego utajniania przesyłanych

---

26/ LEWANDOWSKI S.: Wojna elektroniczna w/g poglądów zachodnich, ASG WP 1975 r., str. 14.

informacji.

Niemal wszystkie informacje przetwarzane i przesyłane na odległość środkami łączności w PZPDO ZT, noszą charakter poufny, tajny, lub tajny specjalnego znaczenia. Zachodzi więc konieczność utajniania przesyłanych informacji w taki sposób, aby nieprzyjaciel posiadając zaszyfrowaną informację nie mógł rozszyfrować jej w dostatecznie długim czasie, w stosunku do czasu ważności informacji pierwotnej. Istotnym zagadnieniem związanym z utajnianiem informacji, jest czas potrzeby na jej zaszyfrowanie i odszyfrowanie. Obecnie nie do pomyślenia są ręczne metody szyfrowania i deszyfrowania. Proces utajniania informacji powinien przebiegać automatycznie i nie wprowadzać praktycznie opóźnień w przesyłaniu i przetwarzaniu informacji. W nowoczesnych wojskowych systemach łączności można wyróżnić trzy rodzaje systemów ochrony informacji:

- systemy ochrony oparte o indywidualne urządzenia utajniające;
- systemy ochrony oparte o komputery;
- systemy ochrony mieszane.

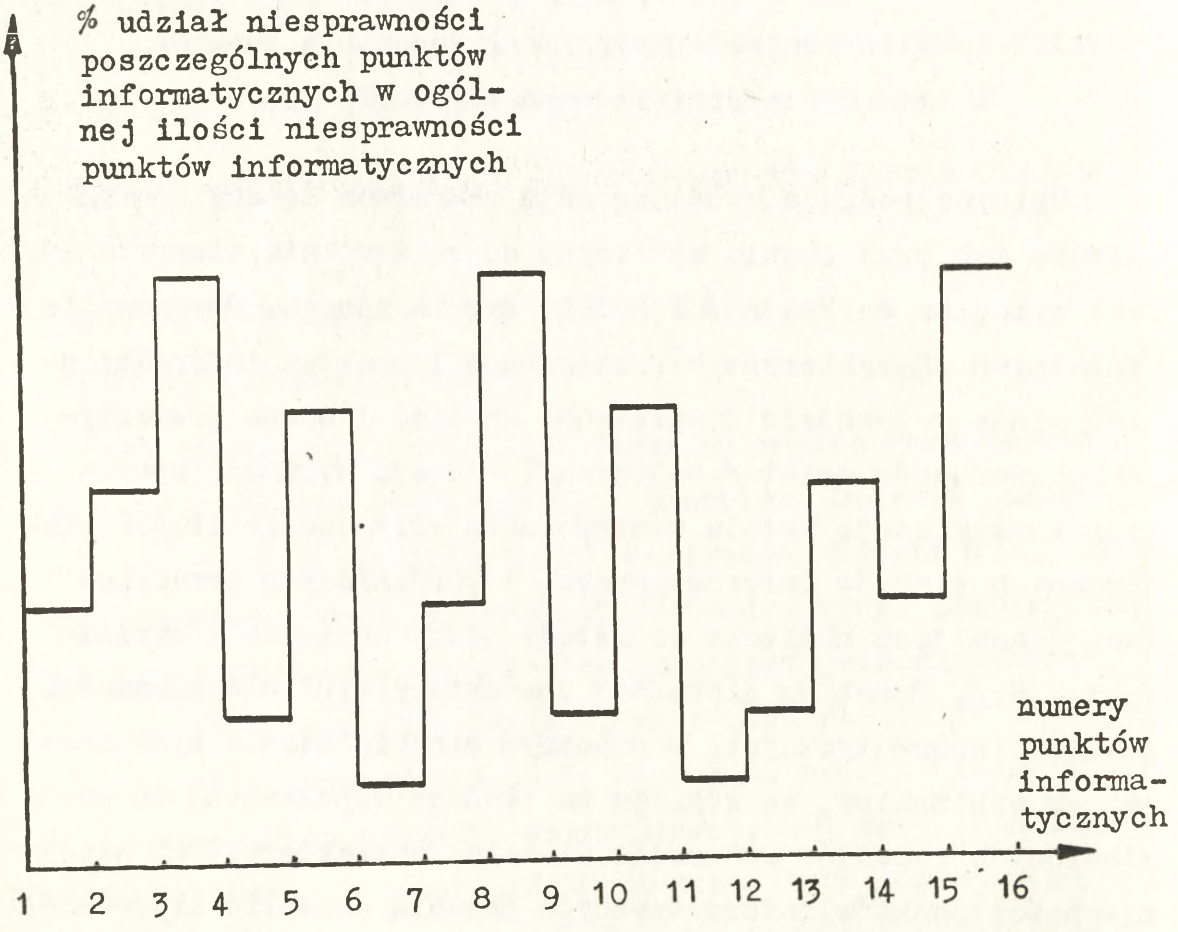
W PZPDO ZT ochrona informacji docelowo realizowana będzie w oparciu o ostatni z wymienionych sposobów. Ochrona informacji przesyłanych do szczebla pułku realizowana będzie dotychczasowymi metodami [96]. Na szczeblu od pułku wzwyż zastosowanie urządzeń UTD-2 oraz urządzeń utajniających zapewni ochronę informacji na poziomie "tajne". Przy przesyłaniu informacji o wyższych stopniach tajności, niezbędne będzie wykorzystanie zmechanizowanych urządzeń szyfrujących. Dla tego typu informacji niezbędna będzie w PZPDO ZT praca typu pośredniego /off-line/. Dotychczasowe rozwiązania urządzeń serii UTD-3a umożliwiają przesyłanie informacji jedynie jawnej. Rozpatruje się możliwość zwiększenia ich mocy kryptograficznej przez

dodanie specjalnego bloku utajniającego. Przy zastosowaniu urządzeń UTD-3a i UTD-3c przewidywane jest utajnianie informacji na poziomie mocy kryptograficznej wymaganej dla informacji tajnej. Na obecnym etapie prac zapewnienie żądanego stopnia ochrony informacji w PZPDO ZT wymagać będzie w wielu przypadkach przechodzenia z pracy bezpośredniej /on-line/ poszczególnych urządzeń na pracę pośrednią, powodując znaczne wydłużenie czasu obiegu informacji. W opracowywanym modelu symulacyjnym zakłada się, że utajnianie informacji realizowane będzie automatycznie, co odpowiada docelowej wersji użytkowej PZPDO ZT [96] ,[93] .

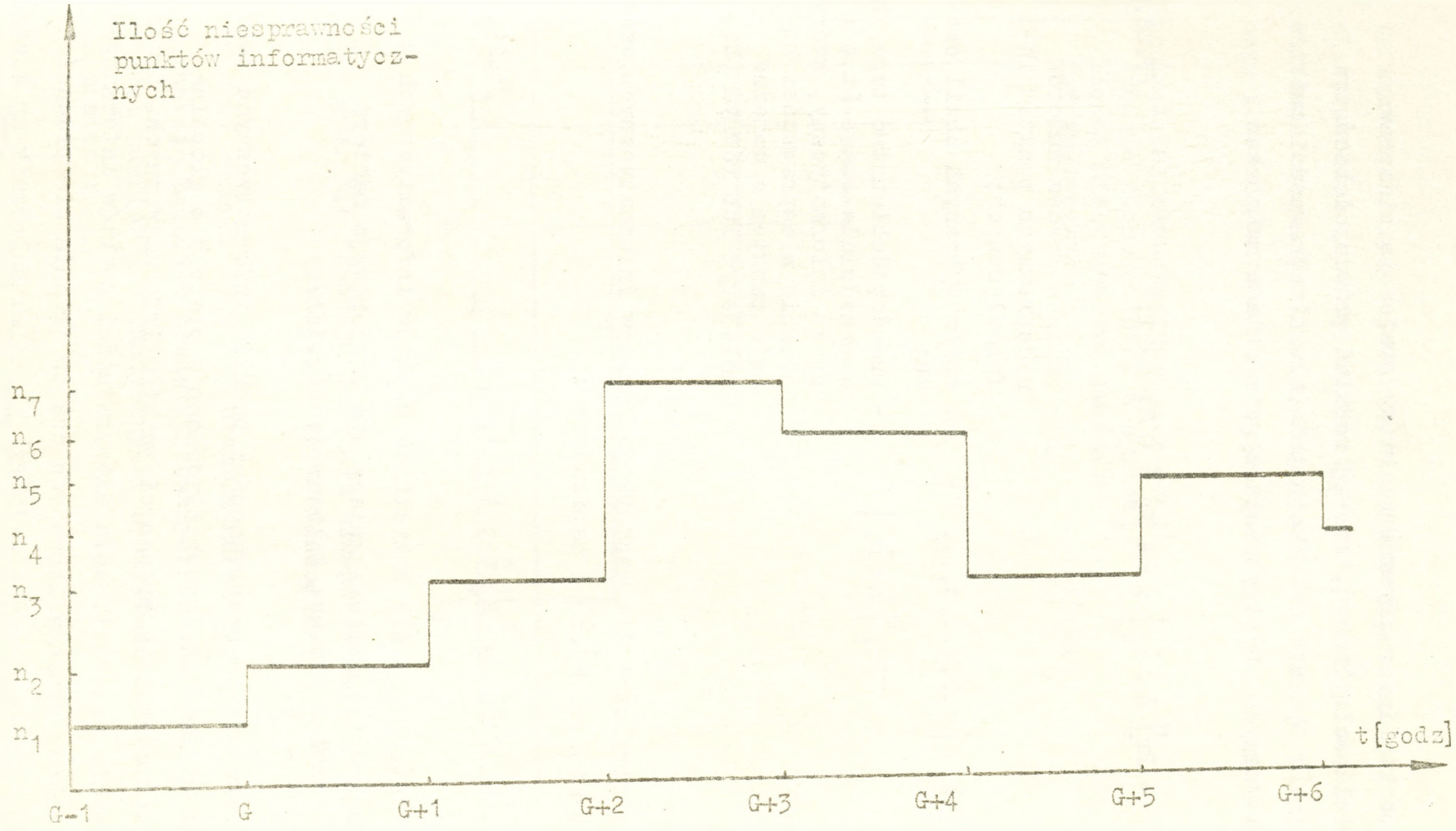
3.5.2. Opis charakterystyk funkcjonowania punktów informatycznych PZPDO ZT

Opisane rodzaje wymuszeń mają charakter losowy i uwzględnienie ich przy ocenie możliwych do zaistnienia niesprawności jest wymogiem adekwatności modelu symulacyjnego. Opracowanie globalnych charakterystyk niesprawności punktów informatycznych winna poprzedzić kompleksowa analiza i ocena przewidywanych warunków działań bojowych i rozwoju sytuacji operacyjno-taktycznej. Metoda postępowania przy ocenie ilości niesprawnych punktów informatycznych w wyróżnionych przedziałach czasu jest zbliżona do metody oceny obciążenia systemu /pkt.3.6./. Przebieg globalnej charakterystyki niesprawności punktów informatycznych, w znacznym stopniu będzie miał charakter arbitralny, ze względu na złożoną współzależność wymienionych rodzajów wymuszeń. Globalne charakterystyki niesprawności punktów informatycznych pozwolą określić ilość niesprawności punktów informatycznych w wyróżnionych przedziałach czasu. Funkcję określającą ilość niesprawności punktów informatycznych w wyróżnionych przedziałach czasu nazywamy histogrsmem ilości niesprawności punktów informatycznych,której

przykładowy przebieg ilustruje rys. 3.4. Histogram ilości niesprawności punktów informatycznych w opracowanym programie symulacyjnym odwzorowany jest przez wektor $[HNP]_{1 \times JLK}$ /załącznik nr 4, str.164/. Analiza globalnych charakterystyk niesprawności punktów informatycznych pozwoli na określenie funkcji obrazującej udział niesprawności poszczególnych punktów informatycznych w ogólnej ilości niesprawności punktów informatycznych w wyróżnionych przedziałach czasu. Przykładowy przebieg takiej funkcji dla wybranego przedziału czasu ilustruje rys. 3.5.



Rys. 3.5. Funkcja podziału niesprawności punktów informatycznych.



Rys. 3.4. Histogram ilości niesprawności punktów informatycznych

Numer punktu informatycznego, który staje się niesprawnym jest wielkością losową, której rozkład prawdopodobieństwa określamy w oparciu o funkcję podziału niesprawności punktów informatycznych. Dystrybuanta tego rozkładu ma postać :

$$F_t^1(\bar{n}_t) = Pr_t^1\left\{ \hat{n} \leqslant \bar{n}_t \right\} ; \quad \hat{n} \in \mathbb{N}; \ \bar{n}_t \in \mathbb{N}; \ t \in \mathbb{T}; \qquad /3.28./$$

gdzie:

$\hat{n}$ - zmienna losowa numerów niesprawnych punktów informatycznych;

$\mathbb{T} = \left\{ 1,2,\ldots,t,\ldots \ T \right\}$ - zbiór wybranych chwil czasu;

$Pr_t^1\left\{ \hat{n} \leqslant \bar{n}_t \right\}$ - prawdopodobieństwo tego, że w przedziale czasu $[t,t+1)$ punkt informatyczny, który ulegnie niesprawności będzie punktem o numerze mniejszym lub równym $\bar{n}_t$.

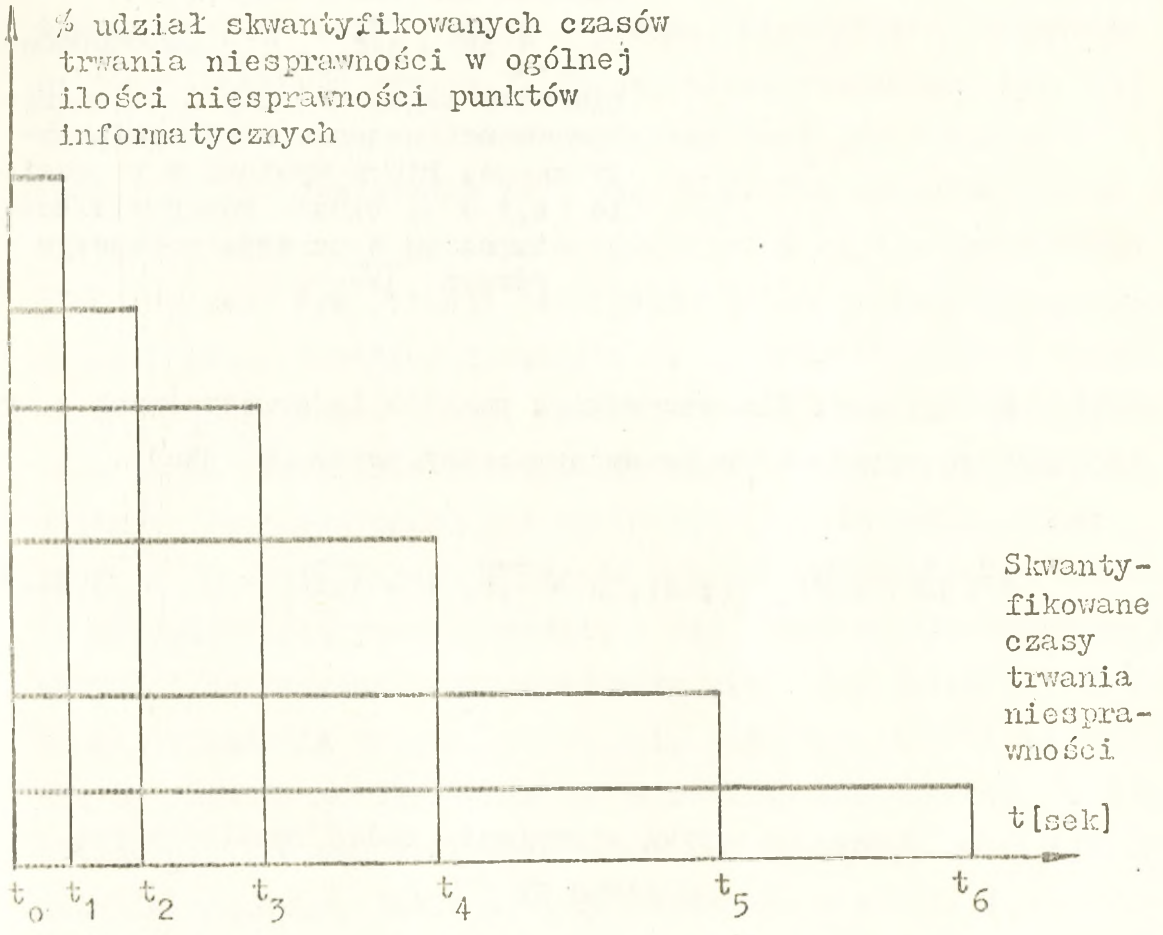
Zbiór dystrybuant dla wszystkich punktów informatycznych oznaczamy symbolem $\mathbb{F}^1(\hat{n})$ i zapisujemy :

$$\mathbb{F}^1(\hat{n}) = \left\{ F_t^1(\hat{n}); \ t = \overline{1,T} \right\} \qquad /3.29./$$

Zbiór dystrybuant dla wszystkich punktów informatycznych w opracowanym programie symulacyjnym odwzorowuje macierz $[HNP1]_{JLK \times JWJ}$ /załącznik nr 4, str.164/.

Czas trwania niesprawności punktów informatycznych jest również wielkością losową określoną w oparciu o globalne charakterystyki niesprawności punktów informatycznych. Skwantyfikowanie czasów trwania niesprawności punktów informatycznych /wektor skwantyfikowanych czasów trwania niesprawności punktów informatycznych - $[HFC2]_{1 \times JKC}$; załącznik nr 4,str. 167 / pozwoli na opracowanie funkcji określającej udział skwan-

tyfikowanych czasów trwania niesprawności w ogólnej ilości niesprawności punktów informatycznych w wyróżnionych przedziałach czasu. Graficzną ilustracją tej funkcji dla wybranego przedziału czasu jest rys. 3.6.



Rys. 3.6. Funkcja podziału skwantyfikowanych czasów trwania niesprawności punktów informatycznych

Rozkład czasów trwania niesprawności określamy w oparciu o funkcję podziału skwantyfikowanych czasów trwania niesprawności punktów informatycznych. Dystrybuanta tego rozkładu ma postać :

$$F^{2}_{n,t}(\overline{jkc}) = Pr^{2}_{n,t}\left\{\hat{jkc} \leqslant \overline{jkc}_{n,t}\right\};\ \hat{jkc} \in JKC;\ jkc_{n,t} \in JKC; \quad /3.30./$$

gdzie:

$JKC = \{1,2,...jkc,...JKC\}$ - zbiór numerów kwantów czasu trwania niesprawności punktów informatycznych;

$\hat{jkc}$ - zmienna losowa numerów kwantów czasu trwania niesprawności punktów informatycznych;

$Pr^{2}_{n,t}\{\hat{jkc} \leqslant \overline{jkc}_{n,t}\}$ - prawdopodobieństwo tego, że czas trwania niesprawności n-tego punktu informatycznego, która wystąpi w przedziale $[t,t+1)$ będzie równy wielkości kwantu czasu o numerze mniejszym lub równym $\overline{jkc}_{n,t}$

Zbiór dystrybuant dla wszystkich punktów informatycznych i wyróżnionych przedziałów czasu oznaczamy przez $F^{2}(\hat{jkc})$.

$$F^{2}(\hat{jkc}) = \left\{ F^{2}_{n,t}(\hat{jkc});\ n = \overline{1,N};\ t = \overline{1,T} \right\} \qquad /3.31./$$

3.6. Charakterystyka strumienia zadań realizowanych w PZPDO ZT

Zapotrzebowanie na realizację zadań ($\bar{z} \in \bar{Z}$) zgłaszają punkty informatyczne $P \in \check{P}$ w losowych momentach czasu.

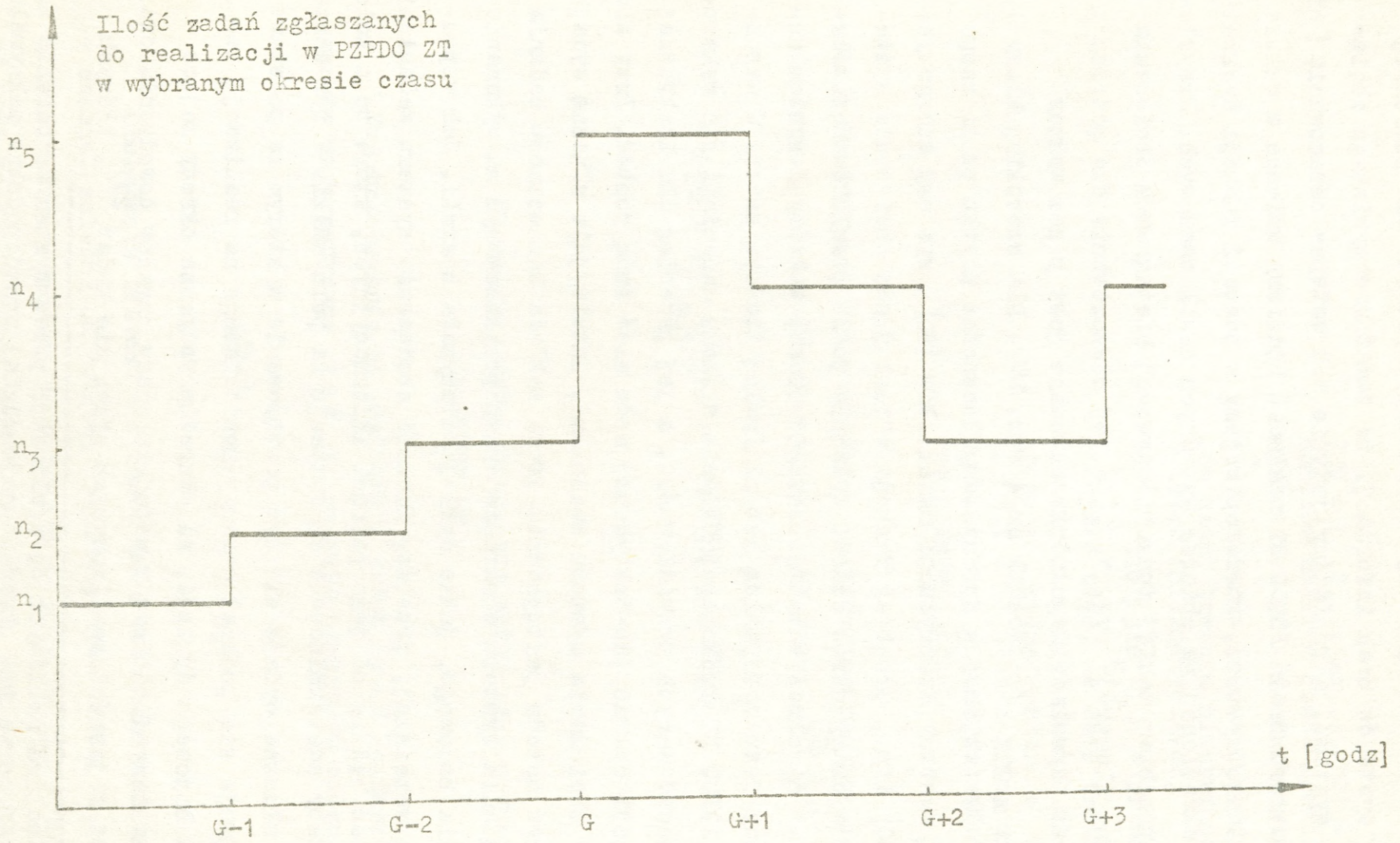
gdzie:
$$\check{P} = P - \{CI\} \qquad /3.32./$$

Obciążenie systemu zadaniami jest wielkością zmienną w czasie, zależną od potrzeb informacyjnych PZPDO ZT, które z kolei zdeterminowane są sytuacją na polu walki. Sytuacja na polu walki, w całej swojej złożoności jest tym zasadniczym

elementem, który generuje obciążenie systemu. Dla szerokiej klasy systemów brak informacji na temat rzeczywistego obciążenia systemu, a posiadamy jedynie ich wstępne oszacowania [63]. Dla potrzeb badań PZPDO ZT zakładać będziemy zmienne w czasie obciążenie systemu, które opisujemy w postaci funkcji dyskretnej, określonej na zbiorze wybranych chwil czasowych. Przykładowy przebieg takiej funkcji nazwanej histogramem obciążenia systemu ilustruje rys. 3.7., a jej odwzorowanie dla potrzeb programu symulacyjnego reprezentowane jest przez wektor $[HOS]_{1 \times JLK}$ /załącznik nr 4 str. 164/. Dla szerokiej klasy systemów takich jak np. systemy łączności użytku publicznego [78] , systemy dystrybucji materiałów [95] , systemy energetyczne [30] itp., przebieg funkcji określającej obciążenie systemu za wybrany okres czasu, wykazuje pewne prawidłowości. Pozwala to na określenie przedziałów czasu, w których system obciążony jest maksymalną lub minimalną ilością zadań. W warunkach PZPDO ZT funkcja obciążenia systemu zadaniami nie wykazuje zdecydowanych prawidłowości, a jej przebieg dla konkretnej sytuacji operacyjno-taktycznej może mieć inną postać. Przy analizie obciążenia systemu zadaniami, intuicyjnie słuszną wydaje się być metoda postępowania która zakłada konieczność badania obciążenia systemu w okresie czasu przeznaczonym na wykonanie zadania bojowego, jakie dywizja otrzymała z armii. Jak wspomniano wcześniej, przebieg funkcji obciążenia systemu zadaniami zależeć będzie od jego potrzeb informacyjnych, które to z kolei potrzeby zdeterminowane są sytuacją na polu walki. W tym kontekście słuszne wydaje się być postępowanie w którym za podstawę przyjmuje się podział czasu przewidzianego na realizację zadania bojowego dywizji, na charakterystyczne okresy mające między innymi odbicie w metodzie pracy organów dowodzenia oraz ilości i jakości realizowanych przez nie zadań [27], których

---

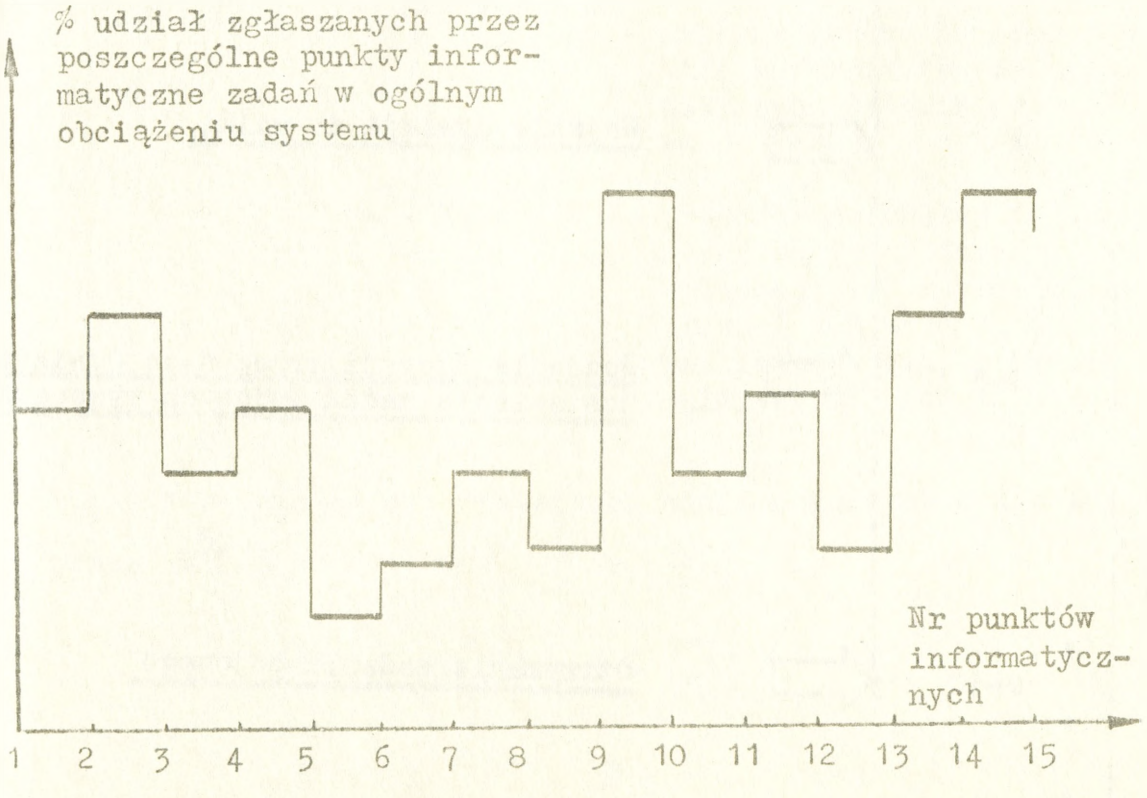
27/ Analiza możliwych do realizacji przez system dowodzenia zadań pozwoliła określić najbardziej prawdopodobne maksymalne obciążenie systemu,które to obciążenie stanowi podstawę dalszych ustaleń i przeprowadzenia badań. /Wykaz zadań realizowanych przez system dowodzenia związku taktycznego zawiera opracowanie ID ASG Nr 01678/.



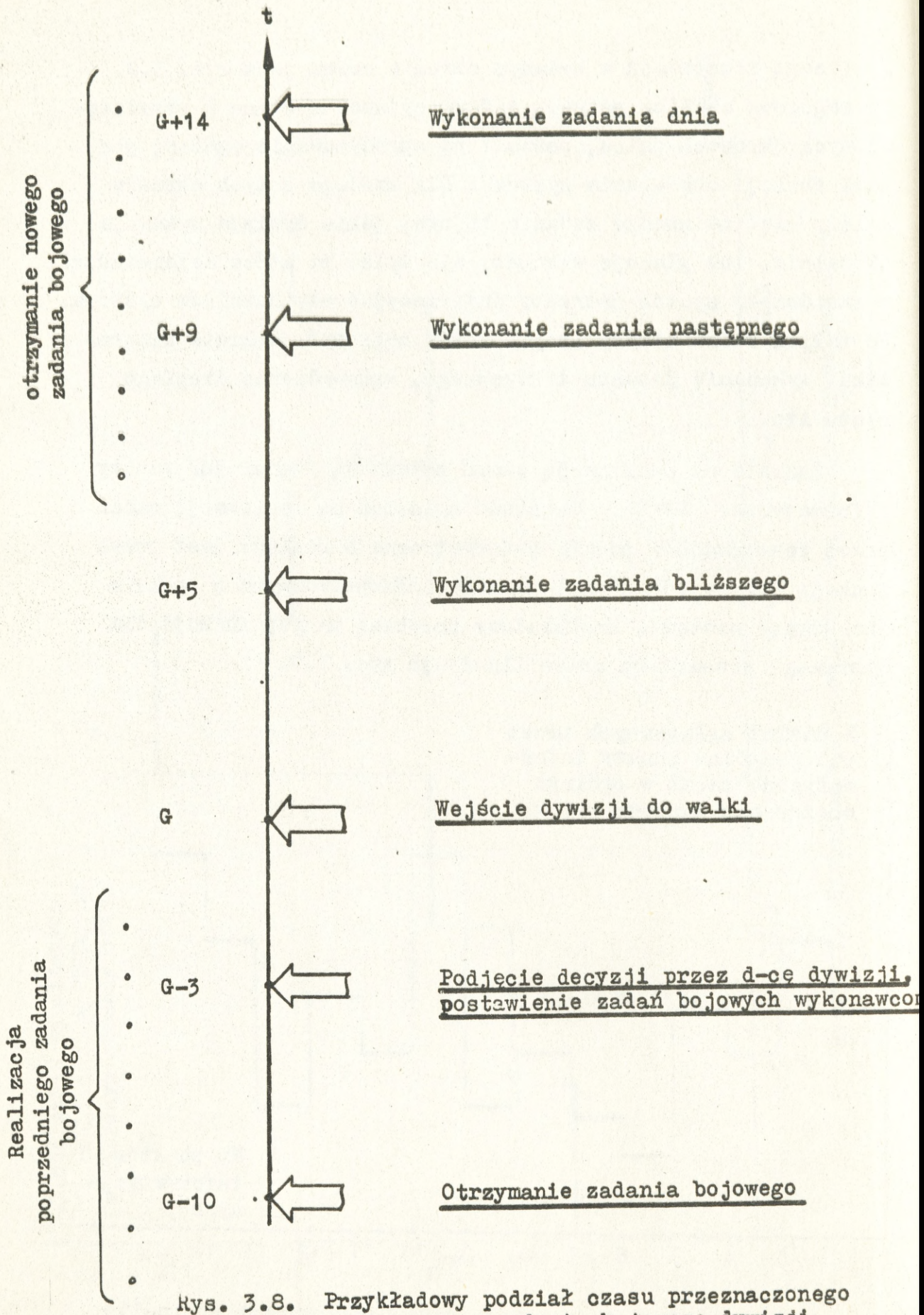
Rys. 3.7. Histogram obciążenia systemu za wybrany okres czasu

graficzną ilustracją w badanym okresie czasu jest rys. 3.8. Szczegółowa analiza potrzeb informacyjnych systemu w przedstawionych okresach czasu, pozwoli na sprecyzowanie ogólnej postaci funkcji obciążenia systemu. Dla każdego z tych okresów należy mieć na uwadze zadania bojowe, jakie dywizja wykonuje aktualnie, lub planuje wykonać, ale tylko te które determinują w zasadniczy sposób potrzeby informacyjne użytkowników systemu. Do takich zadań między innymi można zaliczyć odparcie kontrataku, wykonanie desantu taktycznego, wprowadzenie drugiego rzutu itp.

Żądania na realizację zadań zgłaszają /generują/ punkty informatyczne $\check{P} \in \mathbb{P}$. Częstość zgłoszeń na realizację zadań przez poszczególne punkty informatyczne określona jest przez funkcję obrazującą udział punktów informatycznych w ogólnym obciążeniu systemu. Przykładowy przebieg takiej funkcji dla wybranego przedziału czasu ilustruje rys. 3.9.



Rys. 3.9. Funkcja podziału zadań zgłaszanych do realizacji przez poszczególne punkty informatyczne.



Rys. 3.8. Przykładowy podział czasu przeznaczonego na wykonanie zadania bojowego dywizji

Częstość zgłoszeń na realizację zadań ($\bar{z} \in \bar{Z}$) dla różnych punktów informatycznych jest różna i zmienna w czasie. Potrzeby informacyjne użytkowników punktów informatycznych $P \in \check{P}$ /osoby funkcyjne dowództwa i sztabu związku taktycznego, sztaby i dowództwa oddziałów/, uzależnione od rodzaju i wagi zadań bojowych wykonywanych przez oddziały i pododdziały dywizji oraz czasu jakim dysponują sztaby na wykonanie przedsięwzięć zabezpieczających realizację zadań bojowych, mają zasadniczy wpływ na przebieg funkcji podziału zadań.

Numer punktu informatycznego zgłaszającego żądanie na realizację zadania jest wielkością losową i dla pełnego jej opisu wymagana jest znajomość rozkładu prawdopodobieństwa. Rozkład ten budujemy w oparciu o funkcję podziału zadań a jego dystrybuanta ma postać :

$$F_t^3(N_t) = Pr_t^3\left\{ \tilde{n} \leq N_t \right\} \quad \tilde{n} \in \mathbb{N};\ N_t \in \mathbb{N}; \qquad /3.33./$$

gdzie:

$\tilde{n}$ - zmienna losowa numerów punktów informatycznych zgłaszających żądania na realizację zadań;

$Pr_t^3\left\{ \tilde{n} \leq N_t \right\}$ - prawdopodobieństwo tego, że numer punktu informatycznego zgłaszającego w przedziale czasu $[\, t, t+1)$ żądanie na realizację zadania będzie mniejszy lub równy N_t .

Zbiór dystrybuant dla wszystkich chwil czasowych oznaczamy przez $\mathbb{F}^3(\tilde{n})$

$$\mathbb{F}^3(\tilde{n}) = \left\{ F_t^3(\tilde{n}) \ ;\ t = \overline{1,T} \right\} \qquad /3.34./$$

Zgłoszenia generowane przez punkty informatyczne pojawiają się w losowych momentach czasu. Rozkład prawdopodobieństwa czasów generowania zgłoszeń przez punkty informatyczne na realizację zadań określa dystrybuanta $F_n^4(T_{zg}^n)$

$$F_n^4(T_{zg}^n) = Pr_n^4\left\{\hat{T}_{zg} \leqslant T_{zg}^n\right\} \qquad /3.35./$$

gdzie:

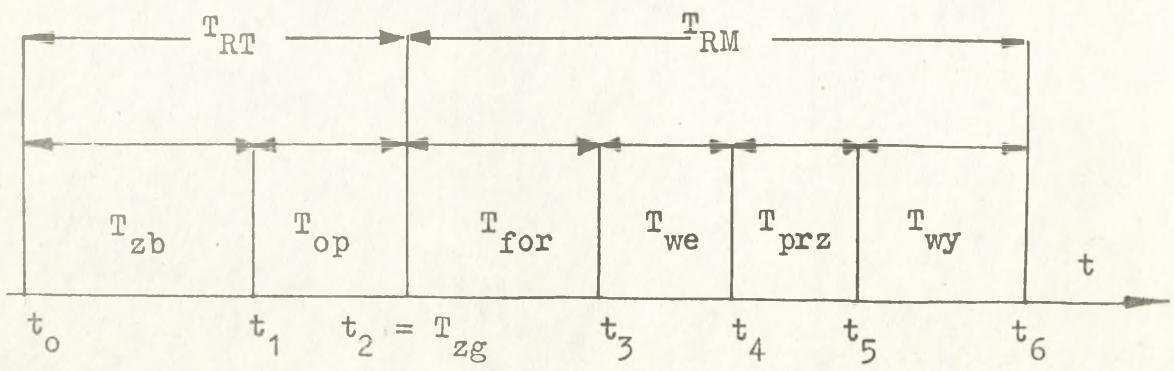
$\hat{T}_{zg}$ - zmienna losowa czasu zgłoszenia żądania na realizację zadania;

$Pr_n^4\left\{\hat{T}_{zg} \leqslant T_{zg}^n\right\}$ - prawdopodobieństwo tego, że czas zgłoszenia żądania przez n-ty punkt informatyczny będzie mniejszy lub równe T_{zg}^n.

Zbiór dystrybuant dla wszystkich punktów informatycznych oznaczamy przez $\mathbb{F}^4(\hat{T}_{zg})$

$$\mathbb{F}^4(\hat{T}_{zg}) = \left\{F_n^4(\hat{T}_{zg});\ n = \overline{1,N}\right\} \qquad /3.36./$$

Na ogólny czas realizacji zadania ($\bar{z} \in \bar{Z}$) składa się wiele czasów składowych, których graficzną ilustracją jest rys.3.10.



Rys. 3.10. Ogólna charakterystyka czasów realizacji zadania w PZPDO ZT.

Przedstawione czasy mają następującą interpretację :

T_{zb} - czas zebrania informacji potrzebnej do realizacji zadania;

T_{op} - czas opracowania informacji związany z jej selekcją, analizą, korektą i weryfikacją ;

T_{for} - czas przeznaczony na konwersję informacji do postaci umożliwiającej wprowadzenie jej do systemu liczącego;

T_{we} - czas transmisji wejściowej /wprowadzenia informacji do systemu liczącego/;

T_{prz} - czas przetwarzania zadania przez system liczący;

T_{wy} - czas transmisji wyjściowej /wyprowadzenie wyników obliczeń do odbiorców/.

Wyróżnienie tych czasów jest wymogiem adekwatności symulacyjnej metody badawczej, na co wielu autorów zwraca szczególną uwagę w swoich pracach [5], [17], [35] . Czasy t_s, $(s = 0,1,2, \ldots\ldots,6)$ określają momenty czasu rozpoczęcia poszczególnych czynności. W warunkach PZPDO ZT mają one charakter losowy. Czas zgłoszenia T_{zg} przez punkt informatyczny żądania na realizację zadania jest wielkością losową, której dystrybuanta ma postać podaną w /3.35./. Losowość wymienionych czasów uwarunkowana jest sytuacją bojową pola walki i sposobem funkcjonowania PZPDO ZT. Czasy te dla różnych zadań są różne. W ramach tej samej grupy zadań /np. zadanie obliczeniowe uruchamiane dla różnych wariantów danych wejściowych, wyjściowych/ istnieją również różnice w ich wielkości spowodowane różną ilością informacji potrzebnej do realizacji zadania w różnych jego wariantach. Dla niektórych zadań czasy T_{we} i T_{wy} są bardzo małe w stosunku do innych czasów. W innych z kolei zadaniach decydują one o ogólnym czasie realizacji zadania. Czas formowania - T_{for} wyróżniamy dla tych zadań, w których konwersję informacji do postaci wymaganej przez system liczący

realizuje się przy pomocy takich urządzeń jak : monitor ekranowy, dalekopis; które mają bezpośredni /czynny/ wpływ na obieg informacji do lub z systemu liczącego. Czas ten uzależniony jest przede wszystkim od zdolności manualnych operatora punktu informatycznego. Ze względu na losowy charakter podanych czasów dla potrzeb opisu PZPDO ZT posługiwać będziemy się ich wartościami średnimi.

Całkowity czas realizacji zadania $(\bar{z} \in \bar{Z})T_R$ jest sumą czasów T_{RM} i T_{RT} .

$$T_R = T_{RT} + T_{RM} \qquad /3.37./$$

Czas T_{RT} charakteryzuje tę część procesów informacyjnych realizowanych w ramach określonego zadania, których celem jest przygotowanie informacji w postaci wymaganej do przetwarzania przez system liczący. Procesy te realizowane są w oparciu o będące na wyposażeniu wojsk techniczne środki dowodzenia i wypracowane dotychczas metody pracy organów dowodzenia. Czas T_{RM} charakteryzuje natomiast tę część procesów inrormacyjnych realizowanych w ramach określonego zadania, których realizacja możliwa jest w oparciu o technikę informatyczną.

Czas realizacji zadania w określonych warunkach nie może przekroczyć pewnej dopuszczalnej wielkości T_{DR} podyktowanej potrzebami procesu decyzyjnego. Użytkownicy systemu żądać będą wyników realizacji zadań w dopuszczalnym ze względu na potrzeby informacyjne czasie T_{DR}, zwanym dopuszczalnym czasem realizacji zadania. Jeżeli zgłoszone do realizacji zadanie przebywać będzie w systemie liczącym przez czas $T > T_{DZ}$ zostanie zdezaktualizowane. Czas T_{DZ} nazywamy czasem dezaktualizacji zadania.

Jakość procesów informacyjnych we współczesnej wojnie wysunie się na plan pierwszy. Szybkość otrzymania aktualnych informacji nabiera znaczenia nie mniejszego niż prowadzenie działań bojowych, szybkość zaś przebiegu procesów i przedsięwzięć związanych z dowodzeniem wojskami, staje się najważniejszym warunkiem powodzenia. Walka o czas, której jednym z przejawów jest szeroki kompleks prac ukierunkowanych na automatyzację procesów informacyjnych, winna prowadzić do ciągłego doskonalenia procesów informacyjnych realizowanych w systemach dowodzenia na współczesnym polu walki. Szczegółowa analiza przedstawionego problemu jest treścią kolejnych rozdziałów.

Zadania realizowane w PZPDO ZT jak wspomniano wyżej mogą być trojakiego rodzaju :

- zadania obliczeniowe ;
- zadania aktualizacyjne;
- zadania informacyjne;

Punkty informatyczne zgłaszające żądania na realizację zadań charakteryzują się tym, że udział poszczególnych rodzajów zadań w ogólnej ilości zadań realizowanych przez poszczególne punkty informatyczne jest różny. Rodzaj zadania zgłoszonego do realizacji przez poszczególne punkty informatyczne jest wielkością losową, której rozkład może być różny dla poszczególnych punktów. Dystrybuanty tych rozkładów budujemy w oparciu o funkcje określające udział zgłaszanych do wykonania zadań w ogólnej ilości zadań zgłaszanych do realizacji przez poszczególne punkty informatyczne. W celu określenia tych rozkładów wprowadzimy współczynnik $\mathcal{L}$ o postaci:

$$\mathcal{L} = \begin{cases} 1 - \text{gdy zgłoszone do realizacji zadanie jest zadaniem obliczeniowym;} \\ 2 - \text{gdy zgłoszone do realizacji zadanie jest zadaniem aktualizacyjnym;} \\ 3 - \text{gdy zgłoszone do realizacji zadanie jest zadaniem informacyjnym.} \end{cases} \qquad /3.38./$$

Strukturę rodzajów zgłoszonych do realizacji zadań określamy za pomocą wektora $\bar{\mathcal{L}}$ o postaci :

$$\bar{\mathcal{L}} = \langle \mathcal{L}_1, \mathcal{L}_2, \ldots, \mathcal{L}_i, \ldots, \mathcal{L}_I \rangle \qquad /3.39./$$

Przykładowy podział zadań zgłaszanych do realizacji przez określony punkt informatyczny przedstawia funkcja podziału rodzajów zadań, której graficzną ilustracją jest rys. 3.11. Dystrybuanta określająca rozkład rodzajów zadań zgłaszanych do realizacji przez n-ty punkt informatyczny w wybranym przedziale czasu ma postać :

$$F^5_{n,t}(\mathcal{L}_{n,t}) = Pr^5_{n,t}\left\{\hat{\mathcal{L}} \leqslant \mathcal{L}_{n,t}\right\} \hat{\mathcal{L}} \in \mathcal{L} \; ; \; \mathcal{L}_{n,t} \in \mathcal{L} \qquad /3.40/$$

gdzie:

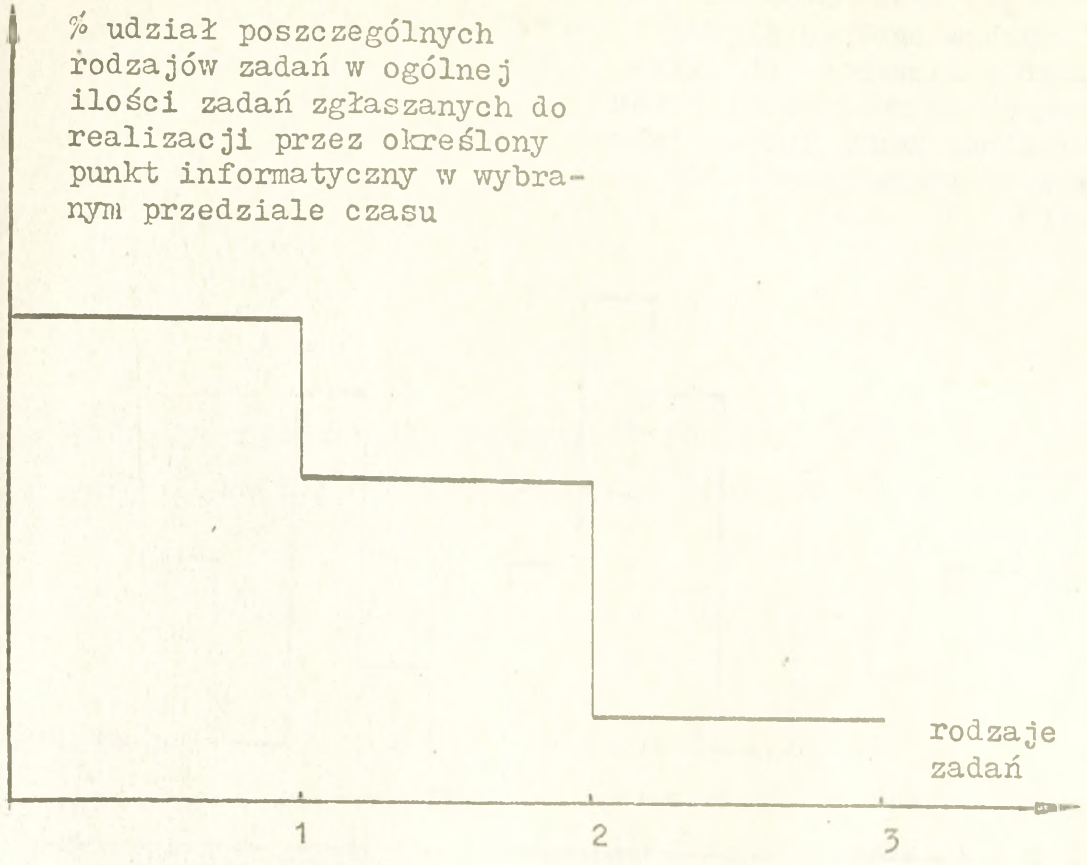
$\mathcal{L} = \{1,2,3\}$ - zbiór możliwych wartości współczynnika $\mathcal{L}$;

$\hat{\mathcal{L}}$ - zmienna losowa rodzajów zadań zgłaszanych do realizacji;

$Pr^5_{n,t}\left\{\hat{\mathcal{L}} \leqslant \mathcal{L}_{n,t}\right\}$ - prawdopodobieństwo tego, że zgłoszone do realizacji przez n-ty punkt informatyczny zadanie w przedziale $[t, t+1)$ będzie zadaniem o współczynniku $\mathcal{L} \leqslant \mathcal{L}_{n,t}$.

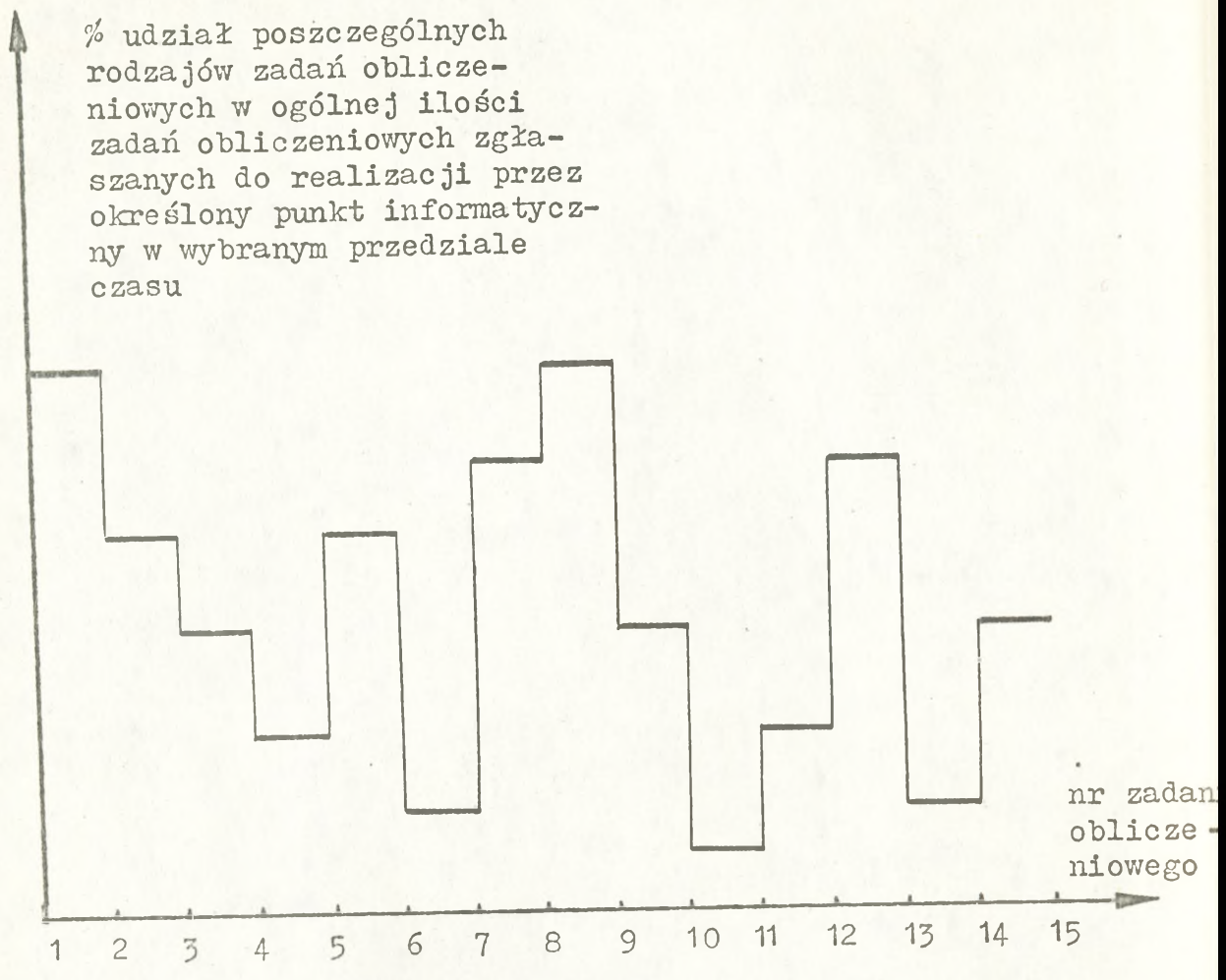
Zbiór dystrybuant dla wszystkich punktów informatycznych i wybranych chwil czasu oznaczamy symbolem $F^5(\hat{\mathcal{L}})$.

$$F^5(\hat{\mathcal{L}}) = \left\{F^5_{n,t}(\hat{\mathcal{L}}) \; ; \; n = \overline{1,N}; \; t = \overline{1,T}\right\} \qquad /3.41./$$



Rys. 3.11. Funkcja podziału rodzajów zadań zgłaszanych do realizacji przez określony punkt informatyczny w wybranym przedziale czasu

Jeżeli zgłoszone do realizacji i-te zadanie okaże się zadaniem obliczeniowym ($\alpha_i = 1$) należy określić numer tego zadania obliczeniowego. Punkty informatyczne zgłaszają do realizacji zadania obliczeniowe o różnym zakresie tematycznym. Udział poszczególnych rodzajów zadań obliczeniowych ($O \in \mathbb{O}$) w ogólnej ilości zgłaszanych do realizacji zadań obliczeniowych jest różny dla poszczególnych punktów informatycznych. Numer zadania obliczeniowego zgłoszonego do realizacji jest wielkością losową, której rozkłady prawdopodobieństwa dla poszczególnych punktów informatycznych określamy w oparciu o funkcję podziału zadań obliczeniowych /rys. 3.12./



Rys. 3.12. Funkcja podziału zadań obliczeniowych zgłaszanych do realizacji przez określony punkt informatyczny w wybranym przedziale czasu.

Dystrybuanta określająca rozkład numerów zadań obliczeniowych zgłaszanych do realizacji przez n-ty punkt informatyczny w wybranym przedziale czasu ma postać :

$$F^{6}_{n,t}(O_{n,t}) = Pr^{6}_{n,t}\left\{\hat{O} \leqslant O_{n,t}\right\};\ \hat{O} \in \mathbb{O};\ O_{n,t} \in \mathbb{O} \qquad /3.42./$$

gdzie:

$\hat{O}$ - zmienna losowa numerów zadań obliczeniowych zgłaszanych do realizacji;

$Pr^{6}_{n,t}\{\hat{0} \leq 0_{n,t}\}$ - prawdopodobieństwo tego, że zadanie obliczeniowe zgłoszone do realizacji przez n-ty punkt informatyczny w przedziale czasu $[t, t+1)$ będzie zadaniem obliczeniowym o numerze mniejszym lub równym $0_{n,t}$.

Zbiór dystrybuant dla wszystkich punktów informatycznych i wybranych chwil czasowych oznaczamy symbolem $F^{6}(\hat{0})$.

$$F^{6}(\hat{0}) = \left\{ F^{6}_{n,t}(\hat{0}) \; ; \; n = \overline{1,N}; \; t = \overline{1,T} \right\} \qquad /3.43./$$

Informacje wejściowe do zadań ($\bar{z} \in \bar{Z}$) wprowadzone są do systemu liczącego z różnych urządzeń wejściowych. Rodzaj urządzenia wejściowego określa współczynnik β zdefiniowany w następujący sposób :

$$\beta = \begin{cases} 1 - \text{gdy informacja wejściowa wprowadzana jest z czytnika taśmy papierowej;} \\ 2 - \text{gdy informacja wejściowa wprowadzana jest z dalekopisu;} \\ 3 - \text{gdy informacja wejściowa wprowadzana jest z monitora ekranowego.} \end{cases} \qquad /3.44./$$

Strukturę sposobów wprowadzania informacji wejściowej do systemu liczącego określamy za pomocą wektora $\bar{\beta}$ o postaci :

$$\bar{\beta} = \langle \beta_1, \beta_2, \ldots, \beta_i, \ldots, \beta_I \rangle \qquad /3.45./$$

Wyniki realizacji zadań obliczeniowych i informacyjnych wyprowadzane są na różne urządzenia wyjściowe. Rodzaj urządzenia wyjściowego określa współczynnik γ zdefiniowany w następujący sposób :

$$\gamma = \begin{cases} 1 - \text{gdy informacja wyjściowa wyprowadzana jest na perforator taśmy papierowej;} \\ 2 - \text{gdy informacja wyjściowa wyprowadzana jest na dalekopis;} \\ 3 - \text{gdy informacja wyjściowa wyprowadzana jest na monitor ekranowy ;} \\ 4 - \text{gdy informacja wyjściowa wyprowadzana jest na drukarkę;} \end{cases} \qquad /3.46./$$

Strukturę sposobów wyprowadzania informacji wyjściowej z systemu liczącego określamy za pomocą wektora $\bar{\gamma}$.

$$\bar{\gamma} = \langle \gamma_1, \gamma_2, \ldots, \gamma_i, \ldots, \gamma_I \rangle \qquad /3.47./$$

Rodzaj urządzenia z którego ma być wprowadzana lub wyprowadzana informacja związana z realizacją zadania, dla niektórych zadań ma charakter zdeterminowany, uwarunkowany strukturą punktu informatycznego zgłaszającego żądania na realizację tego zadania. Losowy charakter rodzaju wejścia lub wyjścia charakteryzuje te zadania, dla których programowo zabezpieczono możliwość korzystania z różnych urządzeń wejściowych i wyjściowych przy uwzględnianiu struktury technicznej punktu informatycznego zgłaszającego żądanie na realizację zadania. Zgłoszone do realizacji zadanie przebywać będzie w systemie liczącym przez czas T_{OD} - zwanym czasem odpowiedzi.

$$T_{OD} \geqslant T_{RM} \qquad /3.48./$$

Ze względu na możliwość przerwania procesu realizacji zadania, czas jaki pozostał do całkowitego wykonania zadania powinien być zapamiętany w odpowiedniej komórce pamięci. Pozwoli to na wznowienie realizacji zadania od miejsce ostatniego przerwania.

Procedura przerwań w obszarze realizowanych zadań zostanie szczegółowo opisana w rodziale IV. Wartość czasu jaka pozostała od chwili t do całkowitego zakończenia realizacji i-tego zadania reprezentowana jest przez funkcję $L_i(t)$.

Zadania zgłaszane do realizacji charakteryzują się różnym priorytetem. Dla potrzeb opisu systemu zakładamy, że istnieje funkcja $\mathfrak{Z}(i)$, która numerowi zadania przyporządkowuje liczbę naturalną zwaną priorytetem zadania.

$$\mathfrak{Z}(i) = PR_i \qquad /3.49./$$

gdzie:

$PR_i \in \mathbb{PR}$

$\mathbb{PR} = \{1,2,\ldots,PR\}$ - zbiór liczb naturalnych

Zagadnienie priorytetowania zadań stanowi treść jednego z kolejnych rozdziałów i dlatego wstępnie pozostajemy przy podanym opisie. Zadania realizowane w PZPDO ZT opisywać będziemy następującym wektorem parametrów

$$E^i = \left\langle T^i_{zg}, T^i_{for}, T^i_{we}, T^i_{prz}, T^i_{wy}, \alpha_i, \beta_i, \gamma_i, T^i_{DR}, T^i_{DZ}, PR_i \right\rangle \qquad /3.50./$$

gdzie:

i - numer kolejno zgłaszanego do realizacji zadania.

Stan dowolnego zadania w chwili t określa wektor $\bar{E}^i(t)$.

$$\bar{E}^i(t) = \left\langle e^i_r(t), L_i(t) \right\rangle \qquad /3.51./$$

Zbiór stanów dla wszystkich zadań określamy przez $\bar{E}(t)$

$$\bar{E}(t) = \left\{ \bar{E}^1(t), \bar{E}^2(t), \ldots, \bar{E}^i(t), \ldots \bar{E}^I(t) \right\} \qquad /3.52./$$

i interpretujemy go jako stan PZPDO ZT w płaszczyźnie informacyjnej. W opracowanym programie /załącznik nr 5, str.169/ zbiór $\bar{E}(t)$ odwzorowany jest przez macierz $[MJNF]_{I \times 17}$. Łączny stan PZPDO ZT w płaszczyźnie informacyjnej i taktyczno-technicznej zapisujemy w postaci uporządkowanej pary wielkości

$$B(t) = \left\langle \bar{E}(t), \bar{A}(t) \right\rangle \qquad /3.53./$$

Po dokonaniu opisu interesujących nas charakterystyk punktów informatycznych zbiór funkcji opisanych na wierzchołkach /punktach informatycznych/ grafu $\tilde{G}$ będzie miał postać :

$$\varphi = \left\{ \bar{\varphi}, \bar{F} \right\}$$

gdzie:

$$\bar{\varphi} = \left\{ \varphi_j ; j = \overline{1,3} \right\}$$

$$\bar{F} = \left\{ F^1(\hat{n}), F^2(\hat{jkc}), F^3(\tilde{n}), F^4(\hat{T}zg), F^5(\hat{\alpha c}), F^6(\hat{O}), F^7(\hat{PR}) \right\}$$

Przedstawiony opis formalny PZPDO ZT traktowany równocześnie jako jego model, pozwoli na dalsze wykorzystanie go w odpowiednim układzie do budowy modelu i programu symulacyjnego, które to zagadnienia stanowią treść następnych rozdziałów.

IV. BADANIE PROCESÓW INFORMACYJNYCH REALIZOWANYCH W POLOWYM ZAUTOMATYZOWANYM PODSYSTEMIE DOWODZENIA OGÓLNOWOJSKOWEGO ZWIĄZKU TAKTYCZNEGO

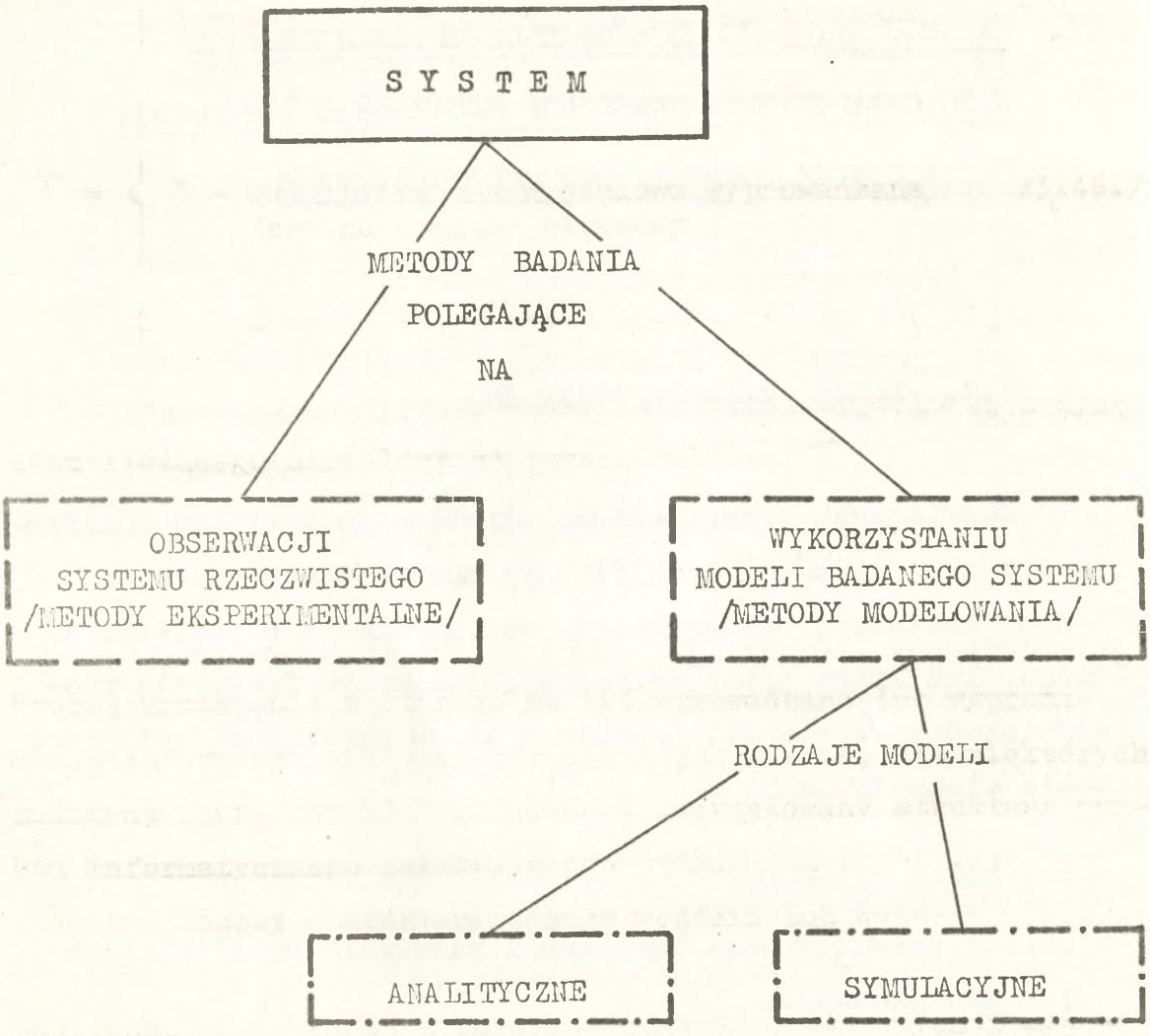
4.1. Metody badania PZPDO ZT

Rozwiązanie przez badacza określonego problemu możliwe jest przy znajomości i umiejętnym zastosowaniu właściwej metody badawczej. Celem badań jest uzyskanie odpowiedzi na jedno, lub kilka pytań dotyczących badanego fragmentu rzeczywistości /systemu/. Badanie systemu określone jest przez takie elementy jak :

- cel badań systemu ;
- metody rozwiązywania problemu i narzędzia umożliwiające ich zastosowanie.

Charakter problemu i stopień złożoności badanego systemu decydując o właściwej koncepcji procesu badawczego.

Badanie systemów realizowane może być w oparciu o metody eksperymentalne, lub metody modelowania /oparte na wykorzystaniu określonych rodzajów modeli badanego systemu/. Graficzną ilustracją przedstawionych metod jest rys. 4.1. .



Rys. 4.1. Ogólna charakterystyka metod badania PZPDO ZT

Metody eksperymentalne stosowane są w odniesieniu do systemów rzeczywistych i wówczas jeżeli koszty badań i warunki ich realizacji pozwalają na ich zastosowanie.

Na obecnym etapie prac projektowych PZPDO ZT należy traktować jako system hipotetyczny, co wyklucza możliwość przeprowadzenia badań eksperymentalnych /obserwacji systemu/. Gdyby jednak taka możliwość zaistniała w przyszłości to celowość

takich badań będzie wątpliwa, ze względu na ich znaczny koszt,[28] zbyt długi czas trwania i co jest najważniejsze, że względu na niemożliwość przeprowadzenia obserwacji funkcjonowania systemu w rzeczywistych warunkach pola walki. Mając to na względzie, za celowe uznano przeprowadzić badania PZPDO ZT metodą modelowania.

Dla szerokiej klasy systemów rzeczywistych, jak również hipotetycznych, charakterystyczny i właściwy jest sposób podejścia badawczego zwany systemowym. Charakteryzuje się on przede wszystkim takimi cechami, jak poszukiwanie analogii, budową modelu i jego badaniem [106]. Dla różnych problemów badawczych znaczenie wymienionych cech jest różne, jak również różny przedstawiają sobą stopień trudności. W zakresie systemów wojskowych, a w szczególności warunków, w jakich te systemy funkcjonują, poszukiwanie analogii jest zagadnieniem trudnym ze względu na złożoność i niepowtarzalność sytuacji operacyjno-taktycznych.

Model systemu jest narzędziem umożliwiającym jego badanie. Powinien on przedstawiać elementy systemu oraz ich wzajemne oddziaływanie.[29] W jednym przypadku modelem może być duplikat systemu, w innym zaś jego symboliczna reprezentacja /np. model matematyczny, formalny/, a czasami system i model mogą być jednym i tym samym. W większości przypadków model jest częściową reprezentacją systemu, której jakość może być określona przez porównywanie zachowania się modelu z zachowaniem się systemu. Spotykamy wiele rodzajów modeli - tak dużo, jak wiele jest form reperezentacji obserwowanej rzeczywistości.

28/ Koszt przeprowadzenia ćwiczenia dywizji zmechanizowanej z wojskami szacuje się na około 20 mil.zł. Informacja Komendanta ASG WP z dorocznej odprawy szkoleniowej kadry ASG, Maj 1976 r.

29/ Formalny opis PZPDO ZT traktowany jako jego model przedstawiono w rozdziale III.

Modele opisujące badaną rzeczywistość można klasyfikować w/g różnych kryteriów. Według formy reprezentacji badanej rzeczywistości, jak proponuje R. Łukaszewicz [73] modele dzielimy na :

- modele poglądowo-przestrzenne;
- modele słowne opisujące zachowanie się obserwowanego fragmentu rzeczywistości za pomocą zdań języka potocznego;
- modele matematyczne ;
- modele symboliczno-analogowe;

Ze względu na formę przekazu, modele można podzielić na :

- opisowe;
- formalne;
- matematyczne.

Jeżeli dla opisania dynamicznego systemu zarządzania, jakim jest PZPDO ZT można sformułować model matematyczny, to otrzymanie jego rozwiązania na podstawie standardowych technik analitycznych, a następnie opracowanie prognozy zachowania się systemu, mogą być niemożliwe. Losowość większości zmiennych opisujących zachowanie się systemu, jak również konieczność zachowania w opisie systemu pełnego synchronizmu zdarzeń mających miejsce w systemie z uwzględnieniem ich losowego charakteru wskazują na możliwość wykorzystania do badania tej klasy systemów, teorii masowej obsługi.

4.2. Analiza możliwości wykorzystania teorii masowej obsługi do badania PZPDO ZT

Procesy informacyjne realizowane w PZPDO ZT należy rozpatrywać w kategoriach teorii masowej obsługi. W ostatnich latach powstało bardzo wiele prac z zakresu zastosowania teorii masowej obsługi do badania systemów informatycznych [2], [6], [70]. Można wśród nich przeprowadzić podział na dwie tematycznie odmienne grupy. Do pierwszej z nich należałoby zaliczyć prace traktujące o zastosowaniu teorii masowej obsługi do badania systemów informatycznych z punktu widzenia użytkowanika [19], [24], [40]. W takim też ujęciu należy widzieć prezentowaną w pracy metodę badawczą i omawiane w niej zagadnienia. Prace drugiej grupy tematycznej traktują o badaniu systemów informatycznych jako całości i wybranych ich elementów przede wszystkim z punktu widzenia projektanta, konstruktora i personelu eksploatacyjno-remontowego. Znaczny rozwój zastosowań teorii masowej obsługi nie pozostał bez wpływu na rozwój tej dyscypliny jako takiej. Wiele prac doczekało się praktycznych rozwiązań, dla wielu z nich opracowano poprawny zapis analityczny, a pozostałe są przedmiotem uwagi praktyków i teoretyków.

PZPDO ZT traktowany jako system masowej obsługi posiada następujące charakterystyczne cechy:

- proces obsługi zgłaszanych do realizacji zadań jest procesem wielofazowym. Biorą w nim udział zawsze CI i jeden z punktów informatycznych $P \in \{\mathbb{P} - \{CI\}\}$. Wielofazowość tego procesu wynika ze struktury technicznej i przestrzennej systemu, jak również z przyjętej technologii przetwarzania informacji;
- zgłaszane do realizacji zadania w zależności od fazy ich obróbki przebywać mogą w różnych elementach systemu i oczekiwać mogą w różnych kolejkach;

- zmienne losowe czasu obsługi zadań w różnej ich fazie realizacji opisywane są odmiennymi rozkładami prawdopodobieństwa;
- zdecydowana większość zmiennych losowych rozważanych w prerentowanej metodzie opisywana jest przy pomocy dystrybuant empirycznych;
- losowy proces przetwarzania informacji realizowany jest w systemie, którego elementy ulegają niesprawności;
- zmienne losowe czasu trwania niesprawności i numerów niesprawnych punktów informatycznych opisywane są przy pomocy dystrybuant empirycznych;
- zgłaszane do realizacji zadania obsługiwane są w/g statycznego regulaminu mieszanego /względnego i bezwzględnego/;
- podział zadań zgłaszanych do realizacji na w/w grupy priorytetów odbywa się nie a priori przed zgłoszeniem zadania do realizacji, a w trakcie jego wykonywania i uzależniony jest od fazy jego realizacji;
- punkty informatyczne jako źródła zgłoszeń są źródłami wielowymiarowymi o niejednorodnych zgłoszeniach;
- przerwania aktualnie realizowanych zadań związane są z funkcjonowaniem procesu ich obsługi w/g regulaminu bezwzględnego, jak również z procesem występowania niesprawności punktów informatycznych.

W dostępnej literaturze przedmiotu [5], [43], [70], [102] autor nie spotkał opisu i rozwiązania identycznego systemu masowej obsługi, jednak niektóre z prezentowanych w niej zagadnień zdaniem autora zasługują na uwagę i mogą być częściowo pomocne przy ocenie wybranych obszarów funkcjonowania PZPDO ZT. Wiele zagadnień teorii masowej obsługi pomimo ujęcia ich w formalne ramy i sprecyzowania poprawnego zapisu analitycznego nie daje się

efektywnie rozwiązywać przy pomocy znanego aparatu matematyki, natomiast te z nich, które możliwe są do rozwiązania, są nie do przyjęcia ze względu na to, że uzyskane wyniki są dalekie od rzeczywistych warunków funkcjonowania systemu z powodu przyjętych założeń. Wielce pożytecznym dla takiej klasy zagadnień okazała się metoda symulacji komputerowej.

4.3. Istota symulacji jako metody badawczej

PZPDO ZT

Słowo symulacja w ostatnich latach zosłało zapożyczone z języka potocznego. W znaczeniu potocznym słowniki podają niezmiernie szerokie i nieprecyzyjne definicje tego słowa, np. : przedstawianie, udawanie, naśladowanie, blagowanie, fałszowanie itp. Ta wieloznaczność została przeniesiona do nauki i techniki. W związku z tym szereg autorów pisze o pewnych rodzajach modeli, jako symulacji, inni utrzymują, że modele nie mają nic wspólnego z symulacją. Jedni mówią o symulacji jako o przedmiocie, inni o czynności, jeszcze inni o zależności.

W symulacyjnej metodzie badawczej zasadniczą rolę odgrywa poprawne sformułowanie modelu badanego systemu. Przez komputerowy model symulacyjny rozumieć będziemy taki model matematyczny lub /i/ formalny opisujący zachowanie się systemu w wybranym przedziale czasu, który umożliwia symulację na komputerach. Modele symulacyjne mogą być tworzone na różnych poziomach szczegółowości w zależności od rozpatrywanych zagadnień. Szczegółową charakterystykę modeli symulacyjnych podano w pracy[82], której zdaniem autorów przy budowie modelu symu-

lacyjnego należy mieć na uwadze następujące problemy :

- wybór zmiennych modelu;
- stopień jego złożoności;
- czas pracy komputera;
- adekwatność modelu i zgodność z rodzajem eksperymentu, który ma się na jego podstawie prowadzić.

Na sposób budowy modelu oprócz czynników wymienionych wyżej zasadniczy wpływ ma struktura i możliwość języka użytego do symulacji systemów. Wpływ ten jest wyjątkowo widoczny w specjalistycznych, problemowo zorientowanych językach symulacyjnych. Model symulacyjny przeznaczony do transformacji za pomocą specjalistycznego języka symulacyjnego jest logicznie ułożonym ciągiem procedur opisywanych i realizowanych w tym języku.

Mówiąc o symulacji jako o metodzie badawczej PZPDO ZT należy mieć na uwadze tak ważne zagadnienie jak historia stanów. W każdej chwili czasu system znajduje się w określonym stanie /3.53./. Zwykle tak bywa, że badając system przedmiotowy rozważa się stany systemu w chronologicznym porządku kolejnych chwil należących do danego przedziału czasowego. Historia stanów składa się z szeregu chronologicznie uporządkowanych opisów stanów odpowiadającym stanom systemu w każdej z rozpatrywanych w danym przedziale kolejnych chwil czasu. Historię stanów PZPDO ZT opisuje się za pomocą wektora $\bar{B}$ o postaci:

$$\bar{B} = \langle B(1), B(2), \ldots, B(t) \ldots, B(T) \rangle \qquad /4.1./$$

gdzie:

$B(t)$ - oznacza stan systemu w chwili t; $t \in \mathbb{T}$

Wygenerowana historia stanów systemu jest jedną z najbardziej cennych informacji dla badacza systemu.

Jest rzeczą niezmiernie ważną, aby zdać sobie sprawę z tego, że model bezpośrednio nie przedstawia działania lub zachowania systemu. Dopiero historia stanów modelu umożliwia przedstawienie działania lub zachowania się systemu. Powiedzieliśmy, że model ma reprezentować system. To znaczy, że dany stan modelu przedstawia dany stan systemu, a szereg kolejnych stanów modelu przedstawia szereg kolejnych stanów systemu. Jeszcze raz podkreśla się, że nie sam model, lecz wygenerowana przez niego historia stanów umożliwia opis działania i zachowania się systemu. Mając więc system i jego model możemy powiedzieć za autorami pracy pt. "Symulacja na maszynach cyfrowych"[36], że symulacja jest to zastosowanie modelu w celu chronologicznego wygenerowania historii stanów tegoż modelu, która jest uważana na historię stanów modelowania systemu.

Dla porównania z wyżej podaną definicją symulacji przytoczymy niektóre z określeń podanych przez innych autorów.

Symulację systemów definiujemy jako technikę rozwiązywania zagadnień polegających na śledzeniu w czasie zmian zachodzących w dynamicznym modelu układu /G.Gordon/[46].

Metoda symulacji jest to technika badania systemów przez obserwację modelu tego systemu /I.Maroński/[75].

Symulacja lub doświadczenie symulacyjne jest to aktywowanie modelowanej reprezentacji rozpatrywanego systemu w formie odpowiedniej do manipulacji i studiów przy użyciu komputera. Model symulacyjny jest to reprezentacja systemu za pomocą modelu zaliczanego do modeli znakowych w klasie modeli myślowych /J.Żydowo/[127].

Symulacja to sposób użycia modelu. Jest to eksperymentowanie nie tyle z samym zjawiskiem, a raczej z jego modelem. Modele są fotografiami, a symulacja filmami zjawisk /F. Ackoff/[1].

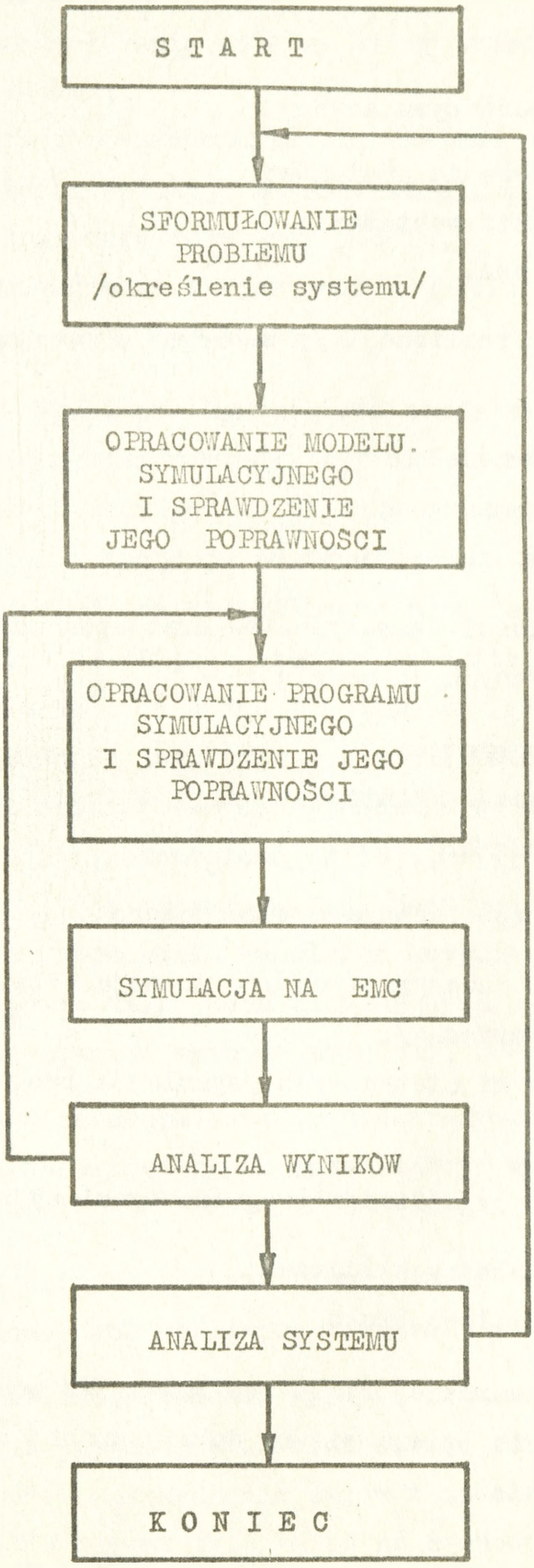
Symulacja jest to technika numeryczna do dokonywania eksperymentów na pewnych rodzajach modeli matematycznych, które opisują przy pomocy maszyny cyfrowej zachowanie się złożonego systemu w ciągu długiego okresu czasu[82].

Symulacja jest to działanie modelu systemu przedmiotowego, realizowane w jakimś określonym celu /R.F. Barton/[12].

Symulacja jest to eksperymentalne użycie abstrakcyjnego modelu /R. Cruon/[28].

Powyższy przegląd świadczy o dużej różnorodności interpretacji terminu "symulacja". Analiza przytoczonych, a także nie wymienionych definicji, wskazuje na pewną cechę modeli i metod symulacyjnych, podkreślaną przez autorów, a mianowicie imitowanie zjawisk zachodzących w systemach rzeczywistych.

W badaniach symulacyjnych realizowanych na komputerach należy przekształcić model symulacyjny badanego systemu, który jest punktem wyjścia każdego eksperymentu symulacyjnego, na algorytm symulacyjny, który po napisaniu w jednym z interpretowanych przez komputer języków programowania, wprowadza się do maszyny. Zgodnie z tym algorytmem w maszynie wypracowana jest informacja opisująca elementarne zjawiska badanego procesu z uwzględnieniem ich związków i wzajemnego oddziaływania. Informacja uzyskana z eksperymentu symulacyjnego drukowana jest w postaci tablic, lub wykresów i służy do analizy systemu. Schemat postępowania w symulacyjnej metodzie badawczej przedstawia rys. 4.2.



Rys. 4.2. Ogólny schemat postępowania w symulacyjnej metodzie badawczej

Symulację jako metodę badania systemów można podzielić na :

1. Ze względu na cel badań symulacyjnych :
   - symulację funkcjonowania systemów;
   - symulację zarządzania systemami;
   - symulację szkoleniową.
2. Ze względu na sposób realizacji /przebiegu/ eksperymentu symulacyjnego :
   - symulacja człowiek-model;
   - symulacja człowiek-maszyna;
   - symulacja maszynowa /komputerowa/.
3. Z punktu widzenia ilości eksperymentów oraz sposobu i rodzaju zmian wprowadzanych do modelu :
   - symulacja kombinatoryczna;
   - symulacja statystyczna /Monte Carlo/;
   - symulacja heurystyczna.
4. Ze względu na przedmiot badania symulacyjnego :
   - symulacja systemów rzeczywistych / symulacja odtwarzająca, symulacja historyczna/;
   - symulacja systemów hipotetycznych /symulacja prognostyczna/.
5. Ze względu na sposób organizacji programu symulacyjnego:
   - symulacja metodą kolejnych zdarzeń;
   - symulacja metodą stałego kroku.

W odniesieniu do szerokiej klasy systemów, jak podaje T. Naylor[82] ich badanie opiera się na dobrze znanej czterostopniowej procedurze :

- obserwacja systemu;
- sformułowanie modelu, który próbuje objaśnić zachowanie się systemu;
- prognoza zachowania się systemu na podstawie modelu przy użyciu dedukcji matematycznej, lub logicznej tj. przez otrzymanie rozwiązań modelu;
- prowadzenie eksperymentów w celu wypróbowania stopnia poprawności modelu.

Symulacja komputerowa staje się istotnym narzędziem badania systemów wtedy, gdy nie można zastosować w sposób wiarygodny jednego lub kilku z czterech stopni opisanej procedury, co znajduje potwierdzenie w przypadku badania PZPDO ZT ze względu na niemożliwość przeprowadzenia jego obserwacji. Wyniki badań prezentowane w bogatej literaturze przedmiotu, wskazują na znaczną przydatność metody symulacji komputerowej do badania tego typu systemów. Metoda symulacji komputerowej jest dzisiaj szeroko stosowana w badaniach systemów społecznych [91], ekonomicznych [30], [81], [82], [127], militarnych [36], [63], [78]. Aktualnie brak jest jednolitego kryterium celowości stosowania symulacji komputerowej, lecz mimo tego, można podać kilka cech decydujących o jej stosowaniu, do których zdaniem autorów prac [12], [28], [36], [82] należą :

- możliwość badania oraz eksperymentowania w zakresie złożonych wewnętrznych interreakcji występujących w danym systemie;
- możliwość badania "osobliwości" funkcjonowania systemu w dowolnych możliwych warunkach ;
- możliwość badania wypływu informacyjnych, organizacyjnych lub występujących w otoczeniu zmian na działanie systemu przez wprowadzenie zmian w modelu systemu i obserwację oddziaływań tych zmian na zachowanie się systemu;

- szczegółowa obserwacja symulowanego systemu może prowadzić do lepszego zrozumienia sposobu jego funkcjonowania i do wypracowania propozycji jego usprawnienia, co innymi sposobami nie było możliwe do osiągnięcia;
- symulacja może być użyta jako pedagogiczny istrument nauczania słuchaczy i praktyków podstawowych umiejętności w zakresie analizy teoretycznej, analizy statystycznej oraz podejmowania decyzji;
- doświadczenia uzyskane przy projektowaniu modeli symulacji komputerowej, mogą być bardziej wartościowe niż faktycznie sama symulacja;
- symulacja złożonych systemów, może dać wartościowy pogląd na to, które ze zmiennych są ważniejsze dla systemu i w jaki sposób zmienne te oddziaływują wzajemnie na siebie;
- symulacja może być użyta do eksperymentowania na nowych sytuacjach, o których nie wiele wiemy, lub w ogóle nie posiadamy informacji, tak aby przygotować nas na to, co może się zdarzyć nowego w systemie;
- symulacja może służyć jako "test ochronny" służący do wypróbowania nowej polityki i reguł decyzyjnych dla działania systemu, zanim ryzyko przejdzie z systemu eksperymentalnego do rzeczywistego;
- symulacja zezwala na badanie systemów dynamicznych zarówno w czasie skomprymowanym, lub w dłuższym jego okresie;
- doświadczenia przeprowadzone przy pomocy symulacji nie podlegają oddziaływaniu systemu;
- symulacja skraca znacznie czas badania systemu.

Teoria symulacji, jako metody badawczej jest w fazie opracowywania i dlatego odpowiedź na pytanie "kiedy poszukiwać rozwiązań analitycznych, a kiedy stosować symulację" - pozostaje

ciągle zagadnieniem otwartym, które wymaga wielu dalszych badań. Nie wydaje się prawdopodobne, aby w bliskiej przyszłości można było sformułować ogólne wskazówki, które udzieliłyby praktykowi łatwej odpowiedzi na to pytanie.[82].

4.4. Opis modelu symulacyjnego procesów informacyjnych i taktyczno-technicznych realizowanych w PZPDO ZT

4.4.1. Charakterystyka wskaźników oceny funkcjonowania PZPDO ZT traktowanego jako system wielodostępny

Poglądy na temat "co to jest system wielodostępny" ? są zróżnicowane. Jednak wszyscy są na ogół zgodni co do tego, że systemy wielodostępne /Time-Sharing-Systems/ charakteryzują się następującymi cechami:

- umożliwiają wielu użytkownikom komunikację /on-line/ z systemem liczącym przez urządzenia końcowe /terminale/ połączone z systemem liczącym za pomocą łączy transmisji danych;
- każdemu z użytkowników przydziela się cyklicznie /lub na żądanie/ na pewnien krótki czas, środki techniczno-programowe systemu liczącego i w ten sposób żaden z użytkowników nie dominuje nad systemem;
- czas odpowiedzi /reakcji/ systemu na żądanie użytkownika powinien być taki, by użytkownik nie odczuwał istnienia innych użytkowników korzystających w tym czasie z systemu. System wielodostępny powinien wywoływać u każdego z użytkowników wrażenie, że jest wyłącznie do jego dyspozycji.

Różnica w pojmowaniu systemów wielodostępnych przez różnych autorów polega na tym, że część z nich uważa iż system wielodostępny to taki, który posiada łącznie wszystkie wyżej wymienione właściwości [13], [42], [88], natomiast inni [75] stwierdzają, że istnieje wielu użytkowników bezpośrednio powiązanych z centralnym systemem jest wystarczające do uznania systemu za wielodostępny.

Systemy wielodostępne są obecnie jedynym środkiem pozwalającym na eliminację zasadniczej wady systemów przetwarzania partiowego, tzn. długiego czasu oczekiwania na wykonanie zadania użytkowego. Z punktu widzenia użytkownika "wielodostęp" zwiększa istotnie efektywność jego pracy umożliwiając mu bezpośredni kontakt z systemem, a ponadto korzystanie z centralnej pamięci o dużej pojemności i z rozbudowanego oprogramowania systemowego. Systemy wielodostępne cechuje również większa niezawodność, uniwersalność i elastyczność w porównaniu z systemem przetwarzania wsadowego i systemami klasycznymi [13]

Systemy wielodostępne wykazują dwie charakterystyczne cechy strukturalne różniące je dość istotnie od innych systemów liczących. Różnice te wynikają z konieczności :

- podziału mocy obliczeniowej procesora pomiędzy aktywnych użytkowników, aby uzyskać odpowiedni czas reakcji;
- podziału pamięci operacjnej pomiędzy wielu równouprawnio - nych użytkowników, w sytuacji gdy pojemność jej jest niewystarczająca do przyjęcia wszystkich programów użytkowych.

Podział zasobów /resursów/ obliczeniowych systemu liczącego pomiędzy wielu użytkowników jest realizowany przez system operacyjny, wspomagany często w ściśle specjalistycznych systemach przez oprogramowanie użytkownika. Do zasadniczych resurów obliczeniowych systemu liczącego zaliczamy :

- czas pracy procesora i urządzeń wej/wyj ;
- pojemność pamięci operacyjnej i pomocniczej.

Podział resursów obliczeniowych pomiędzy aktywnych użytkowników wielodostępnego systemu, polega na cyklicznym przydziale procesora na określony czas kolejnym aktywnym użytkownikom. Przydział czasu procesora realizowany może być na zasadzie stałego kwantu /statyczny przydział czasu/ lub zmiennego kwantu czasu /dynamiczny przydział czasu/. Jednym z charakterystycznych problemów systemów wielodostępnych jest zarządzanie kolejkami zgłoszonych do realizacji zadań. Do powstawania kolejek dochodzi na wielu poziomach przydziału resursów [30] systemu liczącego. Organizacja procesu przetwarzania w sensie priorytetowania zadań oczekujących w kolejce i przydziału odpowiednich resursów, nazywa się problemem optymalizacji operacyjnej. Mimo bogatej literatury na temat podstaw systemów informatycznych, stwierdzić należy iż brak jest dotąd spójnej teorii systemów informatycznych, umożliwiającej analityczne lub analityczno-symulacyjne rozwiązanie problemu optymalizacji operacyjnej systemów informatycznych w pełnym zakresie [65]. W PZPDO ZT procesem obsługi zgłaszanych do realizacji zadań steruje specjalistyczny zestaw programów zarządzających, który realizuje następujące funkcje [10] :

1. Dystrybucja PAO i urządzeń zewnętrznych :
   - kontrolowanie na bieżąco stanu wolnej PAO i wolnych urządzeń zewnętrznych;
   - przydzielanie obszarów PAO i urządzeń zewnętrznych programom użytkowym.

30/ Urządzenie, obszar pamięci, program lub zbiór danych znajdujących się pod nadzorem systemu operacyjnego i przydzielony użytkownikom do wykonania określonego zadania.

2. Uruchamianie programów systemu zgodnie ze zgłoszeniami i strukturą priorytetów :

   - analiza zgłoszeń programów użytkowych;
   - formowanie listy zadań do wykonania zgodnie ze strukturą priorytetów;
   - ściąganie do PAO programu użytkowego o najwyższym priorytecie;
   - uruchamianie programów użytkowych;
   - wymazywanie z PAO programów użytkowych po porawnym zakończeniu działania;
   - sterowanie pracą wieloprogramową w oparciu o informacje o wolnej PAO i urządzeniach zewnętrznych;
   - zawieszanie i składowanie programów użytkowych w wypadku konieczności uruchomienia programu o wyższym priorytecie.

3. Gromadzenie i wydawanie informacji statystycznych o działaniu systemu.

Jakość funkcjonowania oprogramowania zarządzającego i przyjęty regulamin obsługi zgłaszanych do realizacji zadań decydują o sposobach funkcjonowania PZPDO ZT.

Systemy wielodostępne ocenia się z wielu punktów widzenia. W dostępnej literaturze wyróżnia się wiele różnorodnych postaci wskaźników określających jakość działania systemu z punktu widzenia na :

a/ Szybkość działania systemu liczącego :

   - czas odpowiedzi systemu /odcinek czasu jaki upływa między momentem wprowadzania programu lub danych do systemu liczącego a momentem otrzymania odpowiedzi/;[2],[35],[57],[63],[70],[119]

- czas reakcji /odcinek czasu jaki upływa między momentem zgłoszenia się do systemu liczącego a rozpoczęciem obsługi danego użytkownika przez system/;[4],[18],[29],[56],[70]
- współczynnik opóźniania /stosunek czasu wykonywania programu w przypadku gdy aktywny jest dany zbiór, do czasu wykonania programu, gdy tylko jeden program jest wykonywany przez system/;

b/ Wykorzystanie pamięci systemu liczącego :

- długość kolejki programów do procesora; [13],[70]
- prawdopodobieństwo przepełnienia systemu; [4],[63]

c/ Wykorzystanie mocy obliczeniowej systemu liczącego :

- liczba jednocześnie aktywnych użytkowników;
- przepustowość systemu ; [6],[13],[70]
- stopień wykorzystania poszczególnych elementów systemu [6],[13],[34],[63].

d/ Wielkość ponoszonych strat w systemie wielodostępnym :

- wielkość strat wartości informacji wynikających z czasu oczekiwania na przetwarzanie;[20],[65]
- wielkość strat ponoszonych przez system ze względu na stosowane przerwania;
- wielkość strat wartości informacji wynikających z przebywania informacji w systemie;[21]
- wielkość strat wartości informacji /ilość zadań zdezaktualizowanych/ w wyniku przekroczenia ustalonego czasu oczekiwania;[63],[78]
- wielkość strat wartości informacji spowodowanych skończoną pojemnością pamięci /długość kolejki/ [70].

Postać analityczna tych wskaźników zależy od przeznaczenia systemu. Najczęściej stosowanym kryterium oceny systemów przyjmuje się średni czas odpowiedzi systemu na zgłoszenie użytkownika systemu [2],[57]. Autorzy pracy [31], jako kryterium oecny systemu przyjęli ważony czas oczekiwania na przetworzenie informacji i uzyskali interesujące rozwiązania. W opracowanym modelu symulacyjnym PZPDO ZT interesować nas będą tylko niektóre ze wskaźników oceny działania systemów wielodostępnych takie jak :

- czas odpowiedzi systemu;
- czas oczekiwania zadań na realizację;
- wielkość strat wartości informacji /ilość zadań zdezaktualizowanych/;
- prawdopodobieństow wykonania zgłaszanych do realizacji zadań;
- prawdopodobieństwo sprawnej pracy punktów informatycznych.

PZPDO ZT ze względu na istnienie w nim bepośredniego "on-line" połączenia użytkowników systemu poprzez ich urządzenia końcowe z systememliczącym oraz możliwość jednoczesnego korzystania z jego mocy obliczeniowej przez wielu użytkowników, będziemy traktować jako system wielodostępny. Nie dysponuje on podstawową cechą "wielodostępności", jaką jest przydział kwantu czasu procesora kolejnym aktywnym użytkownikom, ze względu na określone założenia projektowe. [32] Zgłoszone do realizacji w PZPDO ZT programy zadań obliczeniowych i aktualizacyjnych angażują moce obliczeniowe systemu liczącego na czas równy czasowi T_{RM} zgłoszonego do realizacji zadania.

31/ SUSKIEWICZ H., KOŁODZIŃSKI E. : Analiza i organizacja procesu zautomatyzowanego przetwarzania informacji o sytuacji powietrznej. Rozprawa doktorska, WAT 1975 r.

32/ BARCZAK A., KUŚNIERZ J. : Wymagania i ograniczenia na programy zadań użytkowych PZSD ZT w aspekcie potrzeb oprogramowania zarządzającego. ID ASG WP, 1973 r.

4.4.2. Charakterystyka regulaminów obsługi zadań zgłaszanych do realizacji w PZPDO ZT.

Poszczególne informacje niezbędne w dowodzeniu,mają dla dowódcy i poszczególnych oficerów sztabu wartość zależną od wpływu danej informacji na przebieg działań bojowych; im większy będzie ten wpływ, tym ważniejsza będzie informacja. Na wartość informacji składają się dwa elementy : stopień ważności informacji oraz czas jej aktualności. 33/

Czas aktualności informacji, jest to czas po którego upływie reakcja na daną informację bądź nie da rezultatów, bądź też będą one mniejsze od przewidywanych. Z punktu widzenia potrzeb operacyjno-taktycznych informacje można sklasyfikować między innymi ze względu na :

- stopień ważności informacji;
- stopień pilności, czyli czasu w którym informacja powinna dotrzeć do adresata.

Stopień pilności informacji skorelowany ze stopniem ważności wiąże się ściśle z czasem pełnego jej obiegu. Czas pełnego obiegu informacji jest sumą czasów trwania wszystkich operacji wykonywanych na informacji /rys. 3.10./ od momentu jej zdobycia lub otrzymania, do chwili jej przetworzenia i przekazania w odpowiedniej formie właściwemu adresatowi. Infromacja może wywierać wpływ na przebieg walki jedynie wówczas, gdy zostanie przekazana właściwemu adresatowi w czasie zapewniającym jej zużytkowanie, tj. terminowe powzięcie decyzji i postawienie zadań bojowych; przy czym przekazanie informacji w krótszym czasie zapewnia warunki efektywniejszego działania

---

33/ BIDZIŃSKI B. : Kierunki doskonalenia dowodzenia dywizją zmechanizowaną /pancerną/ w polu. /Rozprawa habilitacyjna/. ASG WP 1975 r.

w starciu z przeciwnikiem. [34/]

Olbrzymia ilość informacji przy ograniczonych możliwościach środków ich przekazywania i przetwarzania oraz ograniczonych możliwościach zużytkowania tych informacji przez odbiorców, stwarza konieczność klasyfikacji informacji z punktu widzenia ich pilności na :

- informacje alarmowe tzn. takie, których czas pełnego obiegu nie powinien przekraczać kilku minut;
- informacje szczególnie pilne tzn. takie, których czas obiegu na szczeblu dywizji nie przekracza około 1 godziny;
- informacje pilne tzn. takie, których czas pełnego obiegu nie przekracza kilku godzin;
- informacje zwykłe,czyli pozostałe informacje krążące w systemie.

Zdaniem autora pracy [35/] do informacji alarmowych należy zaliczyć : wiadomość o broni jądrowej i środkach jej przenoszenia; o przygotowaniu nieprzyjaciela do wykonania zaskakującego uderzenia przede wszystkim pierwszego uderzenia jądrowego; dane o nowych środkach rażenia; skutkach uderzeń jądrowych wykonanych przez przeciwnika, lub wojska własne; informacje o pojawieniu się wojsk rakietowych i lotnictwa w tych rejonach, w których ich poprzednio nie było; dane o przygotowaniu wojsk nieprzyjaciela do desantowania oraz wiadomości o wykryciu pod-oddziałów /oddziałów/ szturmowych na śmigłowcach, o nagłych zmianach w sytuacji wojsk własnych i sąsiadów, o skażeniu terenu, stanie pogody i przeszkód wodnych; informacje o nowym zadaniu bojowym i decyzjach podwładnych, utracie zdolności bojowej oddziałów, naruszeniu współdziałania, łączności itp.

34/ Tamże, str. 55.

35/ Tamże, str. 55.

Do informacji szczególnie pilnych należy zaliczyć : meldunki i zarządzenia o gotowości bojowej i zabezpieczeniu działń wojsk rakietowych, meldunki o możliwości wejścia do walki nowych oddziałów nieprzyjaciela w ciągu najbliższej godziny; zarządzenia bojowe dotyczące wykonywania zadań w skrajnie ograniczonym czasie itp.

Ponieważ zgłaszane do realizacji przez punkty informatyczne zadania charakteryzują się różnym stopniem pilności, jak również różna jest ich waga w procesie podejmowania decyzji, istnieje konieczność priorytetowania zadań. Kolejność i sposób obsługi zadań, zwany regulaminem obsługi, może być realizowany na wiele sposobów. Wśród regulaminów obsługi zgłaszanych do realizacji zadań można wyróżnić między innymi następujące rodzaje ragulaminów :

a/ REGULAMIN CYKLICZNY - (RC)

Regulamin ten polega na sprawdzeniu punktów, w których mogą wystąpić zgłoszenia według pewnej z góry ustalonej kolejności. Jeżeli w danym punktcie zgłoszenie nie występuje, to przechodzi się do sprawdzenia kolejnego punktu; jeżeli natomiast zgłoszenie występuje, to realizuje się program odpowiadający temu zgłoszeniu, po czym przechodzi do sprawdzenia następnego punktu.

b/ REGULAMIN NATURALNY - (RN)

Regulamin ten polega na realizowaniu zadań i odpowiadających im programów w kolejności zgłoszeń.

c/ REGULAMINY PRIORYTETOWE

1. REGULAMIN Z PRIORYTETAMI WZGLĘDNYMI - (RPW)

Regulamin ten polega na przyporządkowaniu każdemu zgłoszeniu pewnej wartości - priorytetu i wybieraniu z kolejki oczekujących zgłoszeń tego zgłoszenia, które ma

najwyższy priorytet. O priorytecie względnym mówi się wtedy, gdy zjawienie się w kolejce zgłoszenia o wyższym priorytecie aniżeli priorytet zadania aktualnie realizowanego nie powoduje przerwania jego realizacji, lecz doprowadza ją do końca i wtedy dopiero przystępuje się do realizacji kolejnego zadania o najwyższym priorytecie.

2. REGULAMIN Z PRIORYTETAMI BEZWZGLĘDNYMI - (RPB)

Regulamin ten polega na tym, że w momencie pojawienia się w kolejce zgłoszenia o wyższym priorytecie aniżeli priorytet zadania aktualnie realizowanego - zadanie to zostaje przerwane, notuje się jego stan realizacji w momencie przerwania i przystępuje do realizacji zgłoszenia o wyższym priorytecie. Jest to tak zwany regulamin priorytetów bezwzględnych z kontynułacją przerwanych zgłoszeń od miejsca przerwania.

Wśród regulaminów priorytetowych można ponadto wyróżnić regulaminy o priorytetach stałych i regulaminy o priorytetach zmiennych w czasie.

Optymalizacja systemów masowej obsługi jest od dawna przedmiotem uwagi wielu autorów. W większości opracowań z tego zakresu szczególną uwagę przywiązuje się do wypracowania metod określania optymalnych, w sensie określonego kryterium regulaminów obsługi zgłoszeń, co zdaniem autorów tych prac stanowi problem zasadniczy. Jednym z podstawowych problemów oceny i wyboru sposobu obsługi zgłaszanych do realizacji zadań, jest wybór odpowiedniej funkcji kryterium. Najczęściej projektant systemu nie jest w stanie określić analitycznie funkcji kryterium i dlatego za miarę jakości funkcjonowania systemu przyjmuje się takie parametry, jak czas odpowiedzi i dostępność resursów [64]. Bogaty przegląd regulaminów obsługi zgłoszeń w sys-

temach masowej obsługi wraz z metodami ich optymalizacji przedstawiono w pracach [43],[58],[71],[102]. Autorzy prac [19], [71] przedstawili metodę określania optymalnego regulaminu obsługi zgłoszeń dla priorytetów względnych i bezwzględnych minimalizującego średnie straty z przetwarzania informacji za wybrany przedział czasu. Obliczenia swoje wykonali zakładając, że strumień zgłoszeń jest strumieniem Poissona, a czas obsługi jest zmienną losową o rozkładzie wykładniczym. Optymalną w sensie wyżej podanego kryterium okazała się obsługa zgłoszeń polegająca na obsłudze jako pierwszych, zgłoszeń o maksymalnej wartości stosunku jednostkowych kosztów ponoszonych za czas oczekiwania zgłoszeń do ich średniego czasu obsługi. Przedstawione wyniki są słuszne tylko wtedy, gdy jednostkowe koszty ponoszone za czas przebywania zadania w systemie nie zależą od średniego czasu jego przetwarzania. Dla przypadku ogólnego, brak aktualnie rozwiązania. Minimalizacja kosztów z przetwarzania informacji jako kryterium funkcjonowania systemu jest nie do przyjęcia dla szerokiej klasy systemów, w tym równoeż dla PZPDO ZT, z tego względu, że ocena funkcjonowania systemu przebiega wzpełnie innej płaszczyźnie, a zagadnienie szacowania kosztów skorelowanych z wartością informacji jest trudne do formalizacji i brak praktycznych w tym względzie rozwiązań. Na szczególną uwagę z wymienionych prac zasługuje praca [36], której autorzy dokonali wyczerpującego przeglądu podstawowych regulaminów obsługi zgłoszeń w systemach obsługi, prezentując wyniki własnych prac i innych autorów. Analizując obsługę zgłoszeń typu FIFO, LIFO i SIRO [37] wykazano, że

---

36/ LIPAJEW K., KOLIN L., SIERIEBROWSKIJ : Matiematiczieskoje obiespieczienie uprawlajuszczich CWM. Sowietskoje Radio, Moskwa 1972 r.

37/ FIFO - First-In, First-Out /pierwszy przyszedł pierwszy obsłużony/.
LIFO - Last-In, First-Out /ostatni przyszedł pierwsty obsłużony/.
SIRO - Serwed-In, Random-Out /obsługa losowa w/g rozkładu równomiernego/.

dla wszystkich wyżej wymienionych dyscyplin, średnia długość czasu oczekiwania zgłoszeń w kolejce jest jednakowa, podczas gdy wariancja i współczynnik zmienności są różne i przyjmują wartości maksymalne dla obsługi typu LIFO, a minimalne przy obsłudze w/g kolejności zgłoszeń /FIFO/. Wykazano również,że przy wielowymiarowym strumieniu zgłoszeń istotny wpływ na długość czasu oczekiwania zgłoszeń w kolejce wywierają także i różnice w długościach czasów obsługi zgłoszeń różnych typów. Rozważania te przeprowadzono zakładając strumień zgłoszeń Poissona i wykładniczych rozkład czasu obsługi, zwracając uwagę, że wklasie rozkładów Erlanga najgorszym z punktu widzenia obsługi zgłoszeń jest rozkład wykładniczy, ponieważ stwarza maksymalne opóźnienie w obsłudze, podczas gdy ustalona długość obsługi zapewnia najkrótszy czas oczekiwania zgłoszeń. Dla potrzeb badań PZPDO ZT przyjęto również wykładniczy rozkład czasów obsługi zgłoszeń dla dwóch rodzajów zadań, mając na uwadze wyżej sprecyzowane wnioski. Dla wykładniczego rozkładu czasów obsługi zgłoszeń postać analityczną rozkładu czasów oczekiwania zgłoszeń w kolejce jest stosunkowo prosta, natomiast dla innych rozkładów nie istnieje, albo jest zbyt skomplikowana. Mając to na względzie autorzy zaproponowali metodę aproksymacji rozkładu czasów oczekiwania zgłoszeń na obsługę dla dowolnych rozkładów czasu obsługi zgłoszeń. Uwarunkowany potrzebami badawczymi PZPDO ZT stopień znajomości rozkładu czasów oczekiwania zgłoszeń na obsługę uzyskano w oparciu o przeprowadzone obliczenia kwadratu znormalizowanego wskaźnika asymetrii i znormalizowanego wskaźnika ekscesu. Wartości tych wskaźników wskazują na typ modelu matematycznego rozkładu,którego znajomość ułatwia proces weryfikacji stosownej hipotezy [113], [120]. Autorzy prezentowanej pracy w sposób bardzo poglądowy dokonali analizy priorytetowych regulaminów obsługi zgłoszeń, co w połączeniu z wynikami pracy innych autorów pozowli nam na sprecyzowanie w tym względzie następujących wniosków :

- charakter dystrybuanty rozkładu czasu obsługi zgłoszeń jednowymiarowego strumienia o różnych priorytetach i różnice w parametrach ilościowych tego rozkładu dla różnych typów zgłoszeń, przy priorytetach bezwzględnych wywierają taki sam wpływ na średnią długość czasu oczekiwania, jak przy obsłudze wielowymiarowego strumienia zgłoszeń w dyscyplinie FIFO;
- algorytmy sterowania procesem obsługi zgłoszeń z priorytetami względnymi nie są odporne na przeciążenia systemu;
- najbardziej efektywnym sposobem zmniejszenia opóźnień w obsłudze zgłoszeń przy priorytetach bezwzględnych jest standaryzacja długości czasów obsługi;
- stosowanie przerwań zwiększa wpływ dyscypliny obsługi z priorytetami na większe zróżnicowanie czasów oczekiwania dla zgłoszeń o różnych priorytetach, szczególnie przy dużym obciążeniu systemu liczącego ($\varrho > 0{,}8$). Zmniejszenie zaś opóźnień w obsłudze zgłoszeń o wysokich priorytetach osiągnięto kosztem zwiększenia czasu oczekiwania zgłoszeń o priorytetach niskich;
- dynamiczne sterowanie procesem przerwań obsługi zgłoszeń o niższym priorytecie pozwala w niektórych przypadkach zmniejszyć ogólną ilość zgłoszeń oczekujących na obsługę w porównaniu z obsługą z priorytetami względnymi i bezwzględnymi;
- stosowanie regulaminu naturalnego obsługi zgłoszeń jest nie celowe dla zgłoszeń o znacznie zróżnicowanych czasach obsługi. Bardziej efektywniejsze jest stosowanie regulaminów priorytetowych; [70], [119]

Powyższe wnioski sformułowane zostały przy założeniu, że priorytety zgłoszń nie ulegają zmianie w czasie. W systemach dla których między innymi to założenie nie jest spełnione,

obsługa zgłoszeń realizowana jest w/g regulaminu z priorytetami dynamicznymi.

Sformułowane wnioski wskazują, że przyjęcie w założeniach projektowych PZPDO ZT priorytetowego regulaminu statycznego za podstawowy [10] było słuszne i na obecnym etapie prac, odpowiada charakterowi funkcjonowania systemu. Ponadto niektóre ze sprecyzowanych wniosków należy traktować jako praktyczne wskazówki do realizacji prac nad docelową wersją PZSD ZT.

Sposób priorytetowania zgłaszanych do realizacji zadań podporządkowany musi być potrzebom procesu decyzyjnego. Przedstawiony we wstępnej części rozdziału podział informacji ze względu na stopień pilności wskazuje na czterostopniową klasę priorytetów. Zgłoszone do realizacji zadanie otrzymuje najwyższy priorytet, gdy informacja powstała w wyniku realizacji tego zadania należy do informacji alarmowych, lub gdy zgłoszone do realizacji zadanie jest zadaniem aktualizacyjnym. Priorytety zgłaszanym do realizcji zadaniom nadają a priori ich użytkownicy przy ustalonych i ściśle przestrzeganych w tym względzie zasadach. Każdemu zgłoszonemu do realizacji zadaniu podporządkowuje się liczbę naturalną ze zbioru $\mathbb{PR}$.

$$\mathbb{PR} = \{1, 2, \ldots, PR\} \qquad /4.2./$$

Strukturę priorytetów zgłoszonych do realizacji zadań opisujemy za pomocą wektora $\overline{PR}$.

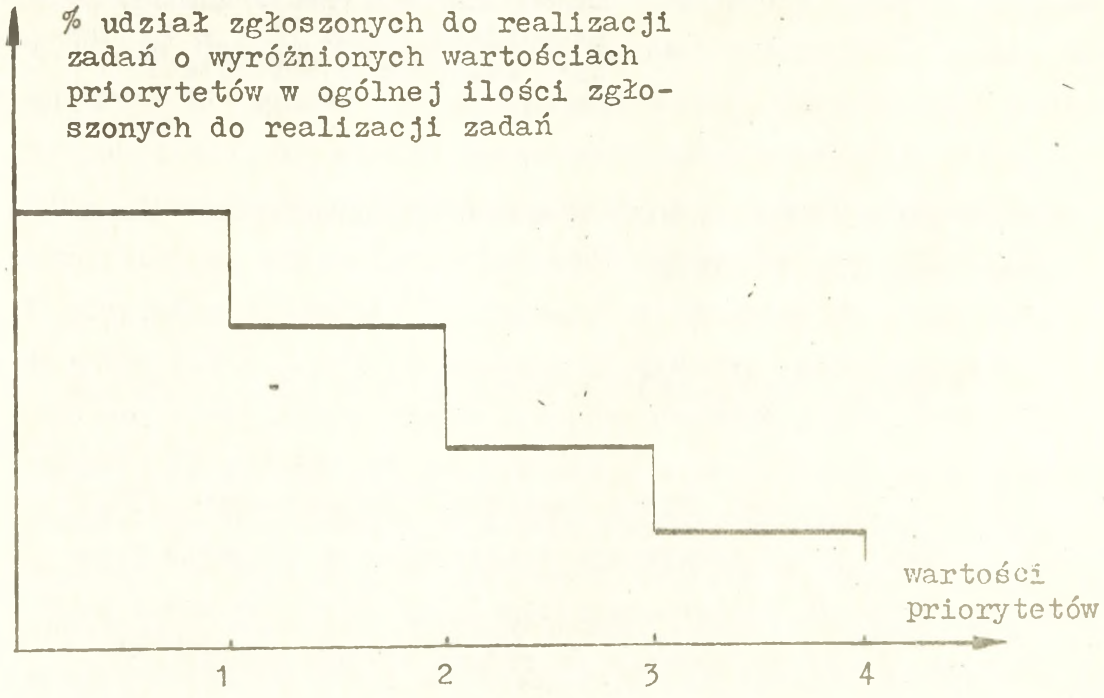
$$\overline{PR} = \langle PR_1, PR_2 \ldots, PR_i, \ldots, PR_I \rangle \qquad /4.3./$$

gdzie:

$PR_i \in \mathbb{PR}$ jest priorytetem i-tego zadania.

W założeniach projektowych PZPDO ZT przyjęto zasadę o zróżnicowanych możliwościach priorytetowania zadań przez poszczególnych użytkowników systemu. Oznacza to, że nie wszyscy z nich będą upoważnieni do priorytetowania zadań z możliwością wykorzystania całego zbioru wartości priorytetów P_R .

Priorytety zadań zgłaszanych do realizacji należy traktować jako wielkości losowe bezpośrednio uzależnione od sytuacji operacyjno-taktycznej i potrzeb informacyjnych użytkowników systemu dowodzenia. Strukturę priorytetów zgłaszanych do realizacji zadań odzwierciedla funkcja podziału priorytetów, której przykładowy przebieg ilustruje rys. 4.3.



Rys. 4.3. Funkcja podziału priorytetów

Struktura priorytetów zgłaszanych do realizacji zadań jest wielkością zmienną w czasie i dlatego też, określenie funkcji podziału priorytetów dla wybranych przedziałów czasu badania systemu jest podyktowane wymogami adekwatności modelu symula-

cyjnego badanego systemu. W oparciu o funkcję podziału priorytetów określamy rozkłady prawdopodobieństwa wyróżnionych wartości priorytetów. Dystrybuanta określająca rozkład wyróżnionych wartości priorytetów dla określonego punktu informatycznego w wybranym przedziale czasu ma postać :

$$F^{7}_{n,t}(\overline{PR}_{n,t}) = Pr^{7}_{n,t}\left\{ \hat{PR} \leqslant \overline{PR}_{n,t} \right\} ; \quad \hat{PR} \in \mathbb{P}R ; \quad \overline{PR}_{n,t} \in \mathbb{P}R \qquad /4.4./$$

gdzie:

$\hat{PR}$ - zmienna losowa wyróżnionych wartości priorytetów;

$Pr^{7}_{n,t}\left\{ \hat{PR} \leqslant \overline{PR}_{n,t} \right\}$ - prawdopodobieństwo tego, że zgłoszone przez n-ty punkt informatyczny do realizacji zadanie w przedziale czasu $[t, t+1)$ będzie zadaniem o priorytecie mniejszym lub równym $PR_{n,t}$.

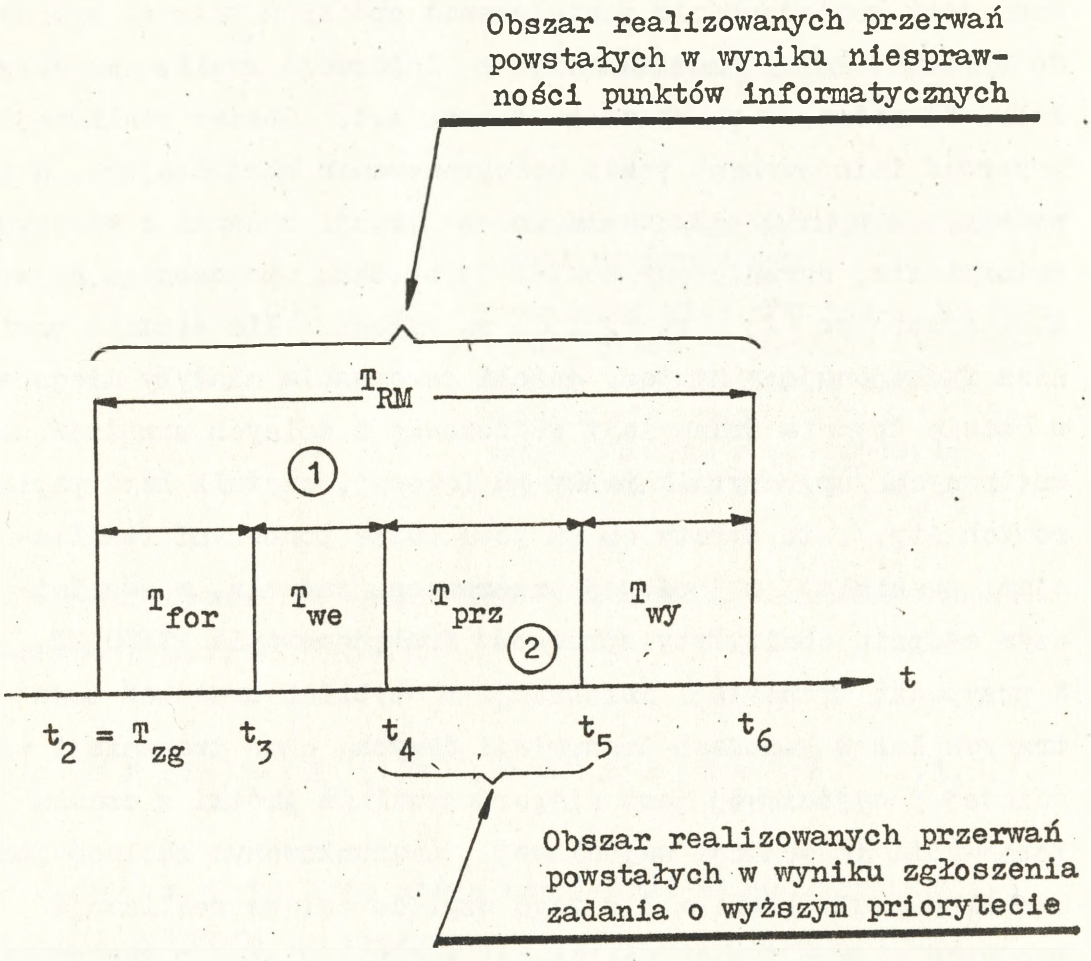
Zbiór dystrybuant dla wszystkich wybranych przedziałów czasu oznaczamy symbolem $\mathbb{F}^{7}(PR)$.

$$\mathbb{F}^{7}(\hat{PR}) = \left\{ F^{7}_{n,t}(\hat{PR}) ; \; n = \overline{1,N} ; \; t = \overline{1,T} \right\} \qquad /4.5./$$

Jednym z zagadnień, które uwzględnić należy przy opisie i badaniu PZPDO ZT są przerwania realizowane w obszarze funkcjonowania podsystemu informacyjnego. Zgłaszane do realizacji zadania mogą ulegać przerwaniu na różnym etapie realizacji. Przedmiotem naszych rozważań będą tylko przerwania pochodzące od oprogramowania zarządzającego, inicjowane w wyniku zgłoszenia do realizacji zadania o wyższym priorytecie, jak również przerwania powstałe na skutek niesprawności punktów informatycznych. Przerwania powstałe w wyniku niesprawności punktów informatycznych PZPDO ZT mogą zaistnieć w każdej fazie realizacji

zadania, natomiast przerwania spowodowane zgłoszeniem do realizacji zadania o wyższym priorytecie niż zadanie aktualnie realizowane, będą miały miejsce tylko wtedy, gdy realizowane zadania aktualnie jest przetwarzane przez system liczący, tzn. gdy znajduje się w stanie $e_4(t)$. Istnienie przerwań podyktowane jest koniecznością zmniejszenia opóźnień ważnych zgłoszeń do niezbędnego minimum. Graficzną ilustracją realizowanych w PZPDO ZT rodzajów przerwań jest rys. 4.4. Obszar realizacji przerwań inicjowanych przez oprogramowanie zarządzające, a powstałych w wyniku zgłoszenia do realizacji zadania o wyższym priorytecie, ograniczony został do obszaru oznaczonego na rys. 4.4. symobolem (2) , ze względu na wymogi jakie spełnić powinien funkcjonujący system. Jeżeli przerwania miałyby miejsce w czasie trwania transmisji wejściowej z wolnych urządzeń zewnętrznych /np. czytnik taśmy papierowej, czytnik kart papierowych itp./, to straty czasu powodowane ponownymi realizacjami transmisji wejściowej przerwanego zadania, w zasadniczym stopniu obniżyłyby sprawność funkcjonowania PZPDO ZT. W przypadku transmisji informacji z szybkich urządzeń zewnętrznych lub w kanałach transmisji danych, czas transmisji wejściowej i wyjściowej jest nieporównywalnie krótki z czasem formowania informacji wejściowej , uwarunkowanym zdolnościami manualnymi użytkownika i z tego względu celowa realizacja przerwań w tych fazach realizacji zadania w sposób zdecydowany obniżyłaby sprawność funkcjonowania systemu. Wszystkie z opisanych rodzajów przerwań technicznie są możliwe do zrealizowania. Mając jednak na względzie rzeczywisty charakter funkcjonowania systemu przyjmujemy, że przerwania w czasie formowania, transmisji wej/wyj pochodzące od użytkowników systemu będą zjawiskiem sporadycznym.

Opisane obszary przerwań wskazują, że w PZPDO ZT obsługa zgłaszanych do realizacji zadań, realizowana będzie w oparciu o statyczny mieszany (RPW/RPB) regulamin priorytetowy.



Rys. 4.4. Charakterystyka realizowanych w PZPDO ZT rodzajów przerwań.

4.4.3. Specyfika założeń modelu symulacyjnego

W opracowanym modelu symulacyjnym przyjęto założenia o niezależności następujących procesów :

- niesprawności poszczególnych punktów informatycznych;
- formowania, transmisji wejściowej, przetwarzania i transmisji wyjściowej w ramach jednego zadania i między zadaniami;

ponadto zakłada się, że :

- rozkłady prawdopodobieństwa czasów formowania, transmisji wejściowej, przetwarzania i transmisji wyjściowej są niezmienne w czasie;
- pojemność pamięci pomocniczej jest nieograniczona;
- pojemność pamięci operacyjnej jest ograniczona;
- czas przetwarzania informacji i wypracowywania decyzji przez oprogramowanie zarządzające jest równy zero;
- operacje liczenia i wymiany programów między pamięciami mogą zachodzić jednocześnie;
- zadanie przebywa w systemie liczącym do czasu dezaktualizacji;
- czas wymiany programów między pamięciami jest równy zero;
- programy zadań użytkowych zajmują stałą w czasie pojemność pamięci operacyjnej;
- liczenie programów zadań użytkowych przy ponownym przydzieleniu czasu procesora rozpoczyna się od miejsca ostatniego przerwania;
- przesyłanie informacji do lub z systemu liczącego może odbywać się drogą okrężną w przypadku wystąpienia niesprawności punktów informatycznych.

Przyjęte założenia ograniczają adekwatność modelu w nieznacznym stopniu i nie wpłyną w sposób zasadniczy na poprawność wyników eksperymentu symulacyjnego.

4.4.4. Opis algorytmu symulacji procesów informacyjnych realizowanych w PZPDO ZT

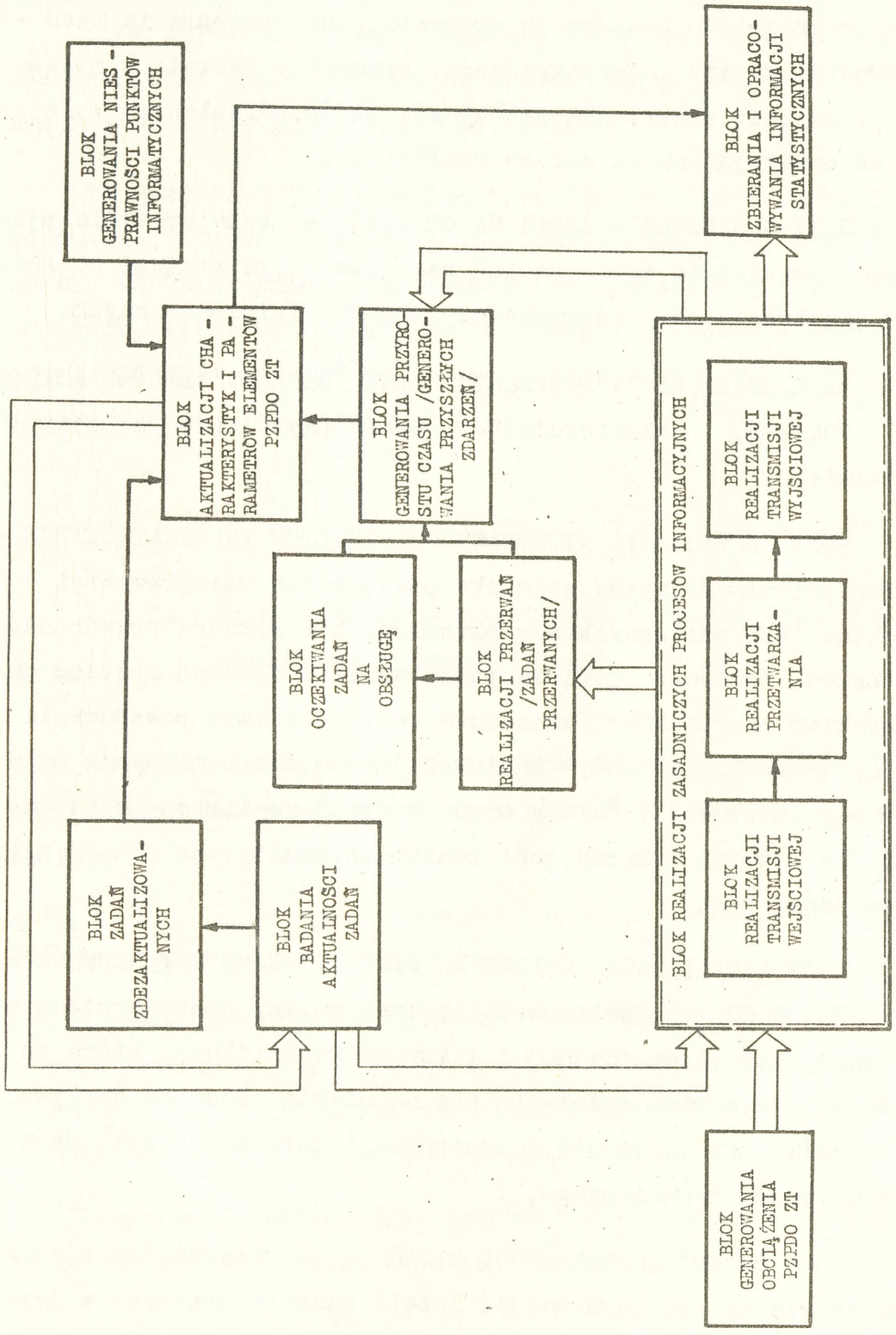
Algorytm symulacji procesów informacyjnych zilustrowany na rys. 4.5., przedstawiono w postaci wyodrębnionych funkcjonalnie bloków procedur, które imitują określone fragmenty realizowanych procesów. Poszczególne bloki funkcjonalne spełniają następujące funkcje :

BLOK GENEROWANIA OBCIĄŻENIA PZPDO ZT - odwzorowuje proces zapotrzebowania na realizację zadań i określa ich rodzaj, nadawcę i odbiorcę, czasy pojawienia się żądania, formowania informacji wejściowej, transmisji wejściowej, przetwarzania, transmisji wyjściowej, dezaktualizacji i dopuszczalny czas realizacji, priorytet oraz rodzaj urządzenia wejściowego i wyjściowego.

BLOK REALIZACJI TRANSMISJI WEJŚCIOWEJ - odwzorowuje proces przesyłania informacji wejściowej do systemu liczącego, z uwzględnieniem priorytetu zgłoszonego żądania.

BLOK REALIZACJI PRZETWARZANIA - odwzorowuje proces przetwarzania zadania przez system liczący.

BLOK REALIZACJI TRANSMISJI WYJŚCIOWEJ - odzwierciedla proces przesyłania wyników realizacji zadań do użytkowników systemu.



Rys. 4.5. Schemat blokowy algorytmu symulacji procesów informacyjnych realizowanych w PZPDO ZT

BLOK REALIZACJI PRZERWAŃ - odwzorowuje proces przerwań aktualnie wykonywanych zadań, powstałych na skutek pojawienia się zgłoszenia o wyższym priorytecie, lub wystąpienia niesprawności punktu informatycznego. Przerwane zadania w zależności od fazy przerwania przesyłane są do określonych kolejek zadań oczekujących na dalszą realizację.

BLOK OCZEKIWANIA ZADAŃ NA OBSŁUGĘ - odzwierciedla zjawisko oczekiwania zadań na ich realizację, powstałego na skutek zajętości lub niesprawności punktów informatycznych.

BLOK GENEROWANIA PRZYROSTU CZASU /GENEROWANIA PRZYSZŁYCH ZDARZEŃ/ - odzwierciedla proces upływu czasu w badanym systemie.

BLOK GENEROWANIA NIESPRAWNOŚCI PUNKTÓW INFORMATYCZNYCH - odzwierciedla fizyczne zjawisko powstawania niesprawności punktów informatycznych w/g określonych rozkładów prawdopodobieństwa. Ponieważ zjawisko powstawania uszkodzeń systemu ma charakter przypadkowy, konieczne jest, aby fakt powstawania niesprawności miał wpływ na istniejący w danym momencie stan wymiany informacji. Należy więc przerwać realizację tych zadań dla których wykorzystane punkty informatyczne uległy niesprawności.

BLOK AKTUALIZACJI CHARAKTERYSTYK I PARAMETRÓW ELEMENTÓW PZPDO ZT - odzwierciedla proces zmiany stanu systemu w płaszczyźnie informacyjnej i taktyczno-technicznej, które to zmiany są wynikiem nałożenia się na siebie procesów dopływu, starzenia, przetwarzania i dystrybucji informacji oraz uszkodzeń systemu technicznego.

BLOK BADANIA AKTUALNOSCI ZADAŃ - odzwierciedla zjawisko starzenia się informacji. Jeżeli zadanie przebywa w systemie przez czas dłuższy od pewnego czasu zwanego czasem dezaktualizacji, zostaje przesłane do bloku zadań zdezaktualizowanych.

BLOK ZADAŃ ZDEZAKTUALIZOWANYCH - odzwierciedla zjawisko przekazywania zadań poza system.

BLOK ZBIERANIA I OPRACOWYWANIA INFORMACJI STATYSTYCZNYCH - odzwierciedla proces pomiaru i opracowywania wybranych informacji o sposobie funkcjonowania systemu.

Podział algorytmu symulacji na opisane wyżej bloki funkcjonalne, ułatwił interpretację samego algorytmu, jak również umożliwią kompleksowe odtworzenie realizowanych w PZPDO ZT procesów. Zapis tych procesów w postaci procedur i instrukcji języka FORTRAN znalazł odzwierciedlenie w postaci programu symulacyjnego /załącznik nr 6/.

4.4.5. Opis informacji zbieranych w wyniku realizacji eksperymentu symulacyjnego.

Eksperyment symulacyjny przeprowadzono na emc ODRA 1305 , przyjmując, że strumień zgłoszeń jest strumieniem Poissona, a czas :

- T_{for}, T_{we}, T_{wy} - są zmiennymi losowymi o rozkładzie wykładniczym;
- T_{prz} dla zadań obliczeniowych jest zmienną losową o rozkładzie równomiernym, a dla zadań aktualizacyjnych o rozkładzie wykładniczym; /Pozostałe wielkości losowe określone są w oparciu o dystrybuanty empiryczne/.

W wyniku przetworzenia programu symulacyjnego, wyznaczamy za każdy kwant czasu następujące informacje :

a/ zadania obliczeniowe :

- wartości średnie czasów realizacji, oczekiwania, odpowiedzi, dopuszczalnego czasu realizacji i dezaktualizacji

dla wyróżnionych wartości priorytetów zadań zgłaszanych do realizacji przez poszczególne punkty informatyczne;

- wartości wskaźnika zabezpieczenia potrzeb informacyjnych w zakresie realizacji zadań obliczeniowych dla wyróżnionych wartości priorytetów zadań zgłaszanych do realizacji przez poszczególne punkty informatyczne;

b/ zadania aktualizacyjne :

- wartości średnie czasów realizacji, oczekiwania, odpowiedzi i dezaktualizacji;

c/ zadania obliczeniowe, aktualizacyjne, informacyjne :

- zestawienie ilości zgłoszonych do realizacji przez poszczególne punkty informatyczne wyróżnionych rodzajów zadań;
- zestawienie ilości zrealizowanych przez poszczególne punkty informatyczne wyróżnionych rodzajów zadań;
- wartości prawdopodobieństwa zrealizowania wyróżnionych rodzajów zadań przez poszczególne punkty informatyczne;
- wartości odchylenia standardowego i wariancji dla czasów realizacji, oczekiwania i obsługi;
- wartości kwadratu znormalizowanego wskaźnika asymetrii i znormalizowanego wskaźnika ekscesu dla czasów realizacji, oczekiwania i obsługi;

d/ punkty informatyczne :

- zestawienie ilości niesprawności poszczególnych punktów informatycznych;
- wartości łącznego czasu trwania wszystkich niesprawności poszczególnych punktów informatycznych;

- wartości średnich czasów trwania niesprawności poszczególnych punktów informatycznych;
- wartości średnich przedziałów czasu pomiędzy kolejnymi niesprawnościami poszczególnych punktów informatycznych;
- wartości prawdopodobieństw sprawnej pracy poszczególnych punktów informatycznych;
- wartość prawdopodobieństwa sprawnej pracy punktów informatycznych PZPDO ZT.

4.4.6. Analiza wyników badania symulacyjnego PZPDO ZT

Zaproponowana metoda badania procesów informacyjnych w PZPDO ZT oraz uzyskane w procesie modelowania dane, nasuwają szereg spostrzeżeń odnośnie zakresu jej zastosowania i wykorzystania danych statystycznych otrzymanych w wyniku realizacji eksperymentu symulacyjnego. Przedmiotem uwagi autora były procesy informacyjne realizowane w PZPDO ZT, jednak przedstawiona metoda i opracowany program symulacyjny pozwalają na wykorzystanie ich do badania PZSD ZT i innych systemów tej samej klasy. Uwarunkowane to jest odpowiednią strukturą programu i możliwością zmian w szerokim zakresie danych wejściowych.

Parametrami wyznaczonymi w procesie symulacji procesów informacyjnych i taktyczno-technicznych realizowanych w PZPDO ZT są :

- wartości przeciętne zmiennych losowych;
- wariancje wartości przeciętnych.

Estymatorem wartości przeciętnej jest statystyka określona wzorem :

$$Y = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^{m} Y_i \qquad /4.6./$$

gdzie :

m - liczba obserwacji;

Y_i - zmienna losowa wartości wyników i-tej obserwacji;

zaś wariancji :

$$\sigma^2 = \frac{1}{m-1} \sum_{i=1}^{m} (Y_i - Y)^2 \qquad /4.7./$$

W badaniach symulacyjnych zachodzi konieczność wyznaczania estymatorów parametrów na określonym poziomie ufności. Korzystając z tw. Lapunowa [38] wyznaczono przedziały ufności dla wartości średnich czasów realizacji, oczekiwania i odpowiedzi zadań obliczeniowych i aktualizacyjnych, które przedstawiono w tabeli 4.1.

Wielkość przedziału ufności [39] zależy od poprawności i dokładności wyznaczania wariancji estymatorów. Mając to na względzie, estymatory parametrów wyznaczono w oparciu o metodę średnich grupowych [14], [27], [46], co przy założeniach stwarzających najgorsze warunki funkcjonowania PZPDO ZT [62] pozwala uznać wyniki badań symulacyjnych za dobre oszacowanie parametrów systemu.

38/ HELLWIG Z. : Elementy rachunku prawdopodobieństwa i statystyki, PWN, Warszawa 1975 r.

39/ Obliczenia wykonano dla poziomu ufności 90 %.

TABELA Nr 4.1.

RODZAJ PARAMETRÓW	RODZAJ ZADANIA	ESTYMATOR WARTOŚCI ŚREDNIEJ /sek/	PRZEDZIAŁ UFNOŚCI DLA WARTOŚCI ŚREDNIEJ /sek/
CZAS REALIZACJI	OBLICZENIOWE	139	$139 \pm 7{,}90$
	AKTUALIZACYJNE	153	$153 \pm 34{,}32$
CZAS OCZEKIWANIA	OBLICZENIOWE	124	$124 \pm 31{,}70$
	AKTUALIZACYJNE	97	$97 \pm 54{,}12$
CZAS ODPOWIEDZI	OBLICZENIOWE	263	$263 \pm 33{,}10$
	AKTUALIZACYJNE	250	$250 \pm 81{,}36$

Zaspokojenie potrzeb informacyjnych wszystkich użytkowników systemu dowodzenia jest głównym celem budowy PZPDO ZT. O stopniu zaspokojenia potrzeb informacyjnych użytkowników systemu wnioskować będziemy w oparciu o wartości średnie czasów : odpowiedzi - $\bar{T}_{OD}$, dezaktualizacji - $\bar{T}_{DZ}$ oraz dopuszczalnego czasu realizacji - $\bar{T}_{DR}$ zadań obliczeniowych. Przyjmujemy, że potrzeby informacyjne użytkowników PZPDO ZT są globalnie zaspokojone, jeżeli spełniona jest nierówność :

$$\bigwedge_{h \in \mathbb{T}} \left(\bar{T}^{h}_{OD} \leqslant \bar{T}^{h}_{DR} \right) \qquad /4.8./$$

gdzie :

$\bar{T}_{OD}^{h}$ - średni czas odpowiedzi zadań obliczeniowych w h-tym momencie czasu;

$\bar{T}_{DR}^{h}$ - średni dopuszczalny czas realizacji zadań obliczeniowych w h-tym momencie czasu;

Przebieg zmian wartości $\bar{T}_{RM}$, $\bar{T}_{OD}$, $\bar{T}_{DR}$ w czasie dla zadań obliczeniowych o wyróżnionych wartościach priorytetów, przy maksymalnym obciążeniu zadaniami PZPDO ZT i w warunkach skrajnie ograniczonego czasu, jakim dysponują organy dowodzenia na przygotowanie i zaplanowanie działań bojowych oraz przy najbardziej niekorzystnych charakterystykach niezawodnościowych przedstawiono na rys. : 4.6., 4.7., 4.8., 4.9. .

Stopień zaspokojenia potrzeb informacyjnych użytkowników PZPDO ZT w zakresie realizacji zadań obliczeniowych mierzymy za pomocą współczynnika X^h określonego w następujący sposób:

$$X^h[\%] = \begin{cases} 100 & \text{gdy } \bar{T}_{OD}^{h} \leqslant \bar{T}_{DR}^{h} \\ \left(1 - \dfrac{\bar{T}_{OD}^{h} - \bar{T}_{DR}^{h}}{\bar{T}_{DZ}^{h} - \bar{T}_{DR}^{h}}\right) 100 & \text{gdy } \bar{T}_{OD}^{h} > \bar{T}_{DR}^{h} \end{cases}$$

Ponieważ PZPDO ZT powinien umożliwić w zależności od sytuacji na polu walki i stanu systemu, przejście na tradycyjny tryb pracy, słusznym wydaje się być ocena jakości jego funkcjonowania w oparciu o wprowadzony współczynnik X^h, którego przebieg w zależności od wymienionych czasów ilustruje rys. 4.10.

Użytkownik systemu przystępuje do realizacji zadania obliczeniowego w sposób tradycyjny w momencie zgłoszenia zadania do realizacji przez system liczący PZPDO ZT. Taki tryb pracy podyktowany jest, koniecznością utrzymania ciągłości procesów dowodzenia wojskami. Jeżeli czas oczekiwania użytkownika na realizację zadania osiągnie wartość T_{DZ}, zadanie zostaje zdezaktualizowane, a potrzeby informacyjne użytkownika systemu nie zostaną zaspokojone, przy jednoczesnym obciążeniu użytkownika realizacją zadania w sposób tradycyjny. Pewnym mankamentem takiego rozwiązania w zakresie oprogramowania zarządzającego, jest brak aktualnie możliwości informowania użytkowników o przewidywanym czasie wykonania zgłoszonego do realizacji zadania.

Jednym z trudniejszych zagadnień w ocenie stopnia zaspokojenia potrzeb informacyjnych użytkowników zautomatyzowanych systemów dowodzenia, jest wybór metody pomiaru i szacowania wyróżnionych ze względu na charakter procesów informacyjnych i sposób funkcjonowania systemu, czasów realizacji określonych procesów. Czasy te decydują o stopniu poprawności uzyskanych wyników badań systemu. Dla potrzeb badań PZPDO ZT celowym było wyróżnienie dopuszczalnego czasu realizacji dla zadań obliczeniowych oraz czasu dezaktualizacji dla zadań obliczeniowych, aktualizacyjnych i informacyjnych. Czasy te mają charakter losowy, który uzależniony jest przede wszystkim od czasu, jakim dysponują organy dowodzenia na wykonanie zadań, od sposobu i organizacji pracy organów dowodzenia /technologia pracy/ oraz od wartości użytkowej informacji powstałej jako wynik realizacji zadania. Ze względu na brak aktualnie materiału badawczego i możliwości przeprowadzenia badań PZPDO ZT, dobór wartości wymienionych czasów przeprowadzono w oparciu o wyniki badań tradycyjnego systemu dowodzenia [8],[32],[122] i oceny ekspertów, uzyskane przez autora od oficerów ASG WP o

długoletniej praktyce dowódczo-sztabowej. Wyniki badań tradycyjnego systemu, jak również oceny ekspertów na ogół są identyczne i wskazują na to, że dopuszczalny czas realizacji zadań obliczeniowych waha się w granicach od T_{RM} do $3T_{RM}$, a jego wartość dla określonego zadania zależy od wymienionych czynników. Dopuszczalnemu czasowi realizacji zadania obliczeniowego, który spełnia następującą zależność :

$$T^i_{RM} \leqslant T^i_{DR} \leqslant T^i_{DZ} \qquad /4.10./$$

nadajemy interpretację czasu, do którego użytkownik zgłoszonego do realizacji zadania będzie zaangażowany nad jego realizację w sposób tradycyjny, w takim stopniu, że otrzymane wyniki realizacji tego zadania przez system liczący PZPDO ZT zabezpieczą w pełni jego potrzeby informacyjne, przy jednocześnie nieznacznym obciążeniu go realizacją zadania w sposób tradycyjny.

Czas dezaktualizacji zadań obliczeniowych jest uwarunkowany przede wszystkim czasem jakim dysponują organy dowodzenia na przygotowanie i kierowanie działaniami bojowymi, a interpretujemy go, jako czas, który przeznaczyć musi wykonawca na realizację odpowiadającego mu zadania w sposób tradycyjny. Wyniki badań wskazują na to, że czas dezaktualizacji zadań obliczeniowych przyjmuje wartość z przedziału $[8T_{RM}, 10T_{RM}]$.

Czas dezaktualizacji dla zadań aktualizacyjnych i informacyjnych interpretujemy jako czas, po którym informcja przeznaczona do aktualizacji banku danych, lub do przesłania w relacjach $\mathbb{P}_{ZPI} \longleftarrow \mathbb{P}_{ZPI}$ uległa całkowitemu zestarzeniu i straciła swoją aktualność. Czas ten uwarunkowany jest bezpośrednio rodzajem informacji, a pośrednio kategorią pilności

/priorytetem/. Wartość jego dla zadań aktualizacyjnych uzależniona jest od czasu pojawienia się kolejnego zadania aktualizującego te same informacje w banku danych, co poprzednie zadanie, natomiast dla zadań informacyjnych, czas ten związany jest z pojawieniem się jakościowo nowej informacji. Mając na względzie wysoką użyteczność informacji otrzymywanych w wyniku realizacji zadań obliczeniowych oraz uwzględniając to, że prawdopodobieństwo pojawienia się w systemie liczącym kolejno po sobie dwóch identycznych zadań aktualizacyjnych, jest bliskie zera, przyjęto, że zadania aktualizacyjne otrzymują najwyższy priorytet i obsługiwane są zawsze w pierwszej kolejności, a ich czas dezaktualizacji powinien przyjmować takie wartości, aby prawdopodobiństwo wykonania zgłoszonych do realizacji zadań aktualizacyjnych były bliskie jedności. Jak wykazały wyniki badań symulacyjnych PZPDO ZT przy maksymalnym jego obciążeniu, spełnienie ostatniego z wymienionych założeń jest możliwe przy czasie dezaktualizacji przyjmującym wartość nie mniejszą od $2T_{RM}$.

Czasy dezaktualizacji dla zadań informacyjnych przyjmujemy zgodnie z wymaganiami przedstawionymi w pracy [105], na czas pełnego obiegu informacji o różnych kategoriach pilności w zautomatyzowanych systemach dowodzenia.

Zgłoszone do realizacji przez użytkowników systemu zadania przebywać mogą w systemie przez czas znacznie dłuższy od ich realizacji - T_{RM} i dlatego też interesującym może być zestawienie wartości $\bar{T}_{RM}$, $\bar{T}_{OD}$, $\bar{T}_{DR}$ dla zadań obliczeniowych o wyróżnionych priorytetach, a wartości $\bar{T}_{RM}$, $\bar{T}_{OD}$, $\bar{T}_{DZ}$ dla zadań aktualizacyjnych zgłaszanych do realizacji przez poszczególne punkty informatyczne. Wykresy tych wielkości przedstawione na rys. 4.11., 4.12., 4.13., 4.14., 4.15. pozwolą wnioskować o stopniu zaspokojenia potrzeb informacyjnych użytkowników systemu, korzystających z usług określonego punktu informatycznego,

a w połączeniu z informacją o ilości zrealizowanych zadań - rys. 4.16., prawdopodobieństwie wykonania w czasie $t < T_{DZ}$ zgłaszanych do realizacji zadań - rys. 4.17., 4.18., dostarczą danych o zachowaniu się poszczególnych punktów informatycznych. Pełny obraz funkcjonowania systemu uzyskamy sporządzając wykresy zmian współczynnika zabezpieczenia potrzeb informacyjnych w zakresie realizacji zadań obliczeniowych, odstępów czasu między kolejnymi niesprawnościami średnich czasów trwania niesprawności, sumarycznych czasów trwania niesprawności oraz prawdopodobieństw sprawnej pracy punktów informatycznych - rys. 4.19., 4.20., 4.21., 4.22., 4.23., 4.24. . Przedstawione wykresy pozwolą ocenić, które z punktów informatycznych pracują w warunkach normalnych, przeciążenia lub niedociążenia i jakie są tego rzeczywiste przyczyny. Uzyskane charakterystyki funkcjonowania punktów informatycznych w pełni odpowiadają wymaganiom spercyzowanym w pracy [96].

Wykresy zmian wartości $\bar{T}_{RM}, \bar{T}_{OD}, \bar{T}_{DR}, \bar{T}_{DZ}$ przedstawiają zasadniczą informację o sposobie i jakości funkcjonowania PZPDO ZT . Poszerzenie tej informacji o pewne charakterystyczne wielkości pozwoli nam między innymi wyciągnąć wnioski odnośnie:

- rozdziału, strumieni zadań zgłaszanych do realizacji;
- kształtowania obciążenia poszczególnych punktów informatycznych;
- określenia stanu systemu w dowolnych chwilach czasu;
- określenia efektywności systemu w przypadku uwzględnienia negatywnych zdarzeń taktyczno-technicznych;
- określenie momentu krytycznego "nasycenia PZPDO ZT";
- czasu bezwładności systemu tzn. "czasu po którym nastąpi rozładowanie w systemie obciążonym uprzednio maksymalną ilością zadań.

Otrzymane w wyniku realizacji eksperymentu symulacyjnego dane, analizowane mogą być w różnych przekrojach i z różnego punktu widzenia. Zasadnicze z uzyskanych informacji przedstawiono w syntetycznej postaci i opisano wyżej, pozostałe zawarte w tabulogramach wynikowych, będą w określonym zakresie przedmiotem naszej uwagi w toku precyzowania wniosków.

Jednym z ważniejszych problemów występujących przy badaniu systemów w oparciu o ich modele, jest ocena adekwatności tych modeli. Ocena adekwatności modeli rozpatrywana jest jako integralny etap badania systemów. Problem oceny adekwatności modeli badanych systemów nastręcza ich autorom wiele trudności i bardzo często pomijany jest przy ocenie wyników badań systemu [82].

Adekwatność modelu rozumiana jest jako zgodność opisu procesów fizycznych zachodzących w badanym systemie, z ich rzeczywistym przebiegiem w sensie przyjętego kryterium, które zależy od stopnia szczegółowości opisu zjawisk badanego systemu. Adekwatność modeli symulacyjnych uwarunkowana jest [40] :

- znajomością badanego systemu i realizowanych w nim procesów;
- możliwością dokładnego opisu funkcjonowania systemu;
- możliwościami komputera /pojemność pamięci, szybkość wykonywania operacji/.

Problem adekwatności modelu jest ważny z tego względu, że charakterystyki funkcjonowania systemu będą zgodne z rzeczywistymi tylko w przypadku spełnienia adekwatności modelu. Wyróżniamy dwa zasadnicze sposoby sprawdzania adekwatności modelu. Pierwszy z nich polega na sprawdzeniu zgodności modelu z samym systemem. Z reguły odbywa się to przez porównanie wyników eksperymentów na badynm systemie rzeczwistym z wynikami ekspe-

---

40/ KOŁODZIŃSKI E., SUSKIEWICZ M. : Ocena poprawności wyników symulacji, WPOiI 4/74.

rymentów na modelu systemu. Jeżeli wyniki będą zgodne w sensie przyjętego kryterium, to możemy uznać, że model właściwie odzwierciedla badany system. Oczywiście taka weryfikacja adekwatności jest możliwa tylko wówczas, kiedy istnieje system rzeczywisty i możemy przeprowadzić obserwację jego działania.

Inaczej przedstawia się sytuacja w przypadku, kiedy system nie istnieje, lub jest w fazie projektowania, tak jak to ma miejsce w PZPDO ZT. W tych przypadkach weryfikacja adekwatności modelu realizowana jest metodą "prób i błędów" [75], [113]. Metoda ta, jakkolwiek bardzo czasochłonna jest z powodzeniem stosowana w badaniach symulacyjnych. Ocena adekwatności modelu symulacji procesów informacyjnych i taktyczno-technicznych realizowanych w PZPDO ZT przeprowadzona była w oparciu o informacje pośrednie, zbierane w wyniku realizacji eksperymentów symulacyjnych, które umożliwiły ocenę poprawności odwzorowania procesów realizowanych w całym systemie, jak i w jego częściach składowych /podsystemach/. Po wielu eksperymentach model uznano za adekwatny, ponieważ poprawnie wyznaczał historię stanów. W ocenie adekwatności modeli wyróżnić można dwa etapy realizacji: [41]

- ocenę poprawności wyznaczania historii stanów modelu symulacyjnego /ocena jakościowa/;
- ocena ilościowa /zgodność wielkości uzyskanych z symulacji z wynikami na systemie rzeczywistym/.

Charakter PZPDO ZT wskazuje na jakościową ocenę adekwatności modelu symulacyjnego.

Badania symulacyjne PZPDO ZT wykonano dla dwóch wariantów danych wejściowych. W wariancie pierwszym, podstawowym dla którego sporządzono przedstawione w pracy wykresy, przyjęto,że

---

41/ KOŁODZIŃSKI E., PIETKIEWICZ W. : Adekwatność modeli symulacyjnych, Materiały na konferencję nt. "Zastosowanie symulacji na emc do badania systemów łączności, WAT 1976 r.

minimalne obciążenie systemu zadaniami przypada na okres zmian SD dywizji /centrum informatyczne nie funkcjonuje/. Dla wariantu drugiego założono, że zmiana SD dywizji przypada na okres maksymalnego obciążenia zadaniami. Uzyskane wyniki badań symulacyjnych /załącznik nr 6/ pozwalają na sprecyzowanie następujących wniosków :

- PZPDO ZT zabezpieczy globalne potrzeby informacyjne użytkowników systemu w zakresie realizacji zadań obliczeniowych o wyróżnionych wartościach priorytetów, na następujących poziomach:

/wariant nr 1/

- 100 % dla zadań obliczeniowych o PR = 1 ;
- 100 % " " " o PR = 2 ;
- 95 % " " " o PR = 3 ;
- 87 % " " " o PR = 4 ;

przy prawdopodobieństwie realizacji zgłaszanych do wykonania przez system liczący zadań ($\bar{z} \in \bar{Z}$) ~0,87 , co zapewnia (3 ÷ 5) krotne skrócenie czasu realizacji zadań wykonywanych przez organy dowodzenia ($\bar{z} \in Z$) pracujące w warunkach skrajnie ograniczonego czasu ;

/wariant nr 2/

- 72 % dla zadań obliczeniowych o PR = 1 ;
- 80 % " " " o PR = 2 ;
- 85 % " " " o PR = 3 ;
- 78 % " " " o PR = 4 ;

przy prawdopodobieństwie realizacji zgłaszanych do wykonania przez system liczący zadań ($\bar{z} \in \bar{Z}$) ~ 0,70, co zapewnia (2÷3) krotne skrócenie czasu realizacji zadań wykonywanych przez organy dowodzenia ($z \in Z$) pracujące w warunkach skrajnie ograniczonego czasu;

- PZPDO ZT w auktualnej wersji projektowej posiada wyłącznie charakter eksperymentalno-użytkowy;
- brak pełnego zabezpieczenia potrzeb informacyjnych użytkowników PZPDO ZT związany jest nie tyle z przebiegiem procesów informacyjnych co ze sposobem funkcjonowania punktów informatycznych /brak mobilności CI uniemożliwia pracę w ruchu/;
- pełniejsze zabezpieczenie potrzeb informacyjnych użytkowników PZPDO ZT możliwe będzie po wyposażeniu systemu w mobilne i niezawodne środki informatyki;
- PZPDO ZT przy jego płenej mobilności jest w stanie obsłużyć zgłoszenia o intensywności $\lambda = 0{,}4$ (ilość zgłoszeń/min.), /około 600 zadań w ciągu doby/ przy zabezpieczeniu potrzeb informacyjnych użytkowników systemu na poziomie $\sim 90\ \%$. Wskazuje to, że istnieje możliwość rozszerzenia zakresu usług /rozbudowy tematycznej zadań użytkowych/ świadczonych przez system liczący na rzecz użytkowników;
- polepszenie jakości funkcjonowania PZPDO ZT dla przyjętego statycznego regulaminu obsługi zgłoszeń (RPW/RPB) uzyskać można na drodze zwiększenia dyscypliny priorytetowania zadań zgłaszanych do realizacji;
  - najwyższy priorytet przypisywać zadaniom o najkrótszym czasie trwania;
- przyjęty regulamin obsługi zgłaszanych do realizacji zadań nie spełni swoich wymagań w docelowej wersji PZSD ZT /$(2 \div 3)$ krotny wzrost obciążenia systemu zadaniami/ z powodu małej odporności na przeciążenia, co wyraża się znacznym wydłużeniem czasu oczekiwania odpowiedzi dla zadań o niższych priorytetach;
- zmniejszenie wariancji czasów realizacji dla zadań obliczeniowych, a przede wszystkim dla zadań aktualizacyjnych

uzyskać można poprzez maksymalne zmniejszenie różnic w czasach realizacji wymienionych rodzajów zadań ;

- znaczna wariancja czasów oczekiwania i odpowiedzi dla zadań obliczeniowych i aktualizacyjnych spowodowana jest niesprawnością centrum informatycznego, uwarunkowaną w zasadniczym stopniu brakiem mobilności, a dla zadań aktualizacyjnych również tym, że 71 % zadań zgłaszanych jest do realizacji przez 40 % ogólnej ilości punktów informatycznych. Przy pełnej mobilności PZPDO ZT wariancja czasów oczekiwania i odpowiedzi uległa odpowiednio zmniejszeniu :

zadania obliczeniowe

- czas oczekiwania
- czas odpowiedzi

} - 4 krotnie;

zadania aktualizacyjne

- czas oczekiwania - 2o krotnie ;
- czas odpowiedzi - 7 krotnie ;

- zbyt długi czas realizacji zadań aktualizacyjnych w porównaniu z czasem realizacji zadań obliczeniowych spowodowany jest zbyt długim czasem formowania informacji wejściowej - T_{for} ;
- znaczna wariancja czasów realizacji dla zadań aktualizacyjnych spowodowana jest zbyt dużymi różnicami w czasach realizacji tych zadań / znaczne różnice w zakresie ilości informacji wejściowej przeznaczonej do aktualizacji/;
- w celu polepszenia jakości funkcjonowania systemu należy wypracować regułę cyklicznej realizacji zadań aktualizacyjnych o zbliżonym zakresie ilości informacji wejściowej przeznaczonej do aktualizacji /czasie formowania - T_{for}/;

- dwukrotne zwiększenie ilości niesprawności punktów informatycznych w stosunku do wariantów obliczeń nr 1 i 2, przy założeniu pełnej mobilności systemu pozwoliło uzyskać wyniki wskazujące, że PZPDO ZT zabezpieczy potrzeby informacyjne użytkowników na poziomie ~70 % przy prawdopodobieństwie realizacji zadań ~ 0,8 , co zapewnia (2 ÷ 3) krotne skrócenie czasu realizacji zadań wykonywanych przez organy dowodzenia;
- w docelowej wersji PZPDO ZT polepszenie efektywności jego funkcjonowania uzyskać będzie można poprzez :

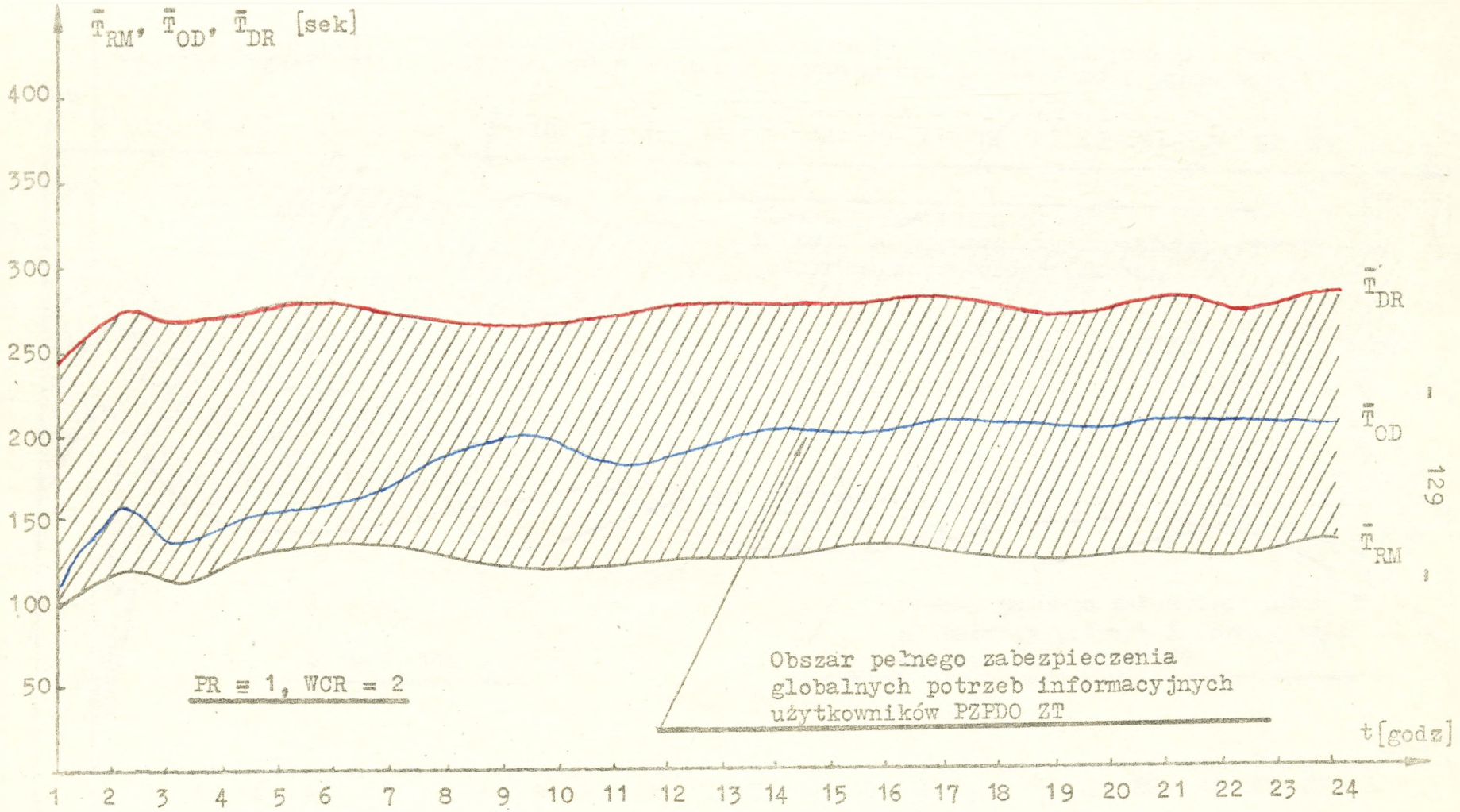
  a/ uruchomienie pozostałych podsystemów PZSD ZT, co zapewni częściowe odciążenie PZPDO ZT od wykonywanych zadań i stworzy możliwość wykorzystania emc innych podsystemów w przypadku awarii centrum informatycznego ;

  b/ automatyzację procesów przesyłania i utajniania informacji, co znacznie skróci czas jej pełnego obiegu;

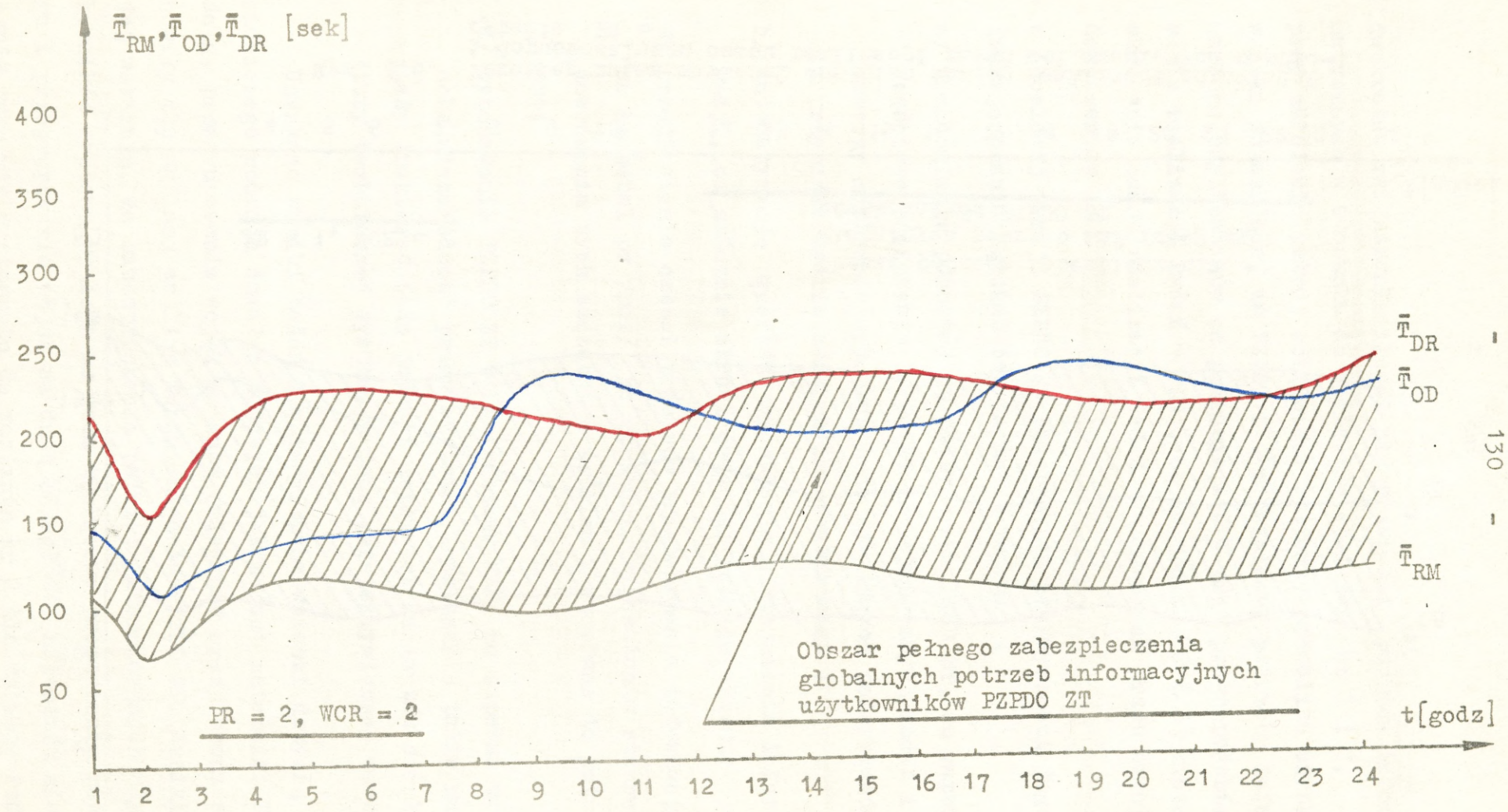
  c/ przeniesienie części procesów przetwarzania informacji na szczebel pz /pcz/, po uprzednim wyposażeniu stanowisk dowodzenia tych szczebli w mobilne i stosowne do potrzeb emc;

  d/ wyposażenie PZPDO ZT w dwa zestawy WMD, co zapewni wysoką niezawodność pracy systemu /rozwiązanie takie należy traktować jako jeden z możliwych wariantów struktury technicznej systemu w jego perspektywicznej wersji/;

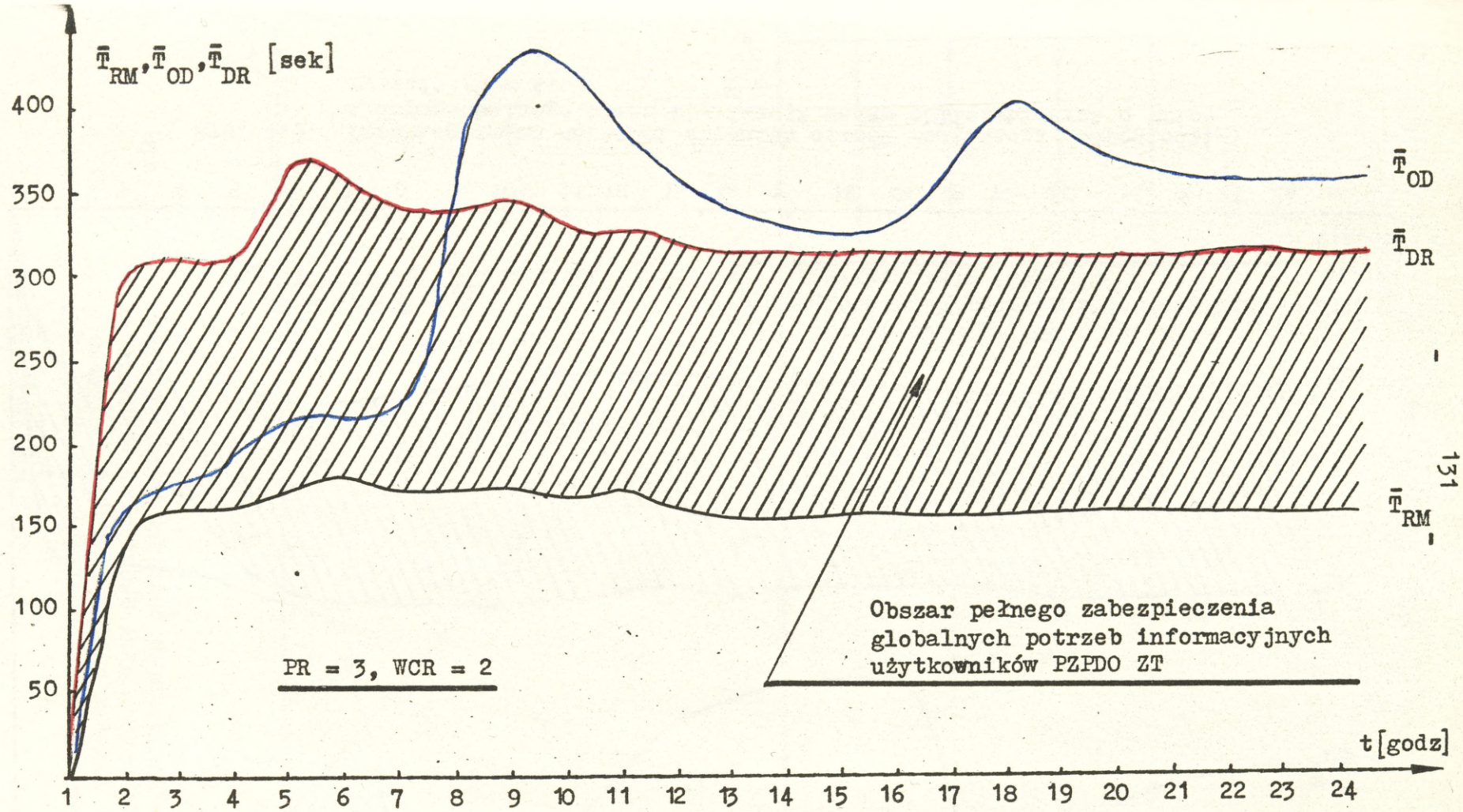
Uzyskane wyniki badań i sprecyzowane wnioski dotyczą zasadniczego rodzaju działań bojowych jakim jest natarcie. Pościg, przegrupowanie wojsk na dużą odległość oraz obrona stanowiły tło ogólnej analizy funkcjonowania PZPDO ZT. Wyniki jej wskazują, że zabezpieczenie potrzeb informacyjnych użytkowników systemu zmaleje do zera w okresie prowadzenia pościgu i przegrupowania wojsk na dużą odległość, natomiast nieznacznie wzrośnie w stosunku do wariantu nr 2 dla takiego rodzaju działań jakim jest obrona.



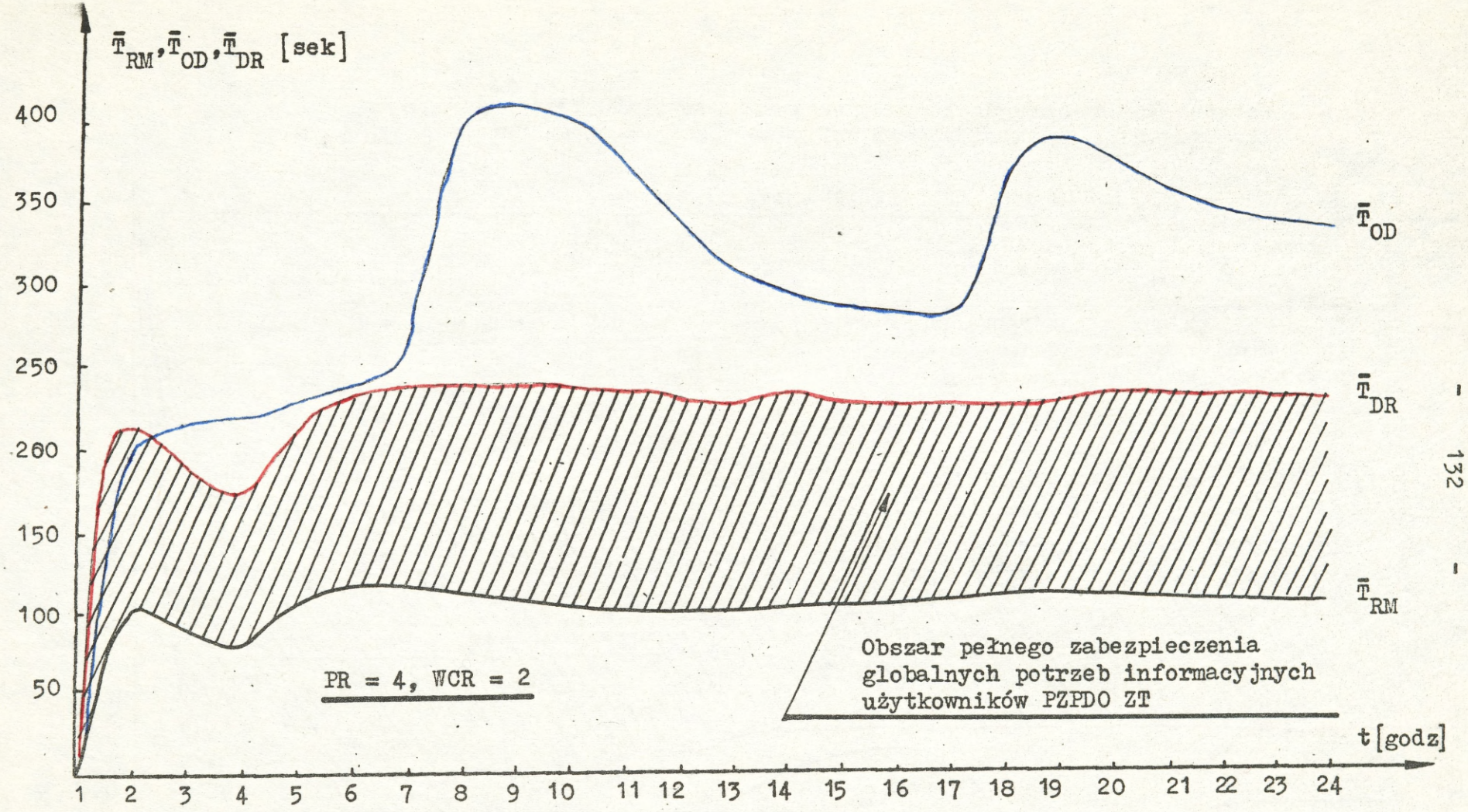
Rys. 4.6. Przebieg zmian wartości średnich czasów realizacji odpowiedzi i dopuszczalnego czasu realizacji zadań obliczeniowych o priorytecie PR = 1 .



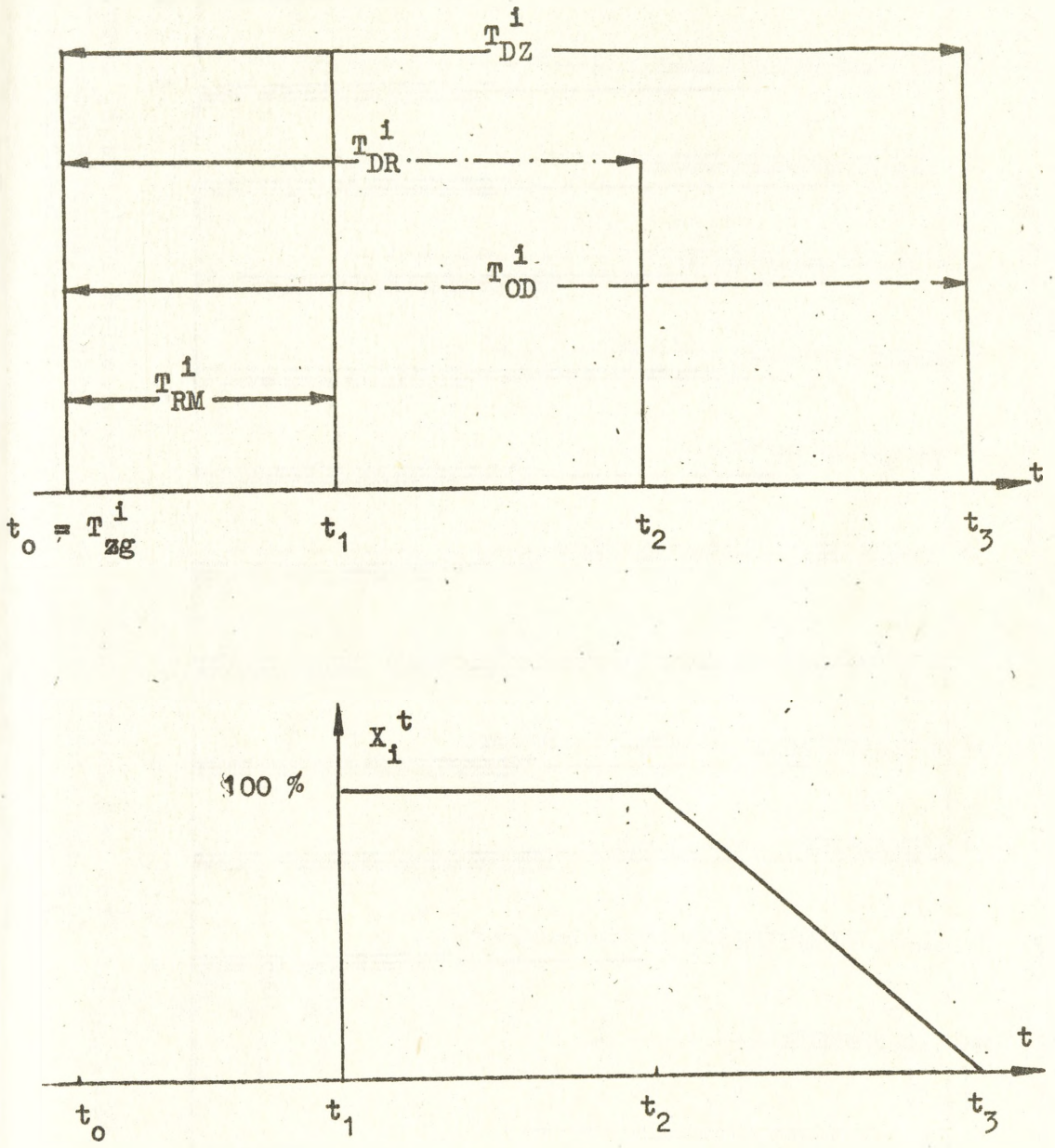
Rys. 4.7. Przebieg zmian wartości średnich czasów realizacji odpowiedzi i dopuszczalnego czasu realizacji zadań obliczeniowych o priorytecie PR = 2.



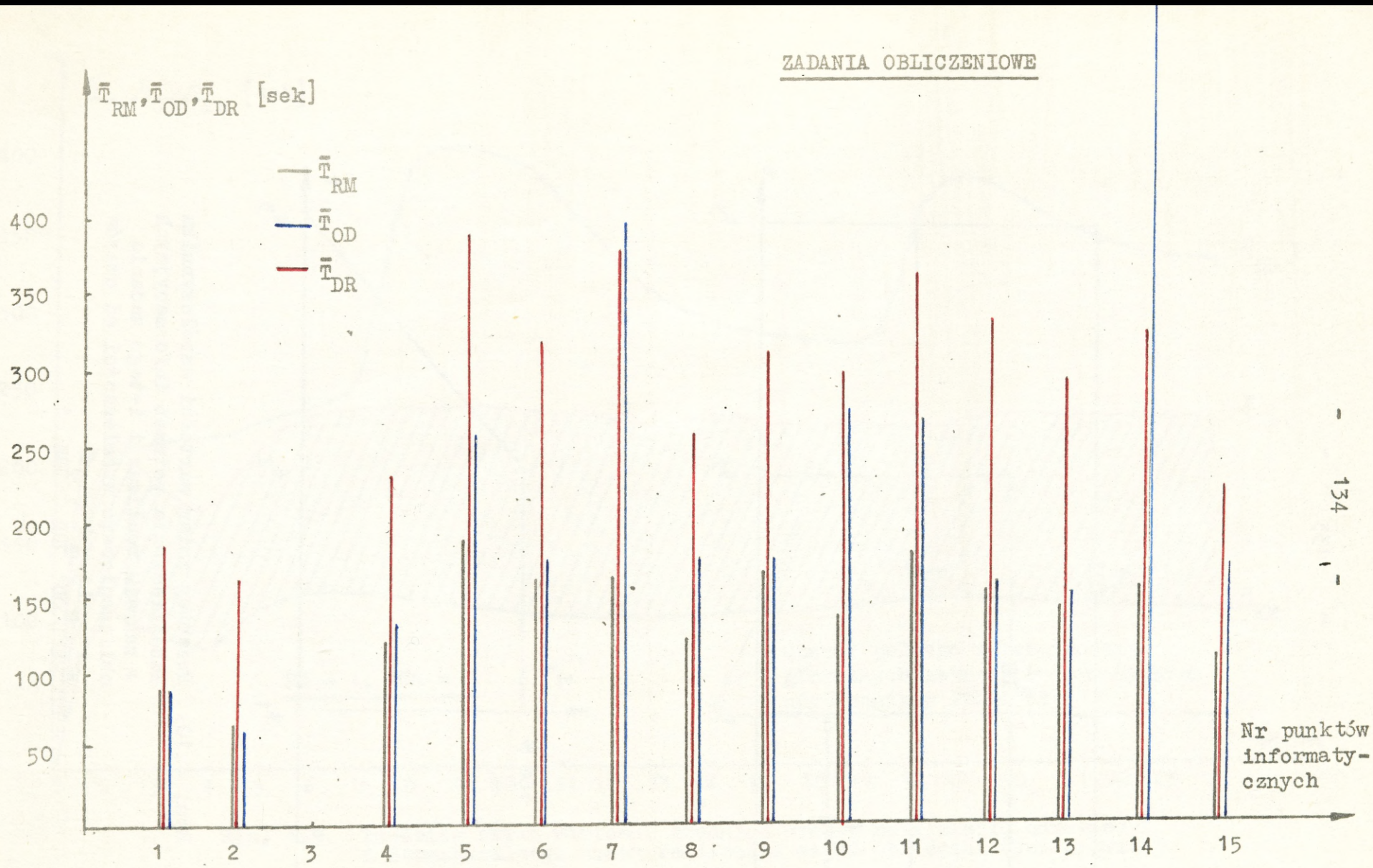
Rys. 4.8. Przebieg zmian wartości średnich czasów realizacji odpowiedzi i dopuszczalnego czasu realizacji zadań obliczeniowych o priorytecie PR = 3.



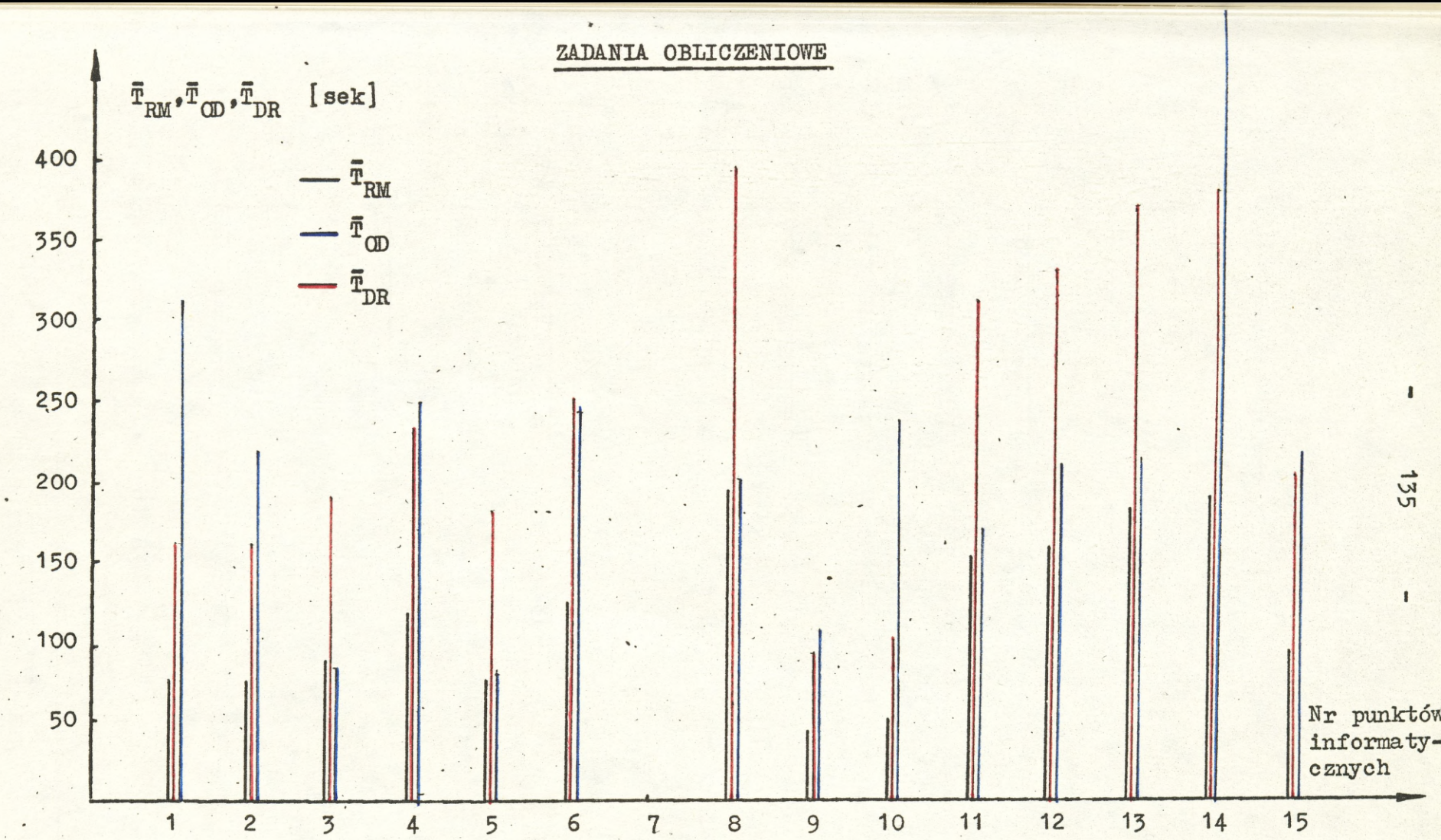
Rys. 4.9. Przebieg zmian wartości średnich czasów realizacji, odpowiedzi i dopuszczalnego czasu realizacji zadań obliczeniowych o priorytecie PR = 4.



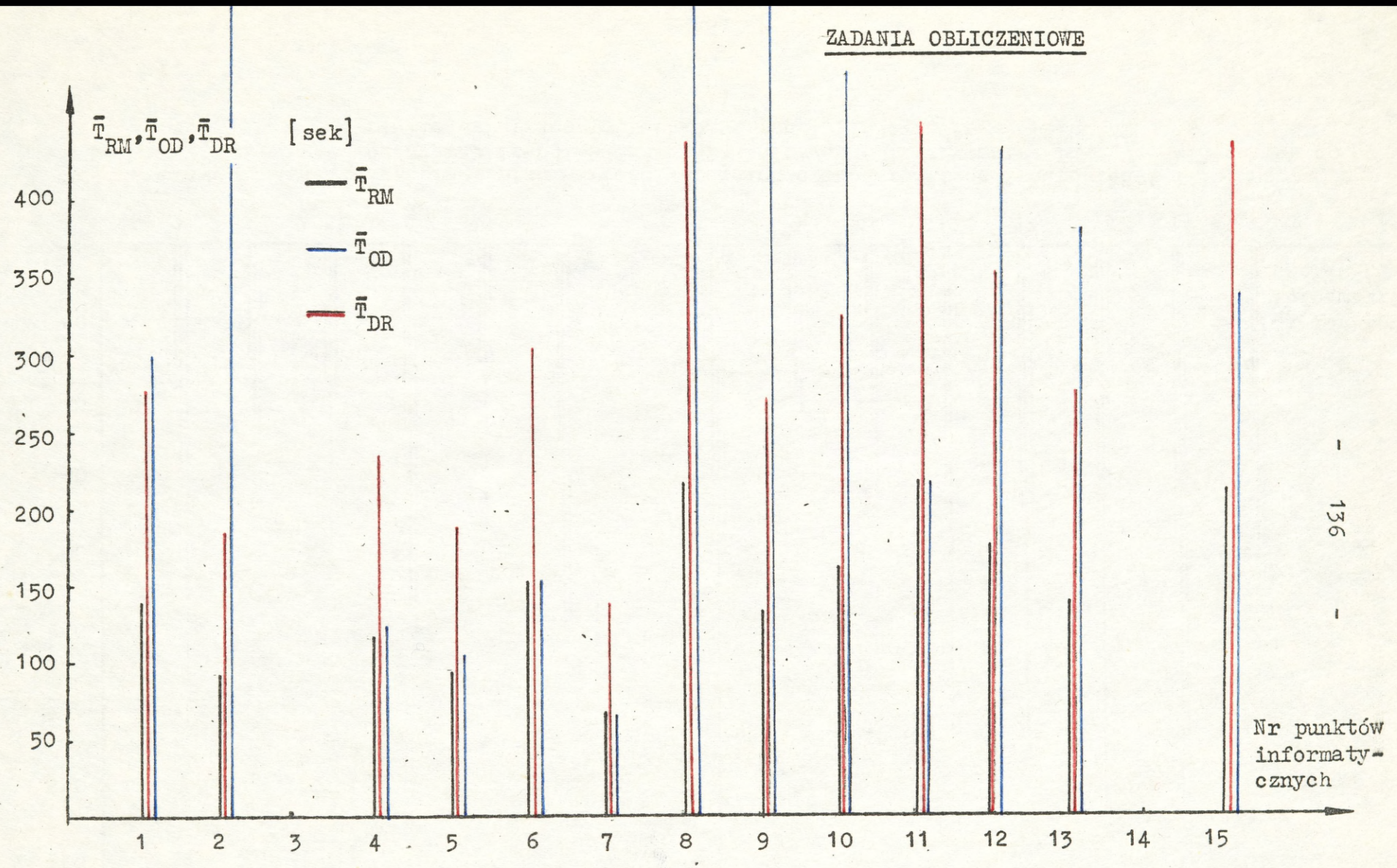
Rys. 4.10. Przebieg zmian wartości współczynnika zabezpieczenia potrzeb informacyjnych w zakresie realizacji i-tego zadania obliczeniowego w zależności od czasów T^i_{RM}, T^i_{OD}, T^i_{DR} i T^i_{DZ} .



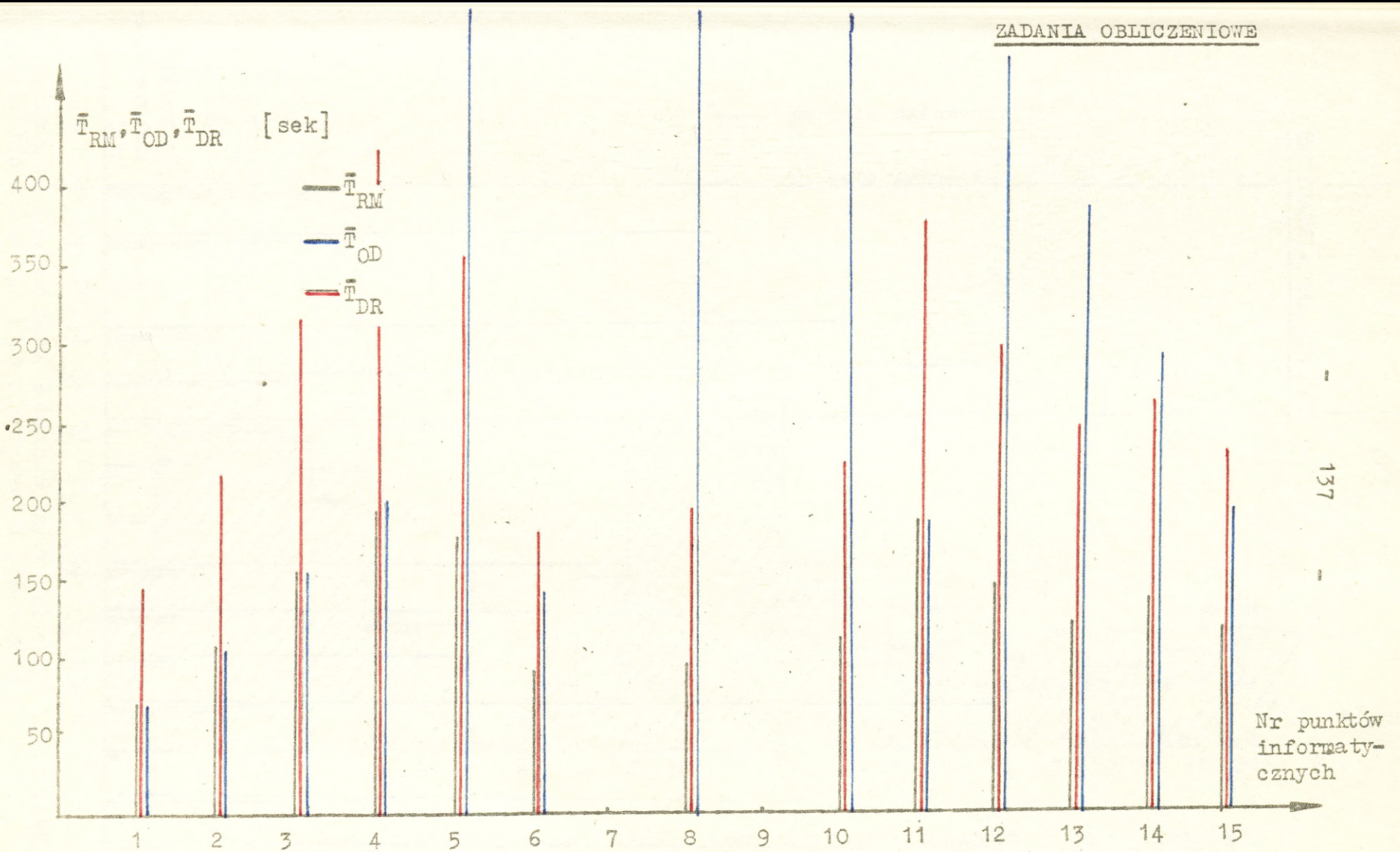
Rys. 4.11. Przebieg zmian wartości średnich czasów realizacji, odpowiedzi i dopuszczalnego czasu realizacji zadań obliczeniowych o priorytecie PR = 1 zgłaszanych do realizacji przez poszczególne punkty informatyczne PZPDO ZT



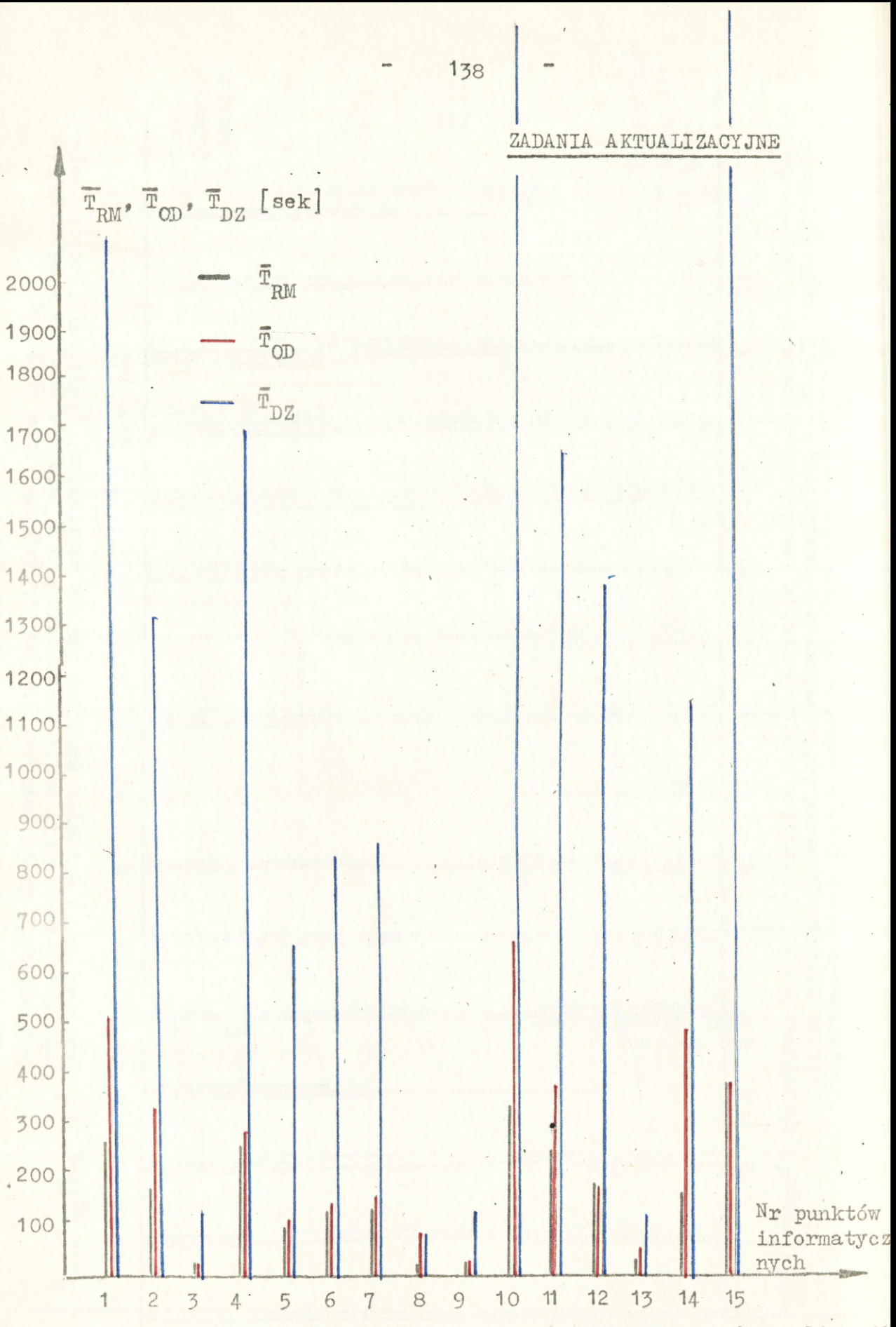
Rys. 4.12. Przebieg zmian wartości średnich czasów realizacji, odpowiedzi i dopuszczalnego czasu realizacji zadań obliczeniowych o priorytecie PR = 2 zgłaszanych do realizacji przez poszczególne punkty informatyczne PZPDO ZT



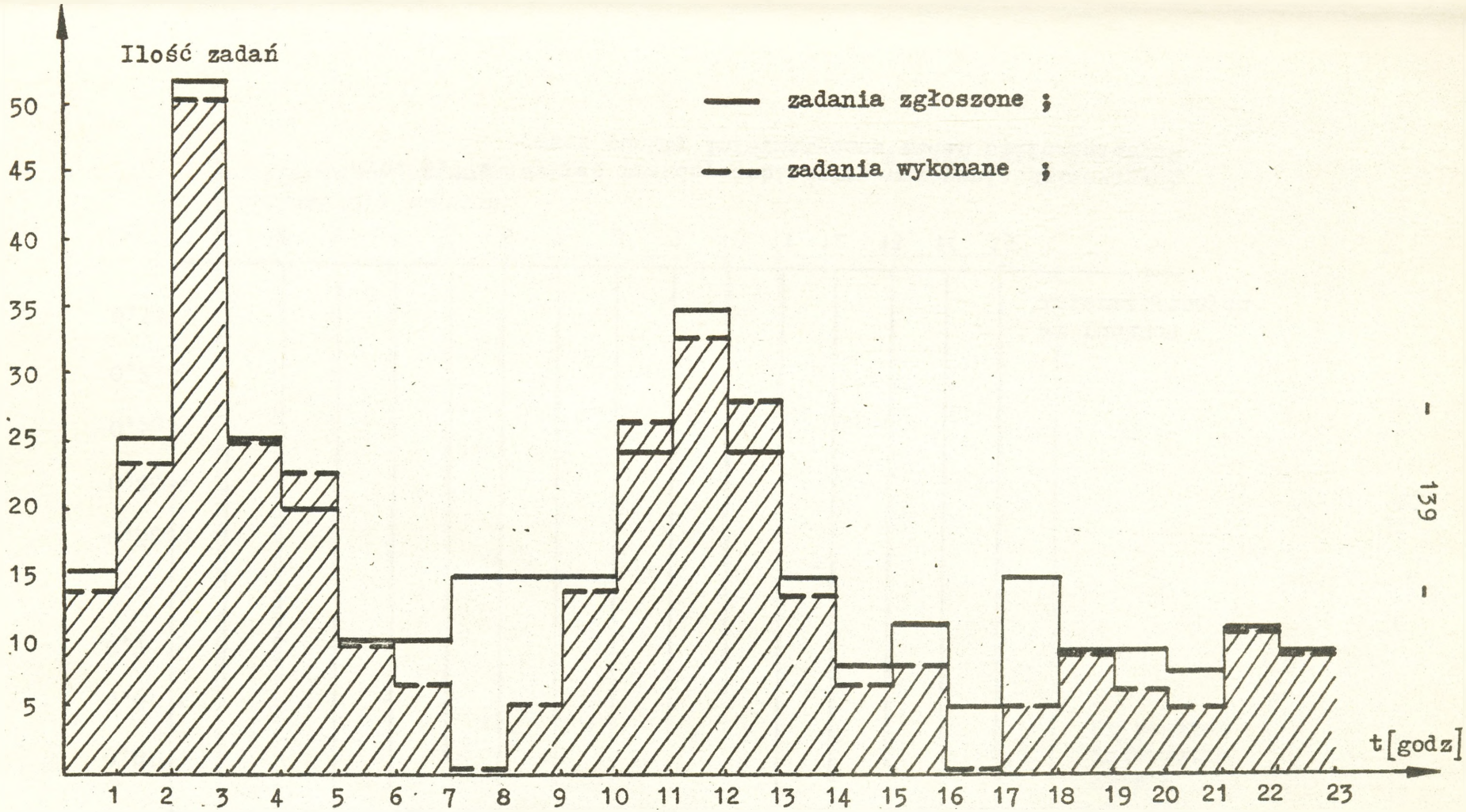
Rys. 4.13. Przebieg zmian wartości średnich czasów realizacji, odpowiedzi i dopuszczalnego czasu realizacji zadań obliczrniowych o priorytecie PR = 3 zgłaszanych do realizacji przez poszczególne punkty informatyczne PZPDO ZT



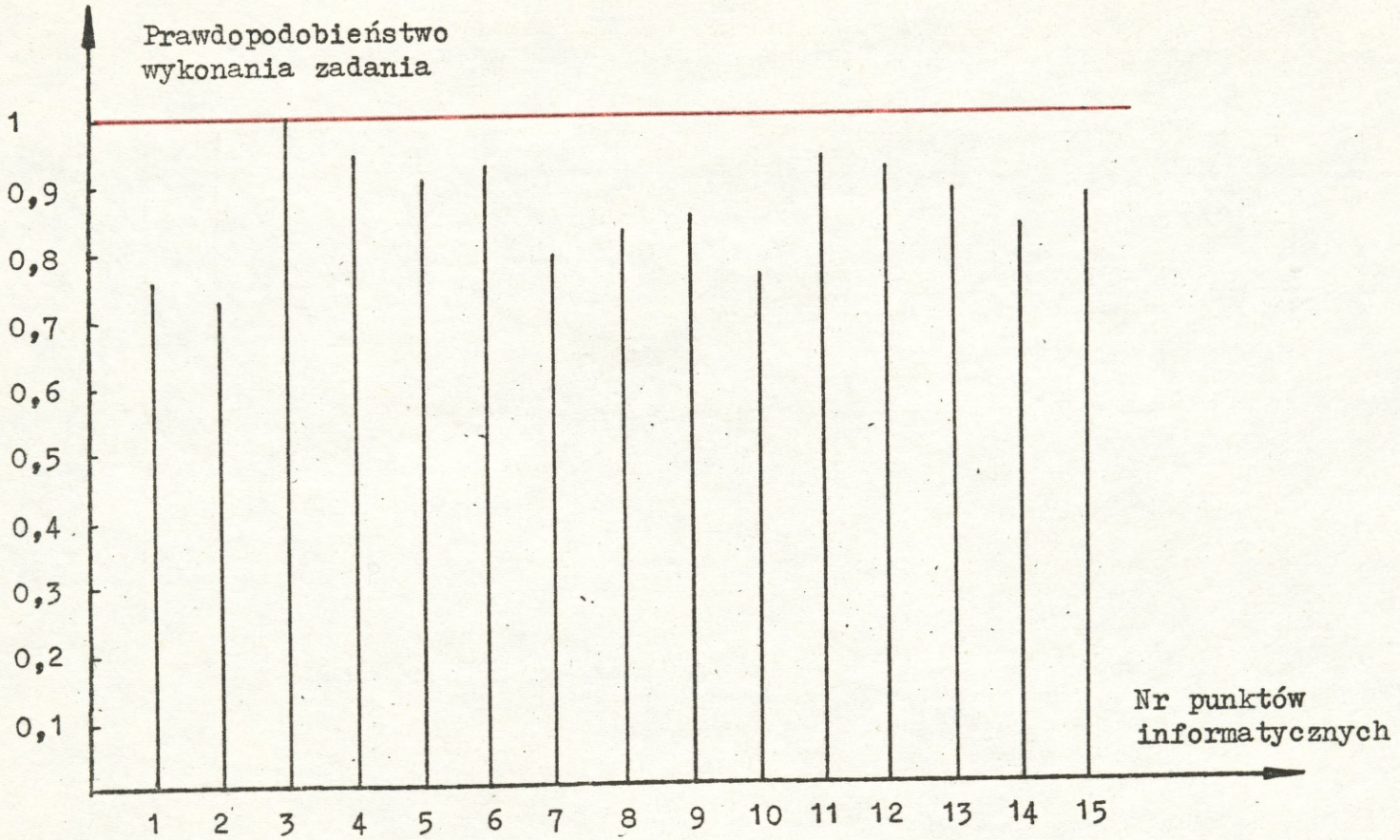
Rys. 4.14. Przebieg zmian wartości średnich czasów realizacji, odpowiedzi i dopuszczalnego czasu realizacji zadań obliczeniowych o priorytecie PR = 4 zgłaszanych do realizacji przez poszczególne punkty informatyczne PZPDO ZT



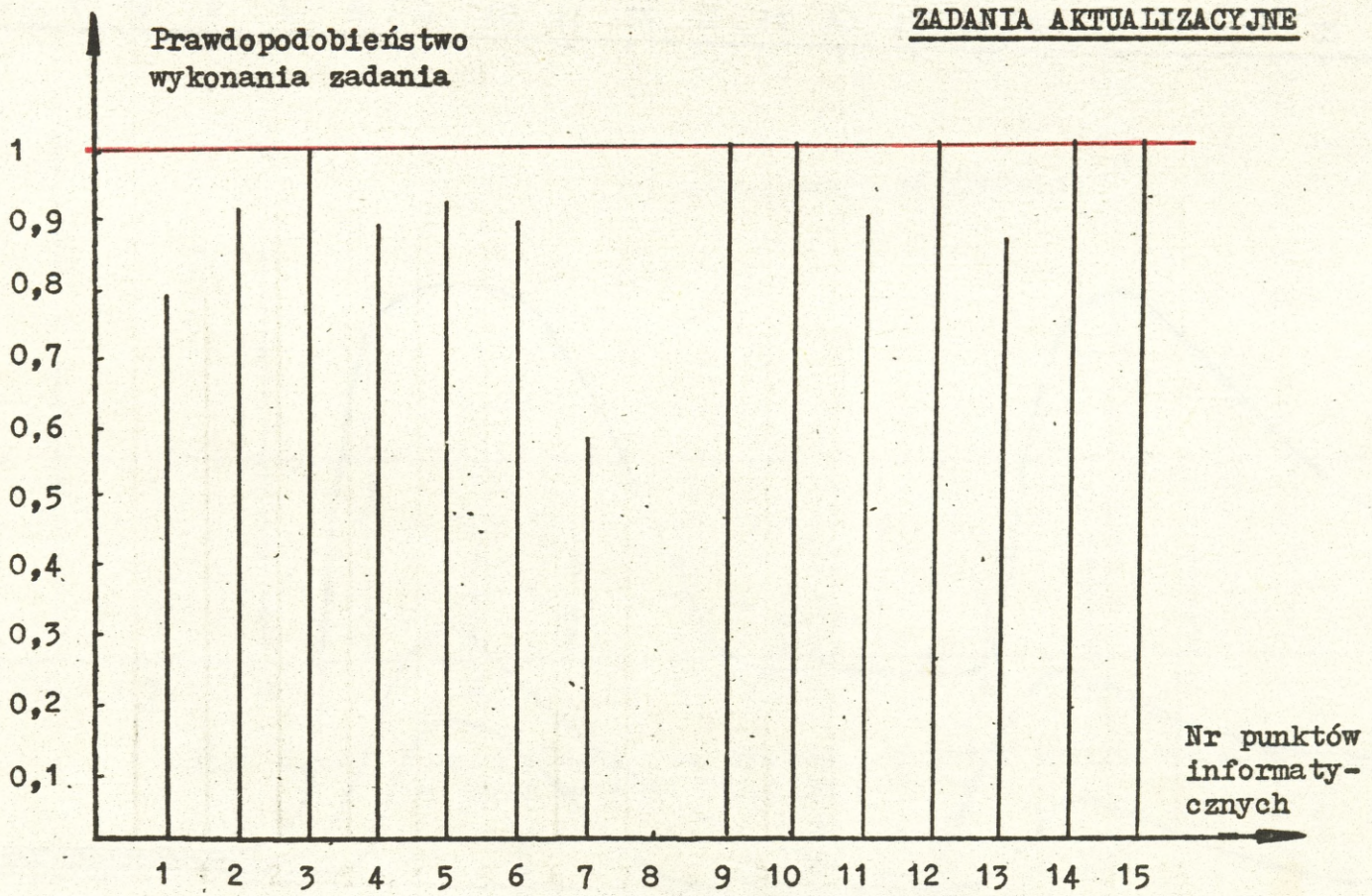
Rys. 4.15. Przebieg zmian wartości średnich czasów realizacji odpowiedzi i dezaktualizacji dla zadań aktualizacyjnych zgłaszanych do realizacji przez poszczególne punkty informatyczne PZPDO ZT



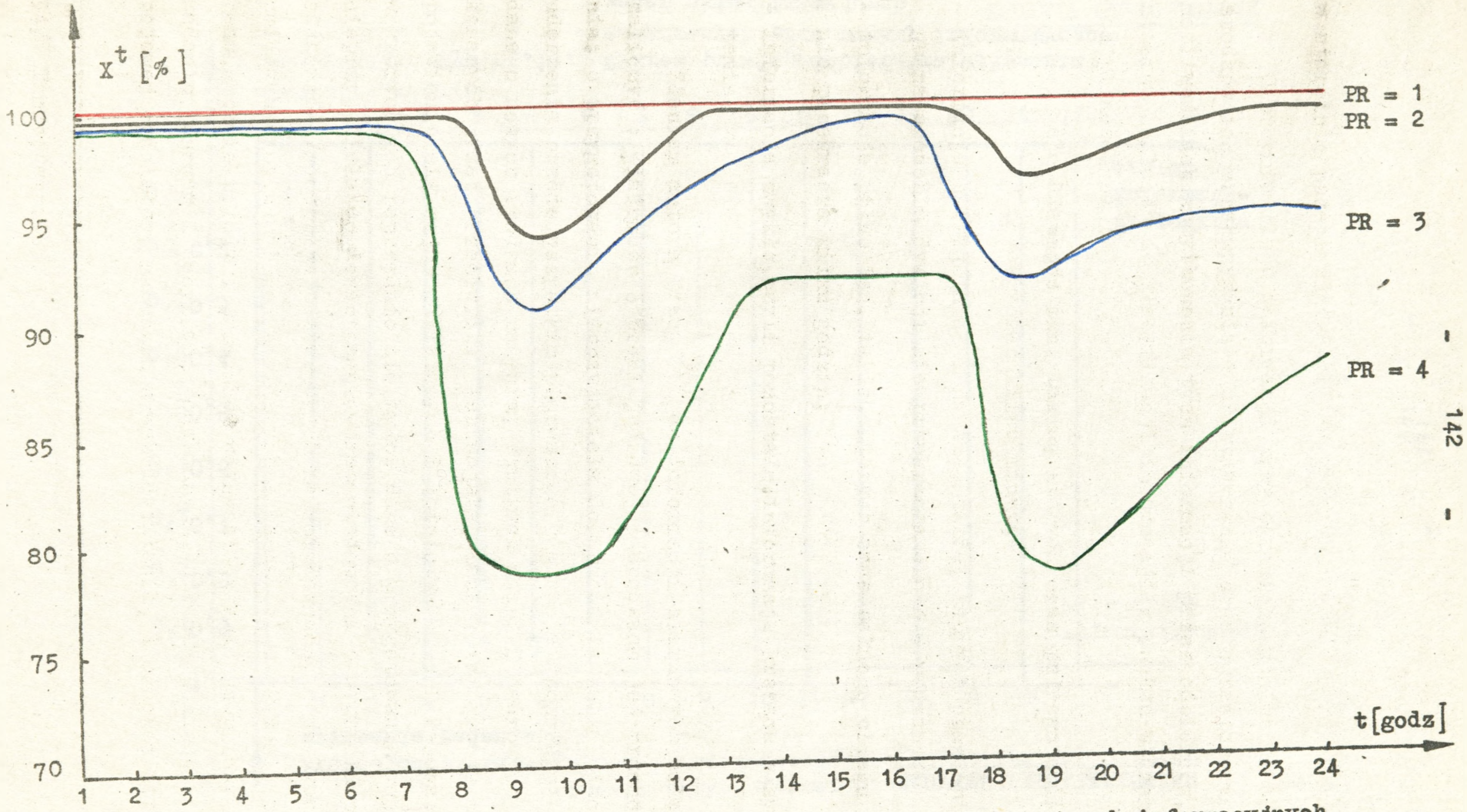
Rys. 4.16. Histogram ilości zgłoszonych i wykonanych zadań w okresie badania PZPDO ZT



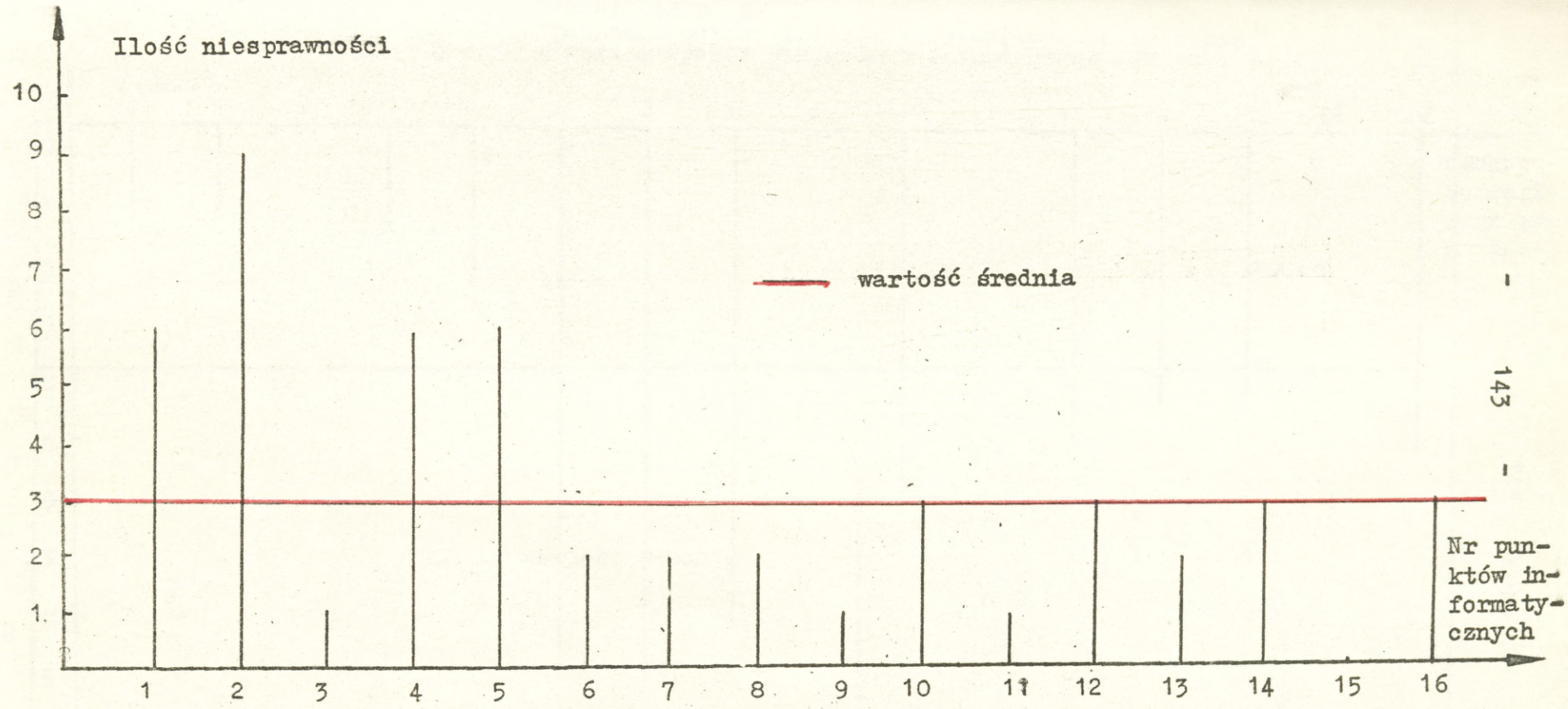
Rys. 4.17. Wykres prawdopodobieństwa wykonania zgłaszanych przez punkty informatyczne zadań obliczeniowych



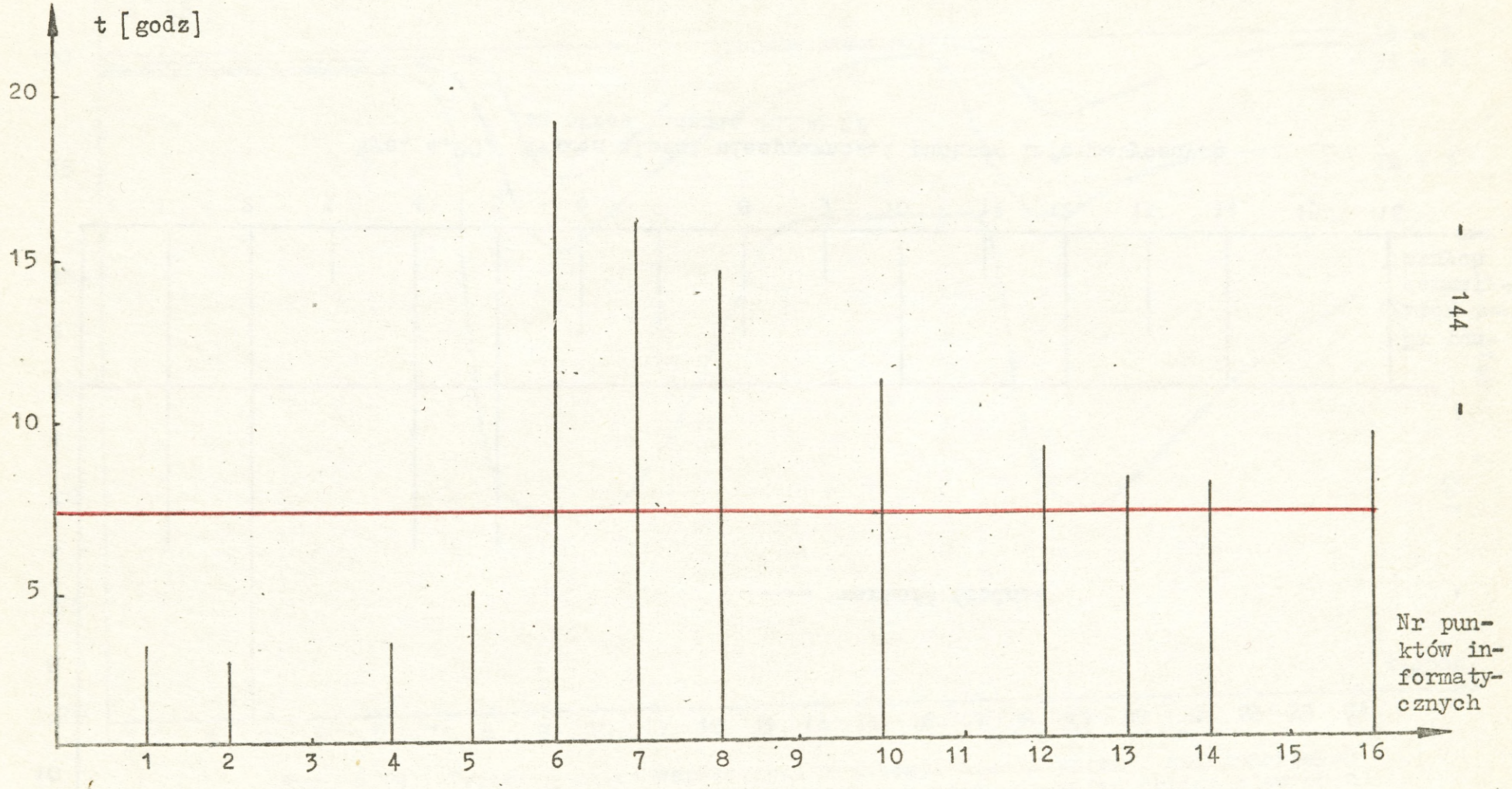
Rys. 4.18. Wykres prawdopodobieństwa wykonania zgłaszanych prze punkty informatyczne zadań aktualizacyjnych



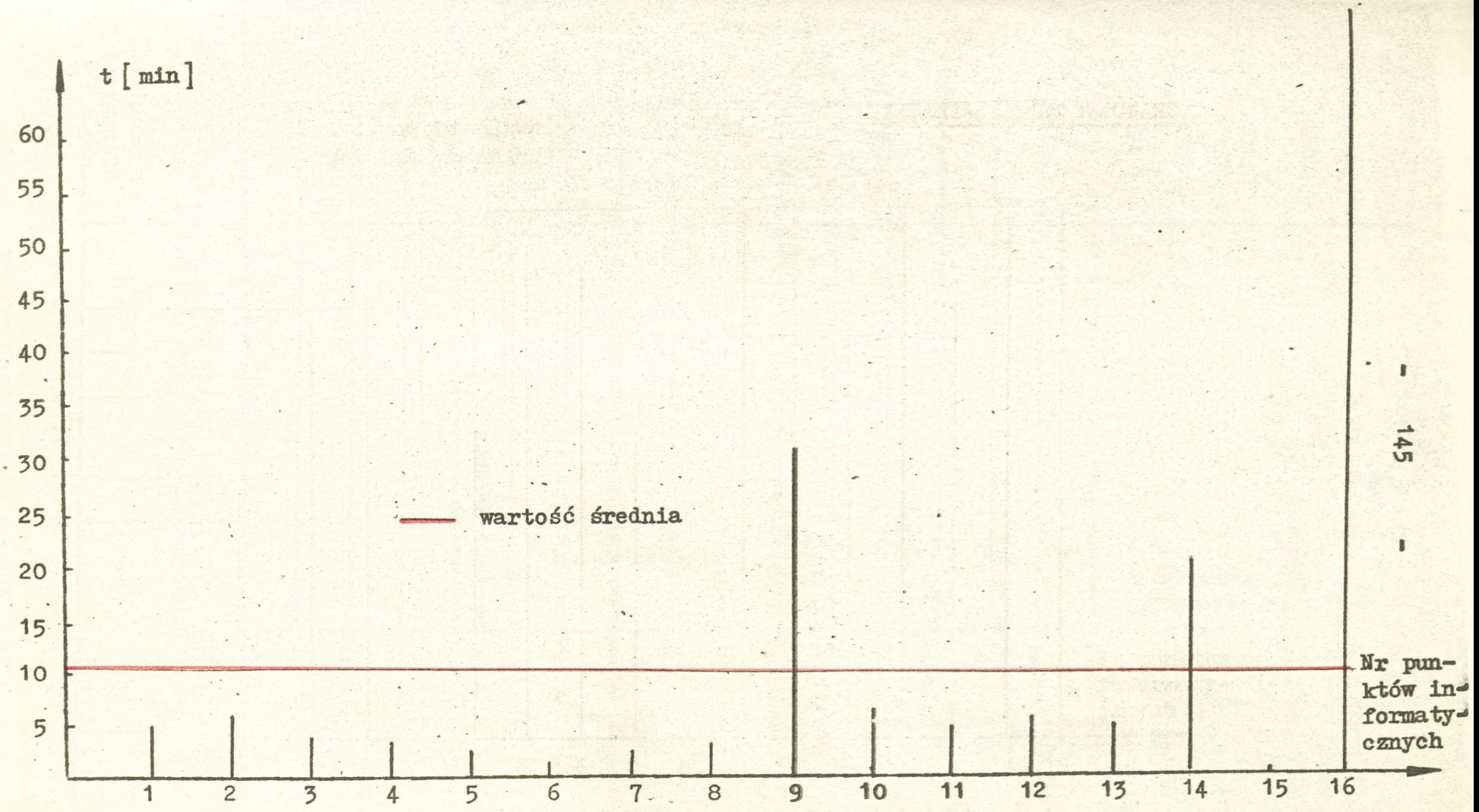
Rys. 4.19. Przebieg zmian współczynnika zabezpieczenia potrzeb informacyjnych użytkowników PZPDO ZT w zakresie realizacji zadań obliczeniowych o wyróżnionych priorytetach.



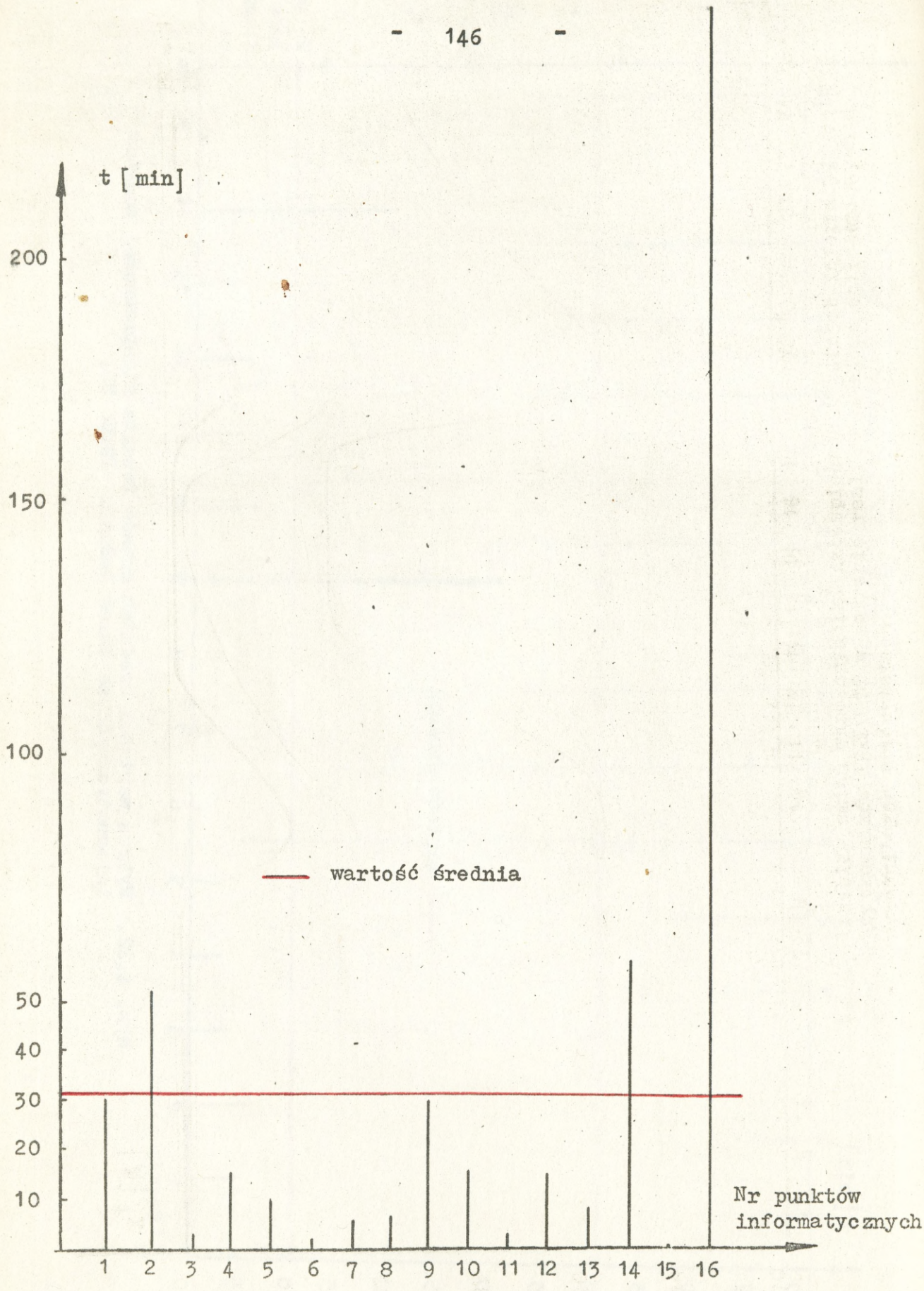
Rys. 4.20. Wykres ilości niesprawności punktów informatycznych za okres badania PZPDO ZT



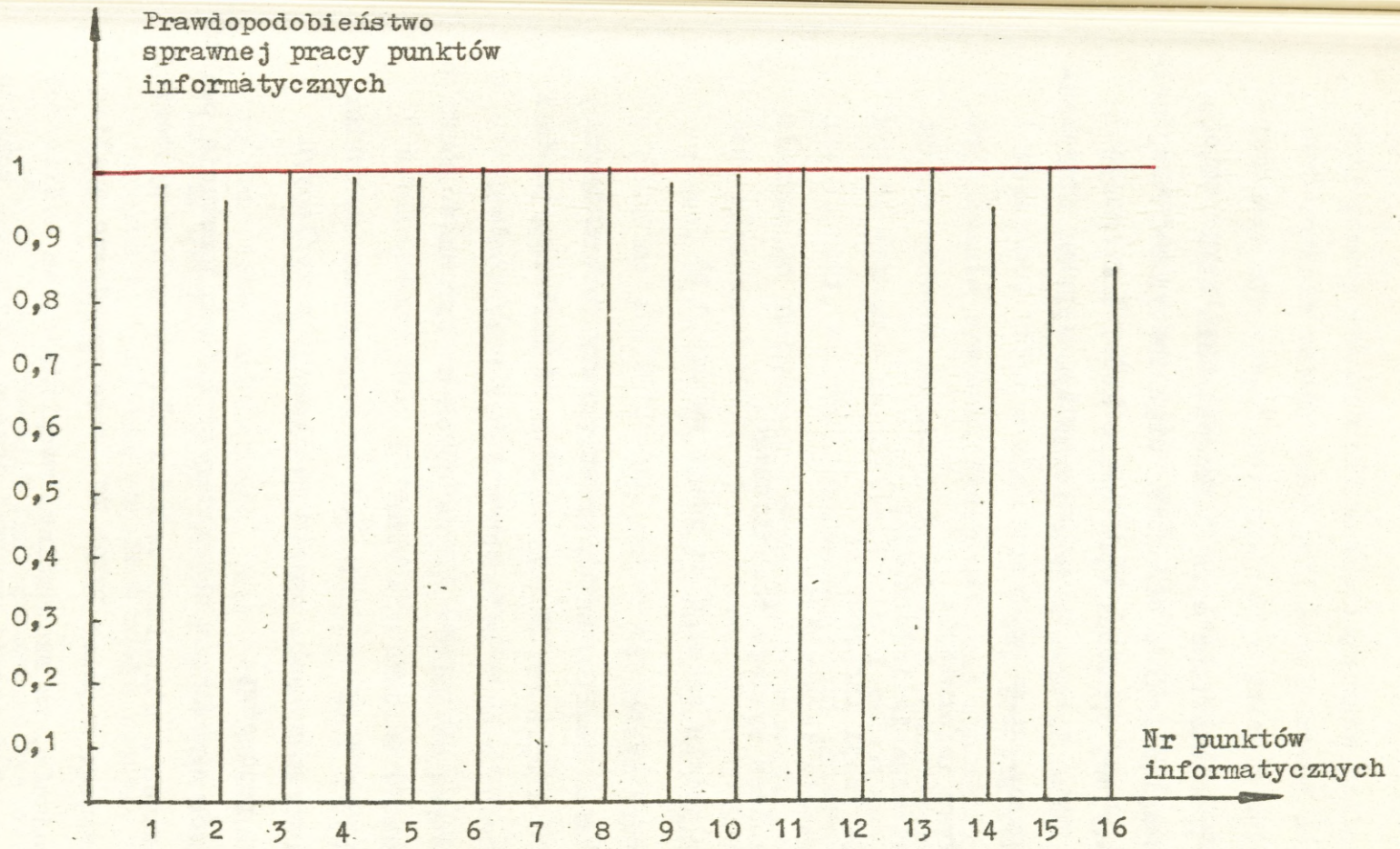
Rys. 4.21. Wykres wartości średnich odstępów czasu pomiędzy niesprawnościami punktów informatycznych za okres badania PZPDO ZT



Rys. 4.22. Wykres wartości średnich czasów trwania niesprawności punktów informatycznych za okres badania PZPDO ZT.



Rys. 4.23. Wykres sumarycznych czasów trwania niesprawności punktów informatycznych za okres badania PZPDO ZT.



Rys. 2.24. Wykres prawdopodobieństwa sprawnej pracy punktów informatycznych za okres badania PZPDO ZT

V. WNIOSKI

W pracy przedstawiono opis funkcjonowania PZPDO ZT, ze szczególnym uwzględnieniem struktury organizacyjno-funkcjonalnej i informacyjnej systemu. Opracowano model informacyjno-funkcjonalny PZPDO ZT wraz z jego formalnym opisem, który odwzorowuje takie procesy jak :

- proces dopływu informacji;
- proces przetwarzania informacji;
- proces dystrybucji informacji;
- proces starzenia informacji;
- proces uszkodzeń systemu technicznego.

W opracowanym modelu szczególną uwagę zwrócono na :

- opis struktury systemu;
- specyfikę zadań realizowanych przez punkty informatyczne;
- odwzorowanie i opis wyróżnionych zdarzeń informacyjnych i taktyczno-technicznych mających miejsce w systemie;
- charakterystykę czynników wpływających na sprawność funkcjonowania punktów informatycznych;
- interpretację i opis wyróżnionych ze względu na charakter procesów informacyjnych, czasów realizacji określonych czynności i procesów;
- opis i sposób określania charakterystyk funkcjonowania punktów informatycznych i strumieni zadań realizowanych w systemie.

Dla opisanego w pracy PZPDO ZT, przeprowadzono analizę metod jego badania, ze szczególnym uwzględnieniem możliwości wykorzystania metod teorii masowej obsługi. Wykazano ponadto, że ze względu na złożony charakter PZPDO ZT, brak aktualnie możliwości przeprowadzenia badań na rzeczywistym systemie, jak również niemożliwość efektywnego przeprowadzenia badań systemu

przy pomocy znanych metod analitycznych, celowym okazało się zastosowanie metody symulacji komputerowej do badania prezentowanego systemu. Wiele miejsca w pracy poświęcono na opis istoty symulacji komputerowej jako metody badania systemów i korzyści oraz niektórych trudności wynikających z jej zastosowania. Traktując PZPDO ZT jako system wielodostępny, dokonano opisu możliwych wskaźników oceny jego funkcjonowania i wskazano, które z nich przyjęte za podstawowe do oceny funkcjonowania systemu. Przeprowadzono charakterystykę wybranych priorytetowych regulaminów obsługi zgłaszanych do realizacji zadań. Wskazano na niektóre wady i zalety opisanych regulaminów obsługi. Dokonano charakterystyki przyjętego dla PZPDO ZT mieszanego statycznego regulaminu priorytetowego względno-bezwzględnego (RPW/RPB) ze szczególnym uwzględnieniem obszarów przerwań zgłaszanych do realizacji zadań. Dla przedstawionego w pracy modelu PZPDO ZT, sprecyzowano założenia, opracowano algorytm i program symulacyjny na emc ODRA 1305 w języku programowania Fortran. Wykonano szereg eksperymentów symulacyjnych, dla których opracowano zestaw informacji wejściowych, a uzyskane w wyniku badań symulacyjnych informacje /wykresy i tabulogramy/ były przedmiotem szczegółowej analizy, która pozwoliła na sprecyzowanie stosownych wniosków /pkt. 4.4.6./.

Wyniki pracy dla użytkowników systemu stanowić mogą narzędzie oceny skuteczności jego funkcjonowania, a opracowana metoda badania PZPDO ZT umożliwi jego użytkownikom :

- uzyskanie w krótkim czasie w miarę pełnego obrazu funkcjonowania systemu;
- badanie "osobliwości" funkcjonowania systemu, w dowolnych przewidywanych warunkach pola walki;

oraz stanowić może swoistego rodzaju test "ochrony", służący do wypróbowania sposobu funkcjonowania systemu w nowych,prze-

widywanych warunkach pola walki, zanim ryzyko przejdzie z systemu eksperymentalnego do rzeczywistego.

Projektantom PZPDO ZT, prezentowana metoda umożliwi :

a/ przed użytkowym wdrożeniem systemu do eksploatacji

- wykonanie kompleksowych badań w zakresie funkcjonowania systemu dla różnych struktur obciążenia systemu, rodzajów i priorytetów zgłaszanych do realizacji zadań, oraz dla różnych charakterystyk niezawodnościowych punktów informatycznych;
- udokładnić hipotezy i założenia oraz sprecyzować przewidywany charakter funkcjonowania systemu w wybranych rodzajach działań bojowych, bez konieczności wykonywania czasochłonnych i kosztownych badań na rzeczwistym systemie;

b/ w okresie eksploatacji systemu

- na bieżąco usprawniać i korygować strukturę informacyjną, funkcjonalną, techniczną i organizacyjną.

Dla słuchaczy akademii, przyszłych użytkowników zautomatyzowanych systemów dowodzenia oraz kadry naukowej, wyniki pracy mogą być wykorzystane do celów dydaktycznych w zakresie kształtowania określonych umiejętności i nawyków dowódczo-sztabowych, uwzględniających specyfikę funkcjonowania zautomatyzowanych systemów dowodzenia w różnych warunkach pola walki. Szczególne możliwości istnieją w zakresie wykorzystania prezentowanej metody symulacji komputerowej w różnego rodzaju ćwiczeniach i grach decyzyjnych, uwzględniających problematykę oceny efektywności funkcjonowania zautomatyzowanych systemów dowodzenia.

Znajomość istoty symulacji komputerowej jako metody badania systemów i wyniki badań symulacyjnych PZPDO ZT skłaniają do sformułowania następujących, generalnych wniosków :

a/ w zakresie przydatności metody symulacji komputerowej do badania zautomatyzowanych systemów dowodzenia;

- metoda symulacji komputerowej jest bardziej użyteczna w stosunku do innych metod badania systemów ze względu na niewielki koszt i krótki czas trwania badań oraz możliwość odwzorowania przewidywanych warunków pola walki w jakich funkcjonować będzie zautomatyzowany system dowodzenia;
- prezentowana w pracy metoda symulacji komputerowej jako metoda badania PZPDO ZT może być wykorzystana do badania podsystemów dowodzenia WRiA, WOPL i tyłami związku taktycznego oraz PZSD ZT traktowanego całościowo, jak również do badania zautomatyzowanych systemów innych szczebli dowodzenia;
- metoda symulacji komputerowej pozwoli na wykonanie badań polowego zautomatyzowanego systemu dowodzenia w płaszczyźnie informacyjnej, technicznej i funkcjonalno-organizacyjnej w zakresie :

1. oceny przydatności wybranych reagulaminów obsługi zgłaszanych do realizacji zadań i ich wpływu na jakość funkcjonowania systemu;
2. wypracowania optymalnego w sensie określonego kryterium /np. minimalizacji średniego czasu odpowiedzi zgłaszanych do realizacji zadań/ podziału zasobów informacji tzn. ustalenie, które z informacji /zadań/ powinny być przechowywane /przetwarzane/ na szczeblu pz /pcz/, a które na szczeblu dywizji;
3. oceny wpływu zmian podstawowych charakterystyk strumieni zgłaszanych do realizacji zadań i funkcjonowania punktów informatycznych na efektywność funkcjonowania zautomatyzowanego systemu dowodzenia i ustalenie, które z nich oddziaływują w zasadniczym stopniu na efektywność systemu;

4. określenia wymagań na parametry taktyczno-techniczne urządzeń technicznych przewidzianych do zainstalowania w dowolnym zautomatyzowanym systemie dowodzenia, przy których funkcjonowanie systemu będzie optymalne w sensie określonych kryteriów /np. maksymalnej niezawodności punktów informatycznych, minimalnego czasu oczekiwania zadań na realizację/;
5. wypracowania dla ustalonego zbioru urządzeń technicznych optymalnej dla przyjętych kryteriów, struktury technicznej zautomatyzowanego systemu dowodzenia, tzn. określenie, które z urządzeń i o jakich parametrach należy zainstalować w odpowiednich punktach informatycznych;

- użyteczność symulacji komputerowej, jako metody badania zautomatyzowanych systemów dowodzenia, zależy przede wszystkim od możliwości i stopnia poprawnego odwzorowania oraz opisu zdarzeń w badanym systemie, możliwości programowo-obliczeniowych dostępnego komputera oraz od struktury danych wejściowych i wyjściowych programu symulacyjnego;

b/ w zakresie oceny funkcjonowania PZPDO ZT

- PZPDO ZT w aktualnej wersji projektowej posiada wyłącznie charakter eksperymentalno-użytkowy;
- polepszenie efektywności funkcjonowania PZPDO ZT uzyskać można poprzez:

1. wyposażenie systemu w mobilne środki informatyki /WMD i urządzenia towarzyszące/;
2. zwiększenie dyscypliny priorytetowania zgłaszanych przez użytkowników do realizacji zadań;
3. usprawnienie procesu aktualizacji banku danych;
4. zwiększenie dyscypliny wykorzystania urządzeń do przygotowania maszynowych nośników informacji, będących do

. dyspozycji użytkowników zdalnych punktów informatycznych i ogólnodostępnego punktu informatycznego;

5. taką realizację procesu przegrupowania stanowiska dowodzenia dywizji, by czas trwania tego przegrupowania przypadał na okres minimalnego obciążenia systemu zadaniami.

W docelowej wersji PZPDO ZT polepszenie efektywności jego funkcjonowania uzyskać będzie można poprzez :

- wyposażenie systemu w mobilne środki informatyki;
- uruchomienie pozostałych podsystemów polowego zautomatyzowanego systemu dowodzenia związku taktycznego w jednolity PZSD ZT;
- pełną automatyzację systemu przesyłania i utajniania informacji;
- przeniesienie części procesów przetwarzania informacji na szczebel pułku;
- wyposażenie PZPDO ZT w dwa zestawy WMD;
- zastosowanie dynamicznego priorytetowego regulaminu obsługi zgłaszanych do realizacji zadań;
- uzupełnienie oprogramowania zarządzającego procesem obsługi zadań w zakresie możliwości informowania użytkowników systemu o przewidywanym terminie wykonania zgłaszanych przez nich do realizacji zadań.

Wyniki pracy i napotkane w toku jej realizacji trudności, jak również określone potrzeby badawcze w zakresie automatyzacji systemów dowodzenia, wskazują na potrzebę prowadzenia dalszych prac w zakresie metod :

- odwzorowania, opisu i pomiaru przewidywanych warunków pola walki;
- oceny funkcjonowania zautomatyzowanych systemów dowodzenia i realizowanych w nich procesów informacyjnych;

- określania obciążenia systemu i konstruowania charakterystyk niezawodnościowych punktów informatycznych oraz pomiaru wyróżnionych ze względu na charakter procesów informacyjnych czasów realizacji, określonych procesów i czynności;
- optymalizacji regulaminów obsługi napływających do systemu zgłoszeń z uwzględnieniem zagadnień wartościowania informacji;
- oceny adekwatności modeli zautomatyzowanych systemów dowodzenia.

Pole walki w całej swojej złożoności, oddziaływuje w różnym stopniu i zakresie na wszystkie elementy i obszary funkcjonowania systemu dowodzenia, Uwzględnienie zasadniczych czynników tego oddziaływania jest wymogiem poprawności prowadzonych badań. Zdecydowana jednak większość z tych czynników jest niemierzalna, dla pozostałych nie znamy aktualnie metod poprawnego ich wartościowania. Trudności w tym względzie były przedmiotem uwagi autora w pkt. 3.5.1. rozprawy przy opisie czynników wpływających na sprawność funkcjonowania punktów informatycznych. W pracy ograniczono się do uwzględnienia tylko tych czynników, które wywierają zdecydowany wpływ na sposób funkcjonowania punktów informatycznych i dla których znane są nam niektóre ich oszacowania.

Ocena funkcjonowania zautomatyzowanych systemów dowodzenia przebiegać może w różnych płaszczyznach /organizacyjnej, funkcjonalnej, technicznej, informacyjnej/ i realizowana może być z różnego punktu widzenia /czasu wykonania zadań, ilości przesłanych informacji itp./. W pracy szczególną uwagę zwrócono na ocenę funkcjonowania systemu w płaszczyźnie informacyjnej. Sprecyzowano wskaźnik oceny zabezpieczenia potrzeb informacyjnych użytkowników systemu. Dostarczenie użytkownikowi PZPDO ZT w żądanym przez niego czasie informacji

utożsamiano z zabezpieczeniem jego potrzeb informacyjnych. Rzeczywistość jednak jest o wiele bardziej skomplikowana, gdyż nie zawsze na czas dostarczona informacja posiada oczekiwaną użyteczność. I dlatego też celowym wydaje się prowadzenie prac w zakresie metod oceny procesów informacyjnych realizowanych w zautomatyzowanych systemach dowodzenia z uwzględnieniem wartościowania informacji.

Obciążenie systemu zadaniami uzależnione jest od potrzeb informacyjnych użytkowników systemu, a te z kolei uzależnione są od sytuacji pola walki i przebiegu działań bojowych. Ze względu na wyjątkową złożoność i współzależność wymienionych elementów, jak również ich losowy charakter, poprawne a priori określenie obciążenia systemu dla przewidywanej sytuacji operacyjno-taktycznej jest bardzo trudne. Dlatego też w pracy zakłada się maksymalne obciążenie systemu tzn. najbardziej niekorzystny wariant obciążenia. Takie podejście zapewnia nam oszacowanie parametrów systemu od "dołu" i zabezpiecza przed bardziej niekorzystnymi ocenami parametrów systemu.

Sposób obsługi zgłoszeń w znacznej mierze decyduje o jakości funkcjonowania systemu. W pracy przyjęto statyczny regulamin priorytetowy obsługi zgłoszeń, co odpowiada określonym założeniom projektowym PZPDO ZT. W docelowej wersji PZSD ZT proponuje się przyjąć dynamiczny regulamin obsługi zgłoszeń po uprzednim przebadaniu systemu i ocenie efektów takiego rozwiązania. Programowa realizacja dynamicznych regulaminów priorytetowych jest zagadnieniem trudnym i brak aktualnie ogólnie słusznych w tym względzie zaleceń. Programy sterujące procesem obsługi zgłoszeń w dynamicznych regulaminach priorytetowych na "bieżąco" śledzą stan i ilość zgłoszeń, a te bardziej złożone wypracowują informacje o przewidywanym charakterze funkcjonowania systemu w najbliższym czasie, informując o tym jego użytkowników. Dynamiczne regulaminy prio-

rytetowe są bardziej odporne na przeciążenia systemu niż regulaminy statyczne oraz stosowanie ich pozwala zwiększyć jakość sterowania procesem obsługi zgłoszeń w stosunku do statycznych regulaminów bezwzględnych, jednak bardzo często efekty ich stosowania są nieporównywalnie małe z kosztami ich realizacji [70].

Zagadnienia optymalizacji regulaminów obsługi zgłoszeń dla pewnej klasy systemów informatycznych są ściśle związane z problemami wartościowania informacji. Ilekroć rozpatrujemy zagadnienia wartościowania informacji należy zawsze rozważać je w układzie nadawca, kanał przesyłania, odbiorca. Wartościowanie informacji przetwarzanych w systemach informatycznych jest jednym z trudniejszych problemów badawczych, między innymi ze względu na duży ładunek subiektywnych odczuć użytkowników systemów. Prace z zakresu analizy i optymalizacji systemów informatycznych w aspekcie minimalizacji strat wartości informacji uzyskanych jako wynik przetwarzania określonego zadania, są obecnie prezentowane w postaci cząstkowych opracowań [58],[65].

Informacje przetwarzane w PZPDO ZT ulegają procesowi starzenia w sposób wyjątkowo zróżnicowany, co uwarunkowane jest przede wszystkim dynamiką zmian sytuacji na polu walki. Zdecydowana większość informacji ulega procesowi starzenia w sposób bardzo gwałtowny. Proces starzenia informacji opisujemy zwykle przy pomocy tzw. funkcji wartości informacji obrazującej zmiany wartości informacji w czasie dla każdego z przetwarzanych zadań. Sterowanie procesem przetwarzania zadań realizowane w oparciu o specjalistyczny zestaw programów zarządzających, a polegające na minimalizacji strat wartości informacji powstałych jako wynik przetwarzania zgłaszanych do realizacji zadań, jest zagadnieniem bardzo złożonym i aktualnie brak praktycznie użytecznych rozwiązań [65]. Próbę

rozwiązania tego zagadnienia poczynili autorzy pracy [18] zakładając, że zgłoszenia o określonej klasie priorytetu opisywane są jedną i tą samą funkcją wartości informacji. Przebieg zmian wartości informacji jest tym elementem, który decyduje o jej priorytecie. Jeżeli informacja jest bardzo czuła na zestarzenie, przypisujemy jej zwykle najwyższy priorytet, zabezpieczając się w ten sposób przed znacznymi stratami jej wartości. Poruszone zagadnienia należy rozpatrywać w dwóch problemowo różniących się obszarach. Do pierwszego z nich należy zaliczyć zagadnienia traktujące o wartościowaniu informacji jako takiej, ze szczególnym uwzględnieniem informacji przetwarzanych w zautomatyzowanych systemach dowodzenia, które zdaniem autora zasługują na odrębne potraktowanie i powinny stanowić przedmiot prac nad szeroko rozumianą problematyką dowodzenia wojskami. Drugi obszar stanowią zagadnienia optymalizacji zautomatyzowanych systemów dowodzenia w aspekcie minimalizacji strat wartości informacji. Aktualnie brak jest opracowań traktujących przedstawione problemy w sposób kompleksowy, a poruszone przez autora zagadnienia należy traktować jako próbę zasygnalizowania określonego problemu badawczego.

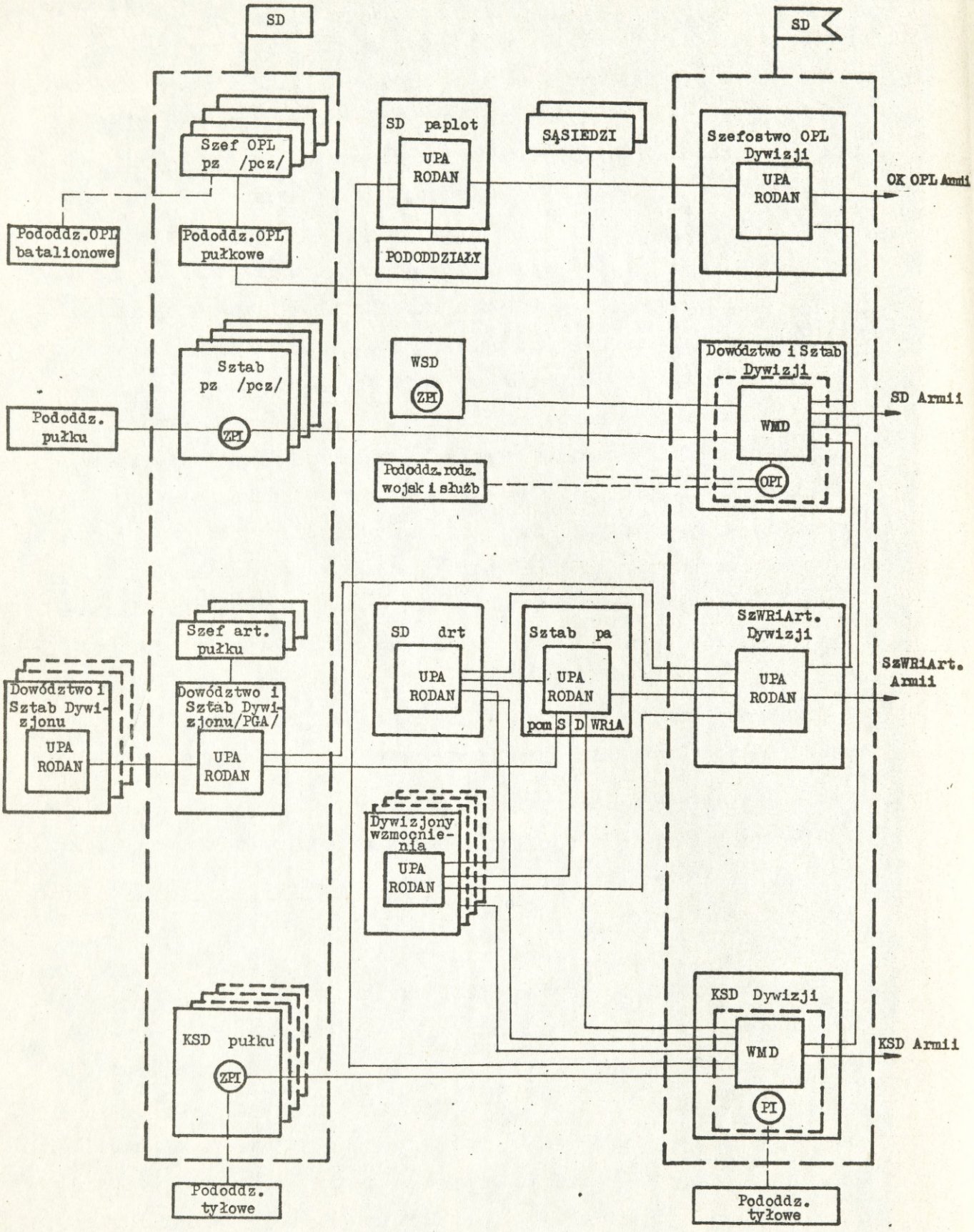
Problem oceny adekwatności modeli symulacyjnych, należy do jednych z najtrudniejszych w całej metodzie badań symulacyjnych. I dlatego też przed badaczem systemu stawia się wymagania w zakresie:

- doskonałej znajomości badanego systemu i celów badań;
- umiejętności dokładnego opisu funkcjonowania systemu;
- znajomości stosownego aparatu matematycznego.

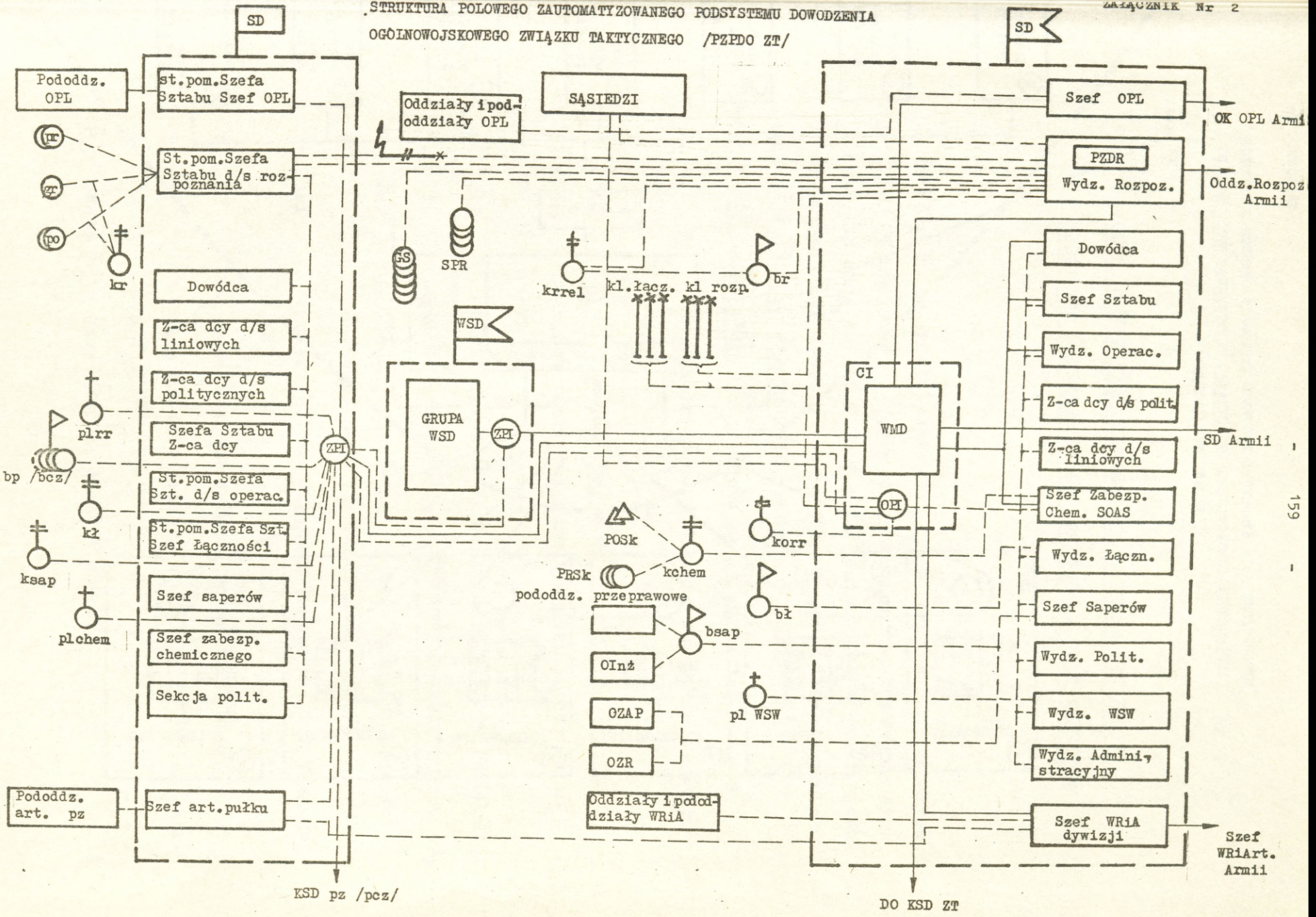
Prawidłowe odtworzenie i opis procesów realizowanych w systemie jest tym elementem, który w przekonaniu autora decyduje w znacznej mierze o powodzeniu badań symulacyjnych. Konsekwencje takiego podejścia skłaniają do stwierdzenia, że prace w zakresie oceny adekwatności modeli badanych systemów powinny być ukierunkowane na metody odwzorowania i pomiaru procesów realizowanych w badanym systemie.

ZAŁĄCZNIK Nr 1

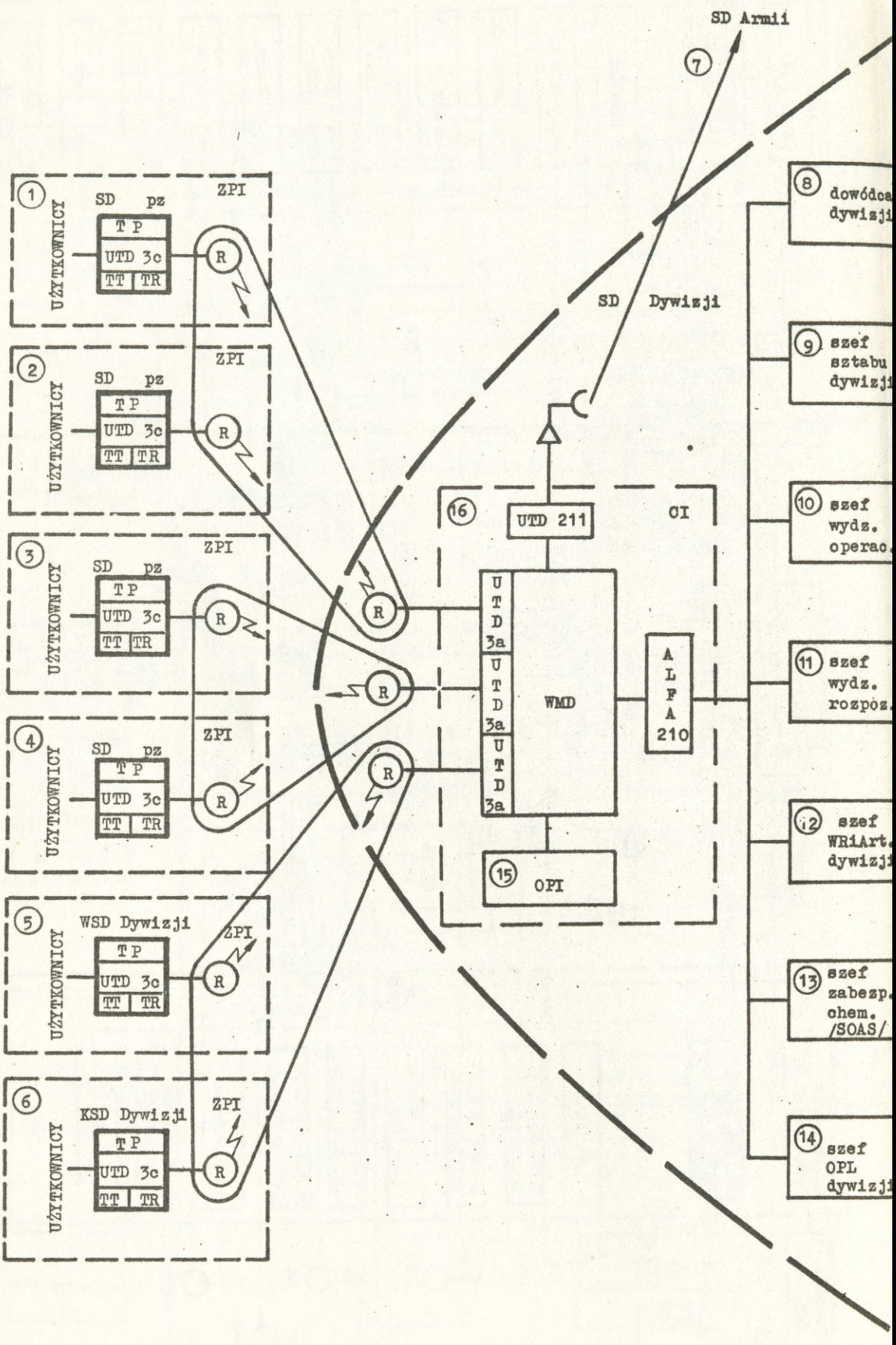
STRUKTURA POLOWEGO ZAUTOMATYZOWANEGO SYSTEMU DOWODZENIA ZWIĄZKU TAKTYCZNEGO /PZSD ZT/



STRUKTURA POLOWEGO ZAUTOMATYZOWANEGO PODSYSTEMU DOWODZENIA OGÓLNOWOJSKOWEGO ZWIĄZKU TAKTYCZNEGO /PZPDO ZT/



UPROSZCZONY OPIS STRUKTURY POLOWEGO ZAUTOMATYZOWANEGO PODSYSTEMU DOWODZENIA OGÓLNOWOJSKOWEGO ZWIĄZKU TAKTYCZNEGO PRZYJĘTEJ DO BADAŃ SYMULACYJNYCH



ZAŁĄCZNIK Nr 4

OPIS DANYCH WEJŚCIOWYCH DO PROGRAMU SYMULACJI PROCESÓW INFORMACYJNYCH REALIZOWANYCH W PZPDO ZT

Program symulacji procesów informacyjnych realizowanych w PZPDO ZT napisano w języku programowania Fortran i nazwano "SPZS". Zajmuje on około 28 K słów pamięci operacyjnej,a czas trwania obliczeń wynosi średnio 30`. Obliczenia wykonano na emc ODRA 1305 w Ośrodku Obliczeniowym ID ASG.

Jako dane wjściowe przyjęto następujące wielkości :

1. I1 - maksymalny numer zdalnego punktu informatycznego;
2. I2 - maksymalny numer punktu abonenckiego;
3. JWJ - ilość punktów informatycznych /liczność zbioru N/ ;
4. JRZ - ilość rodzajów zadań realizowanych w PZPDO ZT;
5. JZ1 - ilość zadań obliczeniowych /liczność zbioru O/;
6. JRP - ilość rodzajów priorytetów zadań zgłaszanych do realizacji /liczność zbioru PR /;
7. OPI - numer ogólnodostępnego punktu informatycznego /OPI = I2 + 1/;
8. CI - numer centrum informatycznego /CI = OPI + 1/;
9. KR - czas trwania jednego podstawowego okresu badania PZPDO ZT;
10. ZEGAR - czas trwania badań PZPDO ZT;

11. JLK - ilość podstawowych okresów /przedziałów/ czasu badania systemu;

12. CZO - średni czas odczytu informacji z monitora ekranowego;

13. MIF - minimalny czas formowania informacji wejściowej do zadań obliczeniowych;

14. MAF - maksymalny czas formowania informacji wejściowej do zadań obliczeniowych;

15. TWO - średni czas transmisji informacji wejściowej do zadań obliczeniowych w relacjach $\mathbb{P}_{ZPI} \rightarrow \{CI\}$;

16. TJ - średni czas transmisji informacji w relacjach $\mathbb{P}_{ZPI} \rightarrow \mathbb{P}_{ZPI}$;

17. FZI - średni czas formowania zadania informacyjnego;

18. SOA - średni czas przetwarzania zadań aktualizacyjnych;

19. AMIF - minimalny czas formowania informacji do zadania aktualizacyjnego;

20. AMAF - maksymalny czas formowania informacji do zadania aktualizacyjnego;

21. WDZ - wskaźnik dezaktualizacji realizowanych zadań;

22. WCR - wskaźnik dopuszczalnego czasu realizacji zadań obliczeniowych i informacyjnych;

23. TWA - średni czas transmisji informacji wejściowej do zadań aktualizacyjnych w relacjach $\mathbb{P}_{ZPI} \rightarrow \{CI\}$;

24. JKC - ilość kwantów czasu trwania niesprawności punktów informatycznych;

25. CA - średni czas wprowadzania informacji wejściowej do zadań aktualizacyjnych z czytnika taśmy papierowej;

26. $[ST]_{JZ1 \times 2}$ - macierz czasów przetwarzania zadań obliczeniowych

$$St(r,j) = \begin{cases} \text{- minimalny czas przetwarzania r-tego zadania obliczeniowego } j = 1; \\ \text{- maksymalny czas przetwarzania r-tego zadania obliczeniowego } (j = 2); \\ r=1,2,\ldots JZ1 \text{ - numery zadań obliczeniowych;} \end{cases}$$

27. $[STWY]_{JZ1 \times 2}$ - macierz czasów wyprowadzania wyników realizacji zadań obliczeniowych

$$STWY(r,j) = \begin{cases} \text{- minimalny czas transmisji informacji wynikowej r-tego zadania obliczeniowego w relacjach } \{CI\} \rightarrow \mathbb{P}_{ZPI} \ (j = 1); \\ \text{- maksymalny czas transmisji informacji wynikowej r-tego zadania obliczeniowego w relacjach } \{CI\} \rightarrow \mathbb{P}_{ZPI} \ (j = 2); \end{cases}$$

28. $[STP]_{1 \times JZ1}$ - wektor czasów wyprowadzania wyników realizacji zadań obliczeniowych na perforator taśmy

STP(r) - czas wyprowadzania wyników r-tego zadania obliczeniowego na perforator taśmy papierowej;

29. $[STD]_{1 \times JZ1}$ - wektor czasów wyprowadzania wyników realizacji zadań obliczeniowych na drukarkę;

STD(r) - czas wyprowadzania wyników r-tego zadania obliczeniowego na drukarkę;

30. $[STCZ]_{1 \times JZ1}$ - wektor czasów wprowadzania informacji wejściowej do zadań obliczeniowych z czytnika taśmy papierowej;

STCZ(r) - czas wprowadzania informacji wejściowej do r-tego zadania obliczeniowego z czytnika taśmy papierowej;

31. $[HNP]_{1 \times JLK}$ - histogram ilości niesprawnych punktów informatycznych PZPDO ZT;

HNP(t) - ilość niesprawności punktów informatycznych występujących w przedziale czasu $[t,t+1)$ $(t = 0,1,2,\ldots T)$;

32. $[HOS]_{1 \times JLK}$ - histogram obciążenia zadaniami PZPDO ZT;

HOS(t) - ilość zadań zgłaszanych do realizacji przez punkty informatyczne PZPDO ZT w przedziale czasu $[t,t+1)$;

33. $[HNP1]_{JLK \times JWJ}$ - macierz dystrybuant rozkładów numerów niesprawnych punktów informatycznych;

HNP1(t,n) - prawdopodobieństwo tego, że w przedziale czasu $[t,t+1)$ niesprawnym punktem informatycznym będzie punkt o numerze mniejszym lub równym n $(n = 1,2,\ldots JWJ)$;

34. $[HPPI]_{JKL \times (JWJ-1)}$ - macierz dystrybuant rozkładu numerów punktów informatycznych zgłaszających żądanie na realizację zadań;

HPPI(t,n) - prawdopodobieństwo tego, że puntk informatyczny, który w przedziale czasu [t,t + 1) zgłosi żądanie na realizację zadania będzie punktem o numerze mniejszym lub równym n ;

35. $[HRZ]_{(JWJ-1) \times JRZ}$ - macierz dystrybuant rozkładu numerów rodzajów zadań zgłaszanych do realizacji

HRZ(n,j) - prawdopodobieństwo tego, że zgłoszone do realizacji przez n-ty punkt informatyczny zadanie będzie zadaniem o współczynniku rodzajowym mniejszym lub równym j
(j = 1,2,..., JRZ) ;

36. $[HPZO]_{(JWJ-1) \times JZ1}$ - macierz dystrybuant rozkładu numerów zadań obliczeniowych zgłaszanych do realizacji przez poszczególne punkty informatyczne ;

HPZO(n,r) - prawdopodobieństwo tego, że zgłoszone przez n-ty punkt informatyczny zadanie obliczeniowe będzie zadaniem o numerze mniejszym lub równym r .

37. $[HPPR]_{(JWJ-1)\,x\,JRP}$ - macierz dystrybuant rozkładu numerów rodzajów priorytetów ;

HPPR(n,j) - prawdopodobieństwo tego, że zgłoszone do realizacji przez n-ty punkt informatyczny zadanie będzie posiadało priorytet mniejszy lub równy j (j = 1,2,... JRP);

38. $[HPPS]_{(JWJ-1)\,x\,(JWJ-1)}$ - macierz dystrybuant rozkładu numerów punktów informatycznych, które mogą być odbiorcami wyników zadań obliczeniowych zgłaszanych przez inne punkty informatyczne ;

HPPS(n,j) - prawdopodobieństwo tego, że odbiorcą wyników zadania oblicze - niowego zgłoszonego do realizacji przez n-ty punkz informatyczny będzie punkt informatyczny o numerze mniejszym lub równym j ;

39. $[HPZP]_{I1\,x\,I1}$ - macierz dystrybuant rozkładu numerów zdalnych punktów informatycznych;

HPZP(l,j) - prawdopodobieństwo tego, że odbiorcą wyników zadania informacyjnego zgłoszonego do reali - zacji przez l-ty zdalny punkt informatyczny będzie zdalny punkt informatyczny o numerze mniejszym lub równym j (l,j = 1,2,... I1);

40. [HPC2] 1 x JKC - wektor skwantyfikowanych czasów trwania niesprawności punktów informatycznych

HPC2(j) - wartość j-tego kwantu czasu trwania niesprawności punktów informatycznych (j = 1,2,.... JKC) ;

41. [HPC1] 1 x JKC - wektor dystrybuant rozkładu skwantyfikowanych czasów trwania niesprawności punktów informatycznych

HPC1(j) - prawdopodobieństwo tego, że czas trwania niesprawności będzie równy wielkości kwantu o numerze mniejszym lub równym j .

CHARAKTERYSTYKA INFORMACJI POŚREDNICH I WYNIKOWYCH OPRACOWYWANYCH W WYNIKU REALIZACJI EKSPERYMENTU SYMULACYJNEGO

W wyniku realizacji eksperymentu symulacyjnego zbieramy informacje pośrednie i wynikowe. Informacje pośrednie wykorzystywane są na etapie opracowywania modelu i programu symulacyjnego, a służą przede wszystkim dla potrzeb oceny poprawności odwzorowania w modelu symulacyjnym procesów informacyjnych realizowanych w PZPDO ZT. Informacje wynikowe natomiast, wykorzystywane są na etapie analizy funkcjonowania PZPDO ZT /rys. 4.2./ i służą jego kompleksowej ocenie.

INFORMACJE POŚREDNIE

1. [MPJ] JWJ x 5 - macierz punktów informacyjnych

$$MPJ(n,j) = \begin{cases} \text{- wskaźnik niesprawności n-tego punktu informatycznego } (j = 1); \\ \text{- czas wystąpienia niesprawności n-tego punktu informatycznego } (j = 2); \\ \text{- czas pozostały do ustąpienia niesprawności n-tego punktu informatycznego } (j = 3); \\ \text{- wskaźnik zajętości n-tego punktu informatycznego } (j = 4); \\ \text{- czas pozostały do zwolnienia n-tego punktu informa- zajętego obsługą zadania } (j = 5); \end{cases}$$

2. $[MJNF]_{I \times 17}$ - macierz zadań zgłaszanych do realizacji przez punkty informatyczne PZPDO ZT

$MJNF(i,j) =$ {

- numer zadania obliczeniowego, które jest i-tym zgłoszonym do realizacji zadaniem ($j = 1$) ;
- numer punktu informatycznego zgłaszającego żądanie na realizację i-tego zadania ($j = 2$) ;
- numer punktu informatycznego dla którego przeznaczone są wyniki realizacji i-tego zadania /dla zadań aktualizacyjnych jest to numer centrum informatycznego/ ($j = 3$) ;
- rodzaj i-tego zadania ($j = 4$) ;
- czas dezaktualizacji i-tego zadania ($j = 5$) ;
- czas zgłoszenia i-tego zadania do realizacji ($j = 6$);
- rodzaj urządzenia wejściowego dla i-tego zadania ($j = 7$) ;
- rodzaj urządzenia wyjściowego dla i-tego zadania ($j = 8$) ;
- czas transmisji wejściowej i-tego zadania ($j = 9$) ;
- czas przetwarzania i-tego zadania ($j = 10$) ;
- czas transmisji wyjściowej i-tego zadania ($j = 11$) ;
- aktualny czas i-tego zadania ($j = 12$) ;
- czas wyjścia i-tego zadania z kolejki zadań oczekujących na realizację ($j = 13$);

}

$$MJNF(i,j) = \begin{cases} \text{- czas formowania informacji wejściowej do i-tego zadania } (j = 14); \\ \text{- czas pozostały do zakończenia realizacji i-tego zadania } (j = 15); \\ \text{- czas wejścia i-tego zadania do kolejki zadań oczekujących na realizację } (j = 16); \\ \text{- priorytet i-tego zadania } (j = 17); \end{cases}$$

3. $[MZWK]_{JWJ \times 15}$ - macierz zadań oczekujących w kolejce na realizację

$$MZWK(n,j) = \begin{cases} \text{- ilość zadań oczekujących w kolejce na realizację w n-tym punktcie informatycznym } (j = 1); \\ \text{- numer zadania oczekującego na realizację w n-tym punktcie informatycznym } (j = 2,3,\ldots,15); \end{cases}$$

4. $[SHRZ]_{I \times 4}$ - macierz realizowanych w PZPDO ZT zadań

$$SHRZ(i,j) = \begin{cases} \text{- rodzaj i-tego zadania } (j = 1); \\ \text{- czas odpowiedzi i-tego zadania } (j = 2); \\ \text{- czas oczekiwania i-tego zadania } (j = 3); \\ \text{- czas realizacji i-tego zadania } (j = 4); \end{cases}$$

5. Z - aktualna ilość zgłoszonych do realizacji zadań ;

6. T - aktualny czas symulacji ;

7. MCZ - przyrost czasu /czas jaki upływa między kolejnymi zdarzeniami/ ;

8. NZ - numer aktualnie przetwarzanego przez system liczący zadania.

INFORMACJE WYNIKOWE

1. [SWN] JWJ x 5 - macierz niesprawnych punktów informatycznych

SWN(n,j) =
- ilość niesprawności n-tego punktu informatycznego (j = 1);
- łączny czas trwania wszyst - kich niesprawności n-tego punktu informatycznego (j = 2);
- średni czas trwania niesprawności n-tego punktu informatycznego (j = 3) ;
- średni przedział czasu pomiędzy kolejnymi niesprawnościami n-tego punktu informatycznego (j = 4);
- prawdopodobieństwo sprawnej pracy n-tego punktu informatycznego (j = 5) ;

2. J4 - prawdopodobieństwo sprawnej pracy punktów informatycznych PZPDO ZT.

3. [PRZ] JRZ x(JWJ-2) - macierz prawdopodobieństw realizacji zadań zgłaszanych przez punkty informatyczne

PRZ (j,n) - prawdopodobieństwo realizacji zadania o współczynniku rodzajowym j , zgłoszonego przez n-ty punkt informatyczny ;

4. $[WRZ]_{JRZ\ x(JWJ-1)}$ - macierz ilości zrealizowanych w PZPDO ZT zadań

WRZ (j,n) - ilość zrealizowanych zadań o współczynniku rodzajowym j , które zostały zgłoszone do realizacji przez n-ty punkt informatyczny ;

5. $[ZIZO]_{JRP\ x(JWJ-1)}$ - macierz ilości zadań obliczeniowych zgłoszonych do realizacji

$ZIZO(p,n) =$ {

- ilość zadań obliczeniowych o priorytecie równym p, zgłoszonych do realizacji przez n-ty punkt informatyczny (n = 1,2, JWJ-1 , \p = 1,2,... JRP / ;
- ilość zadań obliczeniowych o wyróżnionych priorytetach zgłoszonych do realizacji przez n-ty punkt informatyczny (p = JRP; n = 1,2,..JWJ-1);
- ilość zadań obliczeniowych o priorytecie p, zgłoszonych do realizacji przez punkty informatyczne PZPDO ZT (p = 1,2,... JRP); (n = JWJ) ;
- ilość zadań obliczeniowych o wyróżnionych priorytetach, zgłoszonych do realizacji przez punkty informatyczne PZPDO ZT (p = JRP + 1) ; (n = JWJ) ;

6. $[OCR]_{(JRP + 1) \times JWJ}$ - macierz średnich czasów realizacji zadań obliczeniowych

$OCR(p,n) =$
- średni czas realizacji zadań obliczeniowych o priorytecie p, zgłoszonych do realizacji przez n-ty punkt informatyczny ($p = 1,2,\ldots. JRP$); ($n = 1,2,\ldots. JWJ-1$);
- średni czas realizacji zadań obliczeniowych o wyróżnionych priorytetach, zgłoszonych do realizacji przez n-ty punkt informatyczny ($p = JRP + 1$); ($n = 1,2,\ldots. JWJ-1$);
- średni czas realizacji zadań obliczeniowych o priorytecie p, zgłoszonych do realizacji przez punkty informatyczne PZPDO ZT ($p = 1,2,\ldots. JRP$); ($n = JWJ$);
- średni czas realizacji zadań obliczeniowych o wyróżnionych priorytetach, zgłoszonych do realizacji przez punkty informatyczne PZPDO ZT ($p = JRP + 1$); ($n = JWJ$);

7. $[OCOC]_{(JRP+1) \times JWJ}$ - macierz średnich czasów oczekiwania zadań obliczeniowych ;

8. $[OCOD]_{(JRP+1) \times JWJ}$ - macierz średnich czasów odpowiedzi zadań obliczeniowych;

9. $[OCDR]_{(JRP+1)\,x\,JWJ}$ - macierz średnich dopuszczalnych czasów realizacji zadań obliczeniowych;

10. $[OCDZ]_{(JRP+1)\,x\,JWJ}$ - macierz średnich czasów dezaktualizacji zadań obliczeniowych;

11. $[WZI]_{(JRP+1)\,x\,JWJ}$ - macierz wskaźników zabezpieczenia potrzeb informacyjnych w zakresie zadań obliczeniowych;

$$WZI(p,n) = \begin{cases} \text{- średnia wartość wskaźnika zabezpieczenia potrzeb informacyjnych w zakresie realizacji zadań obliczeniowych o priorytecie p, zgłoszonych do realizacji przez n-ty punkt informatyczny} \\ (p = 1,2,\ldots. JRP); \\ (n = 1,2,\ldots. JWJ-1); \\ \text{- średnia wartość wskaźnika zabezpieczenia potrzeb informacyjnych w zakresie realizacji zadań obliczeniowych o wyróżnionych priorytetach, zgłoszonych do realizacji przez n-ty punkt informatyczny} \\ (p = JRP + 1); \\ (n = 1,2,\ldots., JWJ-1); \\ \text{- średnia wartość wskaźnika zabezpieczenia potrzeb informacyjnych w zakresie realizacji zadań obliczeniowych o priorytecie p, zgłoszonych do realizacji przez punkty informatyczne PZPDO ZT} \\ (p = 1,2,\ldots. JRP); \\ (n = JWJ); \end{cases}$$

WZI(p,n) - średnia wartość wskaźnika zabezpieczenia potrzeb informacyjnych w zakresie realizacji zadań obliczeniowych o wyróżnionych priorytetach, zgłoszonych do realizacji przez punkty informatyczne PZPDO ZT
(p = JRP + 1) ;
(n = JWJ) ;

12.[AK] $_{5 \times JWJ}$ - macierz ilości zgłoszonych do realizacji zadań oraz średnich czasów realizacji, oczekiwania, odpowiedzi i dezaktualizacji w zakresie realizacji zadań aktualizacyjnych;

AK(j,n) = {
- ilość zadań aktualizacyjnych zgłoszonych do realizacji przez n-ty punkt informatyczny
(j = 1);
(n = 1,2,... JWJ-1) ;

- ilość zadań zgłoszonych do realizacji przez punkty informatyczne PZPDO ZT
(j = 1 ; n = JWJ) ;

- średni czas realizacji (j = 2){oczekiwania (j = 3), odpowiedzi (j = 4), dezaktualizacji(j = 5)}zadań aktualizacyjnych zgłoszonych przez n-ty punkt informatyczny(n = 1,2,..JWJ-1);

- średni czas realizacji (j = 2){oczekiwania(j = 3), odpowiedzi (j = 4), oczekiwania (j = 5)}zadań aktualizacyjnych zgłoszonych do realizacji przez punkty informatyczne PZPDO ZT
(n = JWJ) ;

13.[IZ] 5 x I1 - macierz ilości zgłoszonych do realizacji zadań oraz średnich czasów realizacji, oczekiwania, odpowiedzi i dezaktualizacji w zakresie realizacji zadań informacyjnych.

Elementy macierzy 7, 8, 9, 10 mają interpretację jak dla macierzy 6, a macierzy 13, jak dla macierzy 12 .

Wydrukowano w 15 egz.
Egz.Nr. 1-15 Bibl.Gł.OZS
Wyk.kpt.Barczak
Nr 0588/WW

B I B L I O G R A F I A

[1] ACKOFF F. : Decyzje optymalne w badaniach stosowanych, PWN Warszawa 1969.

[2] ADIRI I., AVI-ITZHAK B. : A time sharing queue with a finite number of customers, Journal of the Association For Computiry Machinery, vol 16/, Nr 2 april 1969.

[3] ADIRI I., AVI-ITZHAK B. : A time sharing queue, Managament Science, vol 15 Nr 11 July 1969.

[4] ARTAMANOW G., MICHIEJEW A. : Analiz sistiemy razdielienija wremieni z odnorodnymo polzowatieljami, Kibiernietika 3/1969.

[5] ARTAMANOW G. : Cifrowaja wyczislitielnaja maszina kak sistiema massowogo obsłużiwanija, Massowoje obsłużiwanije w sistiemach pieredaczi informacji, izd. Nauka 1969.

[6] AVIEN O., KOGAN JA. : Matiematiczeskije modeli słożnych vyczislitielnych sistiem, Avtomatika i Tielemechanika 1/1971.

[7] BARANIUK W., WOROBIEW W. : Awtomatizirowannyje sistiemy uprawlienija sztabow i wojennych uczrieżdienij, Moskwa 1974.

[8] BARCZAK A. : Analiza procesów informacyjnych realizowanych na SD dywizji podczas przygotowania działań bojowych w oparciu o dane statystyczne otrzymane ze sztabów dywizji zmechanizowanych i pancernych, Zeszyt Naukowy ASG WP 4/1975.

[9] BARCZAK A. : Projekt Wstępny Polowego Zautomatyzowanego Podsystemu Dowodzenia Ogólnowojskowego Związku Taktycznego /PZPDO ZT/, cz. VII Wymagania na system techniczny PZPDO ZT, ID ASG WP 1974.

[10] BARCZAK A., KUŚNIERZ J. : Wymagania i ograniczenia na programy zadań użytkowych PZSD ZT w aspekcie potrzeb oprogramowania zarządzającego, ID ASG WP 1973.

[11] BARCZAK A. : Analiza procesów informacyjnych w polowym zautomatyzowanym systemie dowodzenia z wykorzystaniem symulacji komputerowej. Materiały na konferencję nt. "Zastosowanie symulacji na emc do badania systemów łączności", WAT 1976.

[12] BARTON R. : Wprowadzenie do symulacji i gier, WNT Warszawa 1974.

[13] BAZEWICZ M., POTRZ J. : Struktury i modele systemów wielodostępnych, Wrocław 1974.

[14] BAYES A.J. : A minimum variance sampling technigue for simulation models, Journal of the ACM, vol 19, Nr 4 October 1972.

[15] BIDZIŃSKI B. : Kierunki doskonalenia dowodzenia dywizją zmechanizowaną /pancerną/ w polu, Rozprawa habilitacyjna ASG WP 1975.

[16] BIDZIŃSKI B. : Istota współczesnego dowodzenia wojskami, MW 6/1973.

[17] BIELKIEWICZ P., PERKOWSKI P. : Modelowanie i eksperyment symulacyjny w projektowaniu systemów cyfrowych, Algorytmy IMM Warszawa 1974.

[18] BLOTNY J., CLARK S., ROINKET T. : On optimization of perfomance of time sharing systems by simulation, Comunications of the ACM, vol 15 Nr 6 June 1972.

[19] BRONSZTEIN O., WIEKLEROW E. : Ob odnom kłassie obsłużiwanija, Massowoje obsłużiwanije w sistiemach pieriedaczi informacji, Nauka Moskwa 1969.

[20] BRONSZTEIN O., RAJKIN A., RYKOW W. : Ob odnoliniejnoj sistiemie massowogo obsłużiwanija z potieriami, Techniczeskaja kibiernietika 4/1965.

[21] BRONSZTEIN O., RYKOW W. : Ob optimalnych prioritetach w sistiemach massowogo obsłużiwanija, Techniczeskaja Kibiernietika 6/1965.

[22] BRONSZTEIN o., ROZENTAL O. : Ob optimalnom prioritietnom obsłużiwanii w reżimie rozdielienija wremieni, Techniczeskaja Kibiernietika 4/1973.

[23] BUSLIENKO N. P. : Słożnyje sistiemy i imitacjonnyje modeli, Kibiernietika 6/1976.

[24] CHANG W. : Queiug analisis of real time computer processing,Managament Science, vol 15 Nr 11 July 1969.

[25] CHEŁSTOWSKI R. : Zastosowanie symulacji przy projektowaniu wyposażenia technicznego ośrodka przetwarzania informacji, Metody Cybernetyczne w zarzą - dzaniu IOiK PAN MSzWNiT Warszawa 1974.

[26] CIECIURA M., STASIERSKI J. : Szyfrowanie informacji, WPOiI 2/1975.

[27] CONWAY R. W. : Some tactical problems in digital simulation, Managament Science, vol 16,Nr 1 October 1968.

[28] CRUON R. : Problemy symulacji, Przegląd Organizacji 10/1972.

[29] CZACHORSKI A., WOLISZ A. : Priorytetowy mieszany regulamin obsługi zgłoszeń jednowymiarowych, Podstawy sterowania, T 4/Z 2, 1974.

[30] CZYLOK A. : Zastosowanie metody symulacji do analizy inwestycyjnych projektów rozwoju kopalni, Metody Cybernetyczne w zarzdązaniu IOiK PAN MSzWNiT Warszawa 1974.

[31] Dokumentacja i ewidencja w procesie maszynowego przetwarzania danych, cz. IV, SG 697/74.

[32] Doświadczenia i wnioski Śląskiego Okręgu Wojskowego w zakresie organizacji pracy sztabów w polu, Warszawa, Wrocław, SOW i ASG 1973.

[33] DRUŻYNIN W., KANTOROW D. : Idea Algorytmu, Decyzja, MON 1975.

[34] DUCH J. : Metody oceny systemów liczących, Informatyka 1/1974.

[35] ESTERIN G., KLEJNROCK L. : Measures, models and measurements for time Sharing computers utilities, Procedings of the 22-the National Conference Association for Computing Machinery.

[36] EVANS G. W., WALLACE G. F., SUTHERLAND G. L. : Symulacja na maszynach cyfrowych, WNT Warszawa 1973.

[37] FILAR W. : Elementy metodologii informatycznych systemów dowodzenia i kierowania, Szkoła Podstaw Inżynierii Systemów, Orzyszy 1976.

[38] FILAR W. : Badania operacyjne a problemy zaopatrywania, MON 1972.

[39] FILAR W., SIENKIEWICZ P. : Zasady budowy banku danych na kwatermistrzowskim stanowisku dowodzenia związku taktycznego, ID ASG 1974.

[40] FINE G., Mc ISAAC P. : Simulation of a time sharing system, Managament Science vol 12 Nr 6, February 1966.

[41] FORRESTER DŻ. : Osnowy kibiernietiki priedprijatija, izd. Progress Moskwa 1971.

[42] GAWĘDA O., SKURZAK W., WRZESIEŃ J. : Charakterystyka systemu wielodostępnego, WPOiI, 4/1975.

[43] GNIEDIENKO B., DANIJELJAN E., DIMITROW B., KILIMOW G., MATWIEJEW W. : Prioritietnyje sistiemy obsłużiwanija, Moskwa 1973.

[44] GOŁĄB Z., KOŁACZ S. : Współczesne dowodzenie wojskami, MON 1974.

[45] GOŁUBOWICZ J. : System segmentacji czasowej i pamięciowej obsługi zgłoszeń, Podstawy sterowania T 4/Z 4 1974.

[46] GORDON G. : Symulacja systemów, WNT Warszawa 1974.

[47] GRECZKO A. : Siły Zbrojne Państwa Radzieckiego, MON 1975.

[48] Informatyczny System Kierowania Uderzeniami Rakietowymi /Organizacja systemu/ SzWRiA MON Warszawa 1974.

[49] IWANOW D., SAWIELJEW W., SZEMAŃSKI : Zasady dowodzenia wojskami, MON 1973.

[50] JAKOWLEW E. : Maszinnaja imitacija, izd. Nauka Moskwa 1975.

[51] JAKUBOWSKI R., KRÓL J. : Formalizacja opisu struktury złożonych systemów, Podstawy sterowania T 4/Z 1 1974.

[52] JARZĄBEK T. : System procedur do programowania symulacji w języku ALGOL 60, CO PAN Warszawa 1974.

[53] KALMAN R., FALB P., ARBIB M. : Oczerki po matiematiczeskoj tieorii sistiem, Moskwa 1971.

[54] Kierunki doskonalenie dowodzenia dywizją w podstawowych rodzajach walki, A3G 1975.

[55] KIEZUN W. : Wpływ systemów informatycznych na organizację zarządzania, Metody Cybernetyczne w zarządzaniu, Warszawa 1974.

[56] KIISHNAMOORTHI B., WOOD R. : Time shared operations with both interarrival and servise times exponential, Journal of the ACM, vol 13/Nr 3 July 1966.

[57] KLEJNROCK L. : A delay dependent queue discipline, Noval Resarch Logistics Quarterly vol 11 Nr 4 December 1964.

[58] KOŁODZIŃSKI E., SUSKIEWICZ M. : Analiza i organizacja procesu zautomatyzowanego przetwarzania informacji o systuacji powietrznej. Rozprawa doktorska, WAT 1975.

[59] KOŁODZIŃSKI E., SUSKIEWICZ M. : Ocena poprawności wyników symulacji, WPOiI 4/1974.

[60] KONDRATOWICZ L. : Symulacja cyfrowa w języku GSL, CO PAN, PWN Warszawa 1974.

[61] KONOWRACKI T. : Symulator systemu sterowania zaopatrzeniem produkcji w narzędzia, Przegląd Organizacji 5/1975.

[62] KOWALCZYK E. : Człowiek w świecie informacji, Książka i Wiedza, Warszawa 1975.

[63] KOWALCZYK Z. : Modelowanie sieci łączności, rozprawa doktorska WAT 1971.

[64] KRUCZKOWSKI J., STOKALSKI A. : Komputerowe metody priorytetowania i przydziału resursów, WPOiI, 1/1975.

[65] KRUCZKOWSKI J., STOKALSKI A. : Optymalizacja operacyjna systemów elektronicznego przetwarzania danych, WPOiI 4/1974.

[66] KULESZYŃSKI L. : Dowodzenie wojskami a cybernetyka, MON Warszawa 1967.

[67] KULIKOWSKI J. L. : Algebra relacji jako narzędzie analizy struktur systemów informatycznych, Metody Cybernetyczne w zarządzaniu, Warszawa 1974.

[68] KULIKOWSKI J. L. : Teoretyczne podstawy organizacji systemów informatycznych, Archiwum Automatyki i Telemechaniki T. XV/Z 4 1970.

[69] KULIKOWSKI R. : Sterowanie w wielkich systemach, Warszawa 1970.

[70] LIPAJEV W., KOLIN K., SIERIEBROWSKIJ J. : Matiematiczieskoje obiespieczienije uprawlajuszczich CVM, Moskwa 1972.

[71] LIPAJEW W., BIEŁOKON A. : Srawnienie efektiwnosti prioritietnych disciplin dispieczierizacji rieszenija zadacz w uprawlajuszczich CVM, Techniczeskaja Kibiernietika 4/1973.

[72] ŁUKASZEWICZ R. : Dynamika systemów zarządzania, PWN Warszawa 1975.

[73] ŁUKASZEWICZ R. : Podstawy analizy dynamiki systemów zarządzania, wykłady na studium doktoranckim skrypt AGH, Kraków 1973.

[74] MARCZYŃSKI R., PULCZYN W., SOCHACKI J. : Język OSM, Aspekty wyboru języka do symulacji sprzętu, CO PAN Warszawa 1974.

[75] MAROŃSKI J. : Analiza systemów liczących metodą symulacji, Algorytmy IMM, Warszawa 1974.

[76] Materiały na konferencję nt. "Współczesne tendencje i kierunki doskonalenia dowodzenia wojskami w polu" SOW i ASG WP 1973.

[77] MESARDOWIC M. D. : Tieorija ierarchiczeskich mnogaurownienych sistiem, Moskwa 1974.

[78] Metody modelowania wojskowych systemów łączności z wykorzystaniem ETO, praca zbiorowa WAT 1972.

[79] MOWA W., PONOMARIENKO Ł. : Ob optimalnom naznaczenii prioritietow zawisjaczczich ot sostojanija obsłużiwajuszcziej sistiemy z ograniczienym czisłom miest dlia ożidanija, Techniczeskaja Kibiernietika 5/1974.

[80] MRÓZ W., : Kierowanie i organizacja pracy sztabowej w okresie pokoju, MON 1974.

[81] NAPIERAŁA M., POTRZ J. : Model symulacyjny do optymalizacji strategii remontowych dla wybranych obiektów w górnictwie odkrywkowym, Metody cybernetyczne w zarządzaniu IOiK PAN MSzWNiT Warszawa 1974.

[82] NAYLOR T. : Modelowanie cyfrowe systemów ekonomicznych, PWN Warszawa 1975.

[83] NOWAKOWSKI M. : Teoria działania: algebra celów i algebra sposobów, Prakseologia Warszawa 1/1975.

[84] NOWICKI Z. : Zautomatyzowane systemy dowodzenia i kierowania w armiach zachodnich, MON 1972.

[85] OLEKSIŃSKI S. : Organizacja, rozmieszczenie i przesuwanie punktów dowodzenia na szczeblach taktycznych, ASG 1971.

[86] Omówienie ćwiczenia "LATO - 74", Warszawa 1974.

[87] Oprogramowanie Maszyny Cyfrowej WMD, Urządzenia Transmisji Danych UTD-3a, Elwro Wrocław 1974.

[88] Oprogramowanie Wielodostępu, Europejski Program Badawczy Diebolda, Z 30 Warszawa 1972.

[89] OSZYWA W. i inni : Opracowanie i adaptacja metod wieloparametrowej optymalizacji struktury sieci telekomunikacyjnej za pomocą ETO, WAT 1972.

[90] OSZYWA W. i inni : Metody optymalizacji struktury sieci łączności z alternatywnym kierowaniem ruchu, WAT 1973.

[91] PEŁECH A. : Symulacyjny model sekwencyjnego procesu decyzyjnego w kierowaniu przedsięwzięciem, Metody Cybernetyczne w Zarządzaniu, IOiK PAN MSzWNiT Warszawa 1974.

[92] PERKOWSKI P., HOJDA J. : Język ZAM - GPSS, Instrukcja programowania, Instytut Maszyn Matematycznych, Warszawa 1971.

[93] Podstawowe Założenia Projektu Wstępnego Eksperymentalno-Użytkowego Polowego Zautomatyzowanego Systemu Dowodzenia Związku Taktycznego, Materiał na posiedzenie Rady MON d/s Systemów Kierowania, ASG 1974.

[94] Polowy Zautomatyzowany Podsystem Dowodzenia Tyłami Związku Taktycznego, ID ASG 1974, Praca wykonana pod kier. naukowym W. FILARA.

[95] POŁUDNIK K., SOŁTAN T. : Symulacja komputerowa procesów kształtowania zapasów, Metody Cybernetyczne w Zarządzaniu, IOiK PAN MSzWNiT, Warszawa 1974.

[96] Projekt koncepcyjny Polowego Zautomatyzowanego Systemu Dowodzenia Związku Taktycznego /PZSD ZT/, ASG 1972.

[97] Projekt wstępny Polowego Zautomatyzowanego Podsystemu Dowodzenia Ogólnowojskowego Związku Taktycznego cz. I, ASG 1974.

[98] Przekazywanie wiadomości technicznymi środkami łączności cz. V, Sztab Gen. 763/76.

[99] RADZIKOWSKI W. : Zastosowanie metod symulacyjnych w średniookresowym planowaniu w skali branży przemysłu, OBRI Warszawa 1975.

[100] ROGUCKI A. : Analiza systemów w planowaniu obrony, MON 1975.

[101] ROGUCKI A. : System i główne sposoby jego odwzorowania, WPE MON 1/1975.

[102] SAATI T. : Elementy tieorii massowogo obsłużiwanija, Sowietskoje Radio, Moskwa 1971.

[103] SADOWSKI W. N. : Niekotoryje principialnyje problemy postrojenija obszcziej tieorii sistiem, Moskwa 1972.

[104] SCHRAGE L. : A mixed - priority queue with applications to the analysis of real-time systems, Operations Research vol 17 Nr 4 July-August 1969.

[105] SĚDIVY M. : Optymalizacja sieci transmisji danych o strukturze wielopunktowej, Materiały z konferencji nt. "Sieci Komputerowe", PAN Komitet Informatyki, Wdzydze 1973.

[106] SIENKIEWICZ P. : Istota symulacji jako metody badawczej, MW 8/1975.

[107] SIENKIEWICZ P. : Systemy Informatyczne MW 4/1975.

[108] SIENKIEWICZ P. : Zasady budowy i wykorzystania banku danych w informatycznym systemie zarządzania, Metody Cybernetyczne w Zarządzaniu, IOiK PAN WSzWNiT, Warszawa 1974.

[109] SIERADZAN R., PUCHALSKI F., HĄCEL E. : Transmisja danych w systemach informatycznych, MON 1975.

[110] SMOLEN G. : A near concept in time sharing dedicoted systems share on computer, Computers and Automa - tion, vol 11 Nr 10 1968.

[111] SOKOŁOWSKI S. : Decyzja a działanie, MON 1975.

[112] SUSKIEWICZ M., KOŁODZIŃSKI E. : Symulacyjne metody badania systemów masowej obsługi, WPOiI 2/1974.

[113] Symulacyjne metody badań niezawodności systemów technicznych, Materiały na "Szkołę Zimową - 75", OPT Katowice 1975.

[114] Taktiko-Techniczeskije Triebowanija Otnosjaszczijesja k Jedinoj Sistiemie Swjazi Awtomatizirowannoj Sistiemy Uprawljenija /Suchoputnymi/ Wojskami, GSzWP.

[115] WALA K. : Symulacja cyfrowa złożonych systemów produkcyjnych, Metody Cybernetyczne w Zarządzaniu, Warszawa 1974.

[116] WATSON R. : Time sharing systems design concepts 1973.

[117] WĘGRZYN S. : Zarys podstaw kierowania, Systemy operacyjne czasu rzeczywistego, Podstawy Sterowania T 3, Z 4, 1973.

[118] WIŃKOWSKI . : Programowanie symulacji procesów, WNT Warszawa 1974.

[119] WOLISZ A., CZACHÓRSKI T. : Systemy obsługi priorytetowej zbioru źródeł jednowymiarowych, Podstawy Sterowania T 3, Z 4, 1973.

[120] VOLK W. : Statystyka stosowana dla inżynierów WNT 1973.

[121] Współczesne tendencje i kierunki doskonalenia dowodzenia dywizją w warunkach polowych, ASG 1975.

[122] Wstępna analiza wyników badań pracy organów dowodzenia - dywizji /pułku/ w zakresie planowania, organizacji i kierowania oddziałami /pododdziałami/ w natarciu i obronie, Ćwicz. "RYS", ASG 1974.

[123] Wstępne wymagania taktyczno-techniczne na zestaw urządzeń zdalnego przetwarzania danych krypt. "JASKIER-531", SzWŁ MON Warszawa 1974.

[124] Wykaz oprogramowania maszyny cyfrowej WMD i WMK, Elwro Wrocław 1974.

[125] Zasady i metody utajniania, MON 1971.

[126] ZIELIŃSKI R. : Generatory liczb losowych, programowanie i testowanie na maszynach cyfrowych, WNT Warszawa 1972.

[127] ŻYDOWO J. : Zastosowanie metody symulacji cyfrowej do planowania produkcji jednostkowej /na przykładzie stoczni/, OBRI, Warszawa 1973.

BIBLIOTEKA GŁÓWNA - ARCHIWUM
Akademii Obrony Narod...
Nr 11664