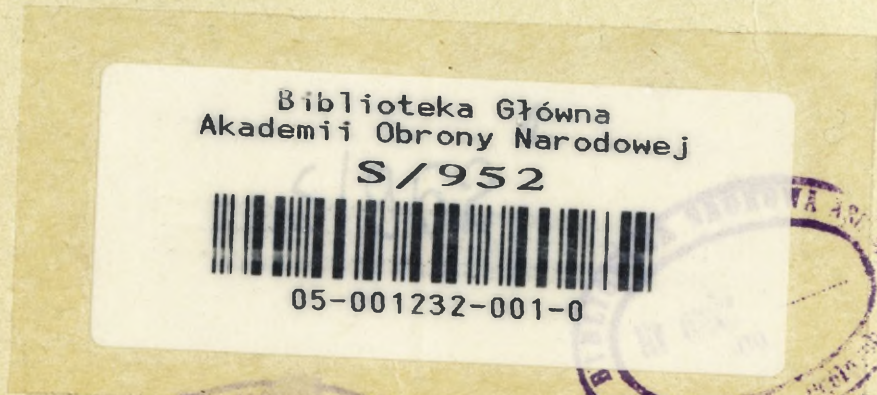


**AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO WP**

INSTYTUT BADAŃ STRATEGICZNO-OBRONNYCH

Do użytku służbowego

**OGÓLNY PROJEKT KONCEPCYJNY SYMULACYJNEGO  
KOMPUTEROWEGO MODELU SYSTEMU ŁĄCZNOŚCI  
JAKO ELEMENTU MODUŁU „KIEROWANIE”**



12839



**AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO WP**

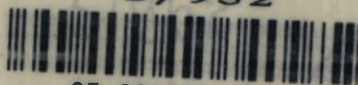
**INSTYTUT BADAŃ STRATEGICZNO-OBRONNYCH**

Do użytku służbowego

**OGÓLNY PROJEKT KONCEPCYJNY SYMULACYJNEGO  
KOMPUTEROWEGO MODELU SYSTEMU ŁĄCZNOŚCI  
JAKO ELEMENTU MODUŁU „KIEROWANIE”**

Biblioteka Główna  
Akademii Obrony Narodowej

S/952



05-001232-001-0



12839

WARSZAWA

1986

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO WP  
im.gen.broni K.Świerczewskiego

---

Do użytku służbowego



ppłk prof.dr hab.inż. Piotr SIENKIEWICZ  
ppłk.doc.dr hab. Waldemar BRZOSTEK  
ppłk dr Andrzej WŁODARSKI

"OGÓLNY PROJEKT KONCEPCYJNY SYMULACYJNEGO KOMPUTEROWEGO  
MODELU SYSTEMU ŁĄCZNOŚCI JAKO ELEMENTU MODUŁU "KIEROWANIE"

5/952<sup>1</sup>



---

Warszawa, 1986

## 1. Wprowadzenie

- 1.1. Zgodnie z przyjętymi ustaleniami prace nad modułem KIEROWANIE podzielono na etapy związane z projektowaniem poszczególnych cząstkowych symulacyjnych komputerowych modeli określonych podsystemów SK.
- 1.2. W pierwszej kolejności opracowano ogólny model koncepcyjny systemu łączności, realizującego funkcje zbierania i przesyłania informacji pomiędzy określonymi nadawcami i odbiorcami informacji.
- 1.3. Rozpatrywany jest system łączności radiowej i/lub przewodowej, który zaspakaja potrzeby informacyjne określonych użytkowników (osób funkcyjnych, organów decyzyjnych).
- 1.4. W modelu odwzorowywane są realne warunki działania systemu w postaci tzw. procesów wymuszeń (różnorodnych losowych zakłóceń).
- 1.5. Opracowano model łączności w konwencji systemu obsługi masowej. Jest to model stochastyczny, tj. odwzorowujący stochastyczne (losowe) procesy zgłoszeń, wymuszeń, obsługi itp.
- 1.6. Zaprojektowano liczne procedury statystycznego opracowania danych wyjściowych, pozwalające na obliczanie wartości pożądaných wskaźników oceny efektywności.
- 1.7. Za pomocą modelu mogą być badane różne warianty organizacji i technicznego wyposażenia systemu łączności.

## 2. Opis symulacyjnego komputerowego modelu systemu łączności

- 2.1. Model systemu łączności z reguły przedstawia się w postaci grafu spójnego, skierowanego i symetrycznego, którego wierzchołkom odpowiadają węzły łączności /Wł/, a łukom wiązki kanałów /WK/ łączących te węzły.
- 2.2. Przy konstrukcji modelu przyjęto następujące założenia i ograniczenia:
  - a) Maksymalna liczba węzłów łączności (ściśle uzależniona od mocy obliczeniowych komputera) może wynosić od kilkunastu do kilkudziesięciu węzłów;

- b) Każdy węzeł łączności może występować jako:
- źródło obciążenia w postaci strumienia zgłoszeń - jest to źródło obciążenia (Wł początkowy);
  - odbiornik wiadomości (Wł końcowy);
  - komutacyjny nazywany często tranzytowym (Wł tranzytowy).
- c) Połączenia węzłów dokonywane są kolejno:  
Wł początkowy - Wł końcowy bądź Wł początkowy - Wł tranzytowy ... - Wł końcowy.
- d) Przychodzące zgłoszenia są zapamiętywane w węzłach łączności.
- e) W każdym Wł znajduje się informacja o wolnych, zajętych i uszkodzonych - wyjściowych kanałach łączności.
- f) Czas połączeń w węzłach łączności uważa się za bardzo krótki w porównaniu z czasami innych czynności w sieci łączności i pomija się go.
- g) Węzły łączności traktuje się jako niezależne.

2.3. Działanie modelu systemu łączności jest odzwierciedleniem procesów pojawiania się zgłoszeń/generowania źródeł-początkowych i końcowych Wł oraz ich obsługi związanej z rozstawianiem łączy, określeniem ich dostępności oraz zablokowaniem łączy na czas przekazywania wiadomości, bądź zapisaniem zgłoszenia do kolejki, bądź stratę zgłoszenia w zależności od przyjętej dyscypliny obsługi.

2.4. Śledzenie zachowania się zgłoszeń w poszczególnych relacjach łączności jest możliwe dzięki obserwowalności i mierzalności atrybutów zgłoszenia, którymi są:

- czas nadejścia zgłoszenia;
- źródło zgłoszenia /Wł początkowy/;
- odbiornik wiadomości /Wł końcowy/
- rodzaj emisji;
- czas trwania zgłoszenia;
- czas zakończenia zgłoszenia /seansu łączności/.

- 2.5. Model działania systemu łączności jest więc uporządkowaną reprezentacją procesów pojawiania się, obsługiwania i znikania zgłoszeń oraz ich wzajemnych powiązań, obserwowanych w określonych chwilach czasowych zwanych czasem symulacyjnym.
- 2.6. Zakłada się, że model funkcjonowania systemu łączności powinien posiadać budowę modułarną. Modularność modelu ma uzasadnienie logiczne -zapewnia elastyczną realizację procesów, umożliwia wszechstronne badanie modelu oraz jego modyfikowanie w sposób nie wywierający wpływu na opracowanie innych modułów.
- 2.7. W przedstawionej koncepcji modelu /rys.1/ wyróżniono dwa typy modułów - systemowe i pomocnicze. Moduły systemowe modelują określone funkcje /operacje/ logiczne systemu i jego elementów, reprezentują pewną część badanego systemu i jego otoczenia.
- 2.8. Moduły pomocnicze mimo że są integralną częścią modelu, nie reprezentują funkcji systemu w sposób bezpośredni. Są one modułami niesystemowymi, specyficznymi wyłącznie dla modelu, a nie systemu /np. generatory liczb losowych/.
- 2.9. Do modułów systemowych należą :
- a) moduł główny /procesor/ ;
  - b) moduł generacji zgłoszeń i określania ich atrybutów;
  - c) moduł generacji wymuszeń zewnętrznych i wewnętrznych systemu;
  - d) moduł obsługiwania zgłoszeń;
  - e) moduł likwidacji zgłoszeń.
- 2.10. Do modułów pomocniczych zaliczono:
- a) moduł wprowadzania i wstępnej obróbki danych wejściowych;
  - b) moduł gromadzenia i opracowywania danych o badanym systemie;
  - c) moduł wyprowadzania danych wyjściowych.
- 2.11. Moduł główny (procesor) . Przeprowadza model przez kolejne procesy pojawiania się, obsługiwania i likwidowania zgłoszenia oraz zapewnia wykonanie niezbędnych obliczeń związanych z wyznaczaniem wskaźników sprawności działania systemu.

## 2.12. Moduł generacji zgłoszeń i określania ich atrybutów

Moduł ten stanowi sekwencję submodułów oraz pewnych procedur obliczeniowych. W module tym są realizowane operacje:

- generowanie interwału czasowego /generator rozkładu wykładniczego/ pomiędzy zgłoszeniami o numerach  $z$  i  $z-1$  jako  $\Delta t_{z, z-1}$ ;

- obliczenie czasu nadejścia zgłoszenia z zależności

$$t_{nz} = t + \Delta t_{z, z-1}$$

- generowanie czasu trwania zgłoszenia na podstawie przyjętego rozkładu bądź dystrybuanty empirycznej.

## 2.13. Moduł generacji wymuszeń zewnętrznych i wewnętrznych systemu.

Moduł ten generuje rodzaj jednego z niżej wymienionych wymuszeń na podstawie zadanej dystrybuanty empirycznej tj.:

- wymuszenia wynikające z zakłóceń pochodzących od środków łączności własnych i nieprzyjaciela;
- wymuszenia wynikające z działań bojowych; zwijanie rozwijanie, przemieszczanie środków łączności ;
- wymuszenia wynikające ze zmian warunków propagacji fal radiowych;
- wymuszenia wynikające z błędów dokumentacji eksploatacyjnej ;
- wymuszenia wynikające ze stresów i zmęczenia załóg;
- wymuszenia wynikające z uszkodzeń i zniszczenia środków łączności;
- wymuszenia wynikające z wybuchów jądrowych;
- wymuszenia wynikające z zakłóceń celowych nieprzyjaciela.

## 2.14. Moduł obsługi zgłoszeń

Moduł ten sprawdza dostępność drogi połączeniowej i w przypadku jej dostępności określa czas jej zajętości równy czasowi trwania zgłoszenia. Natomiast w przypadku jej niedostępności określa przyczynę, tj. zajętość przez

ważniejsze zgłoszenie, bądź działanie jednego z wyżej wymienionych wymuszeń, bądź możliwość przekazania wiadomości inną drogą. W przypadku braku takiej możliwości wpisuje zgłoszenie do kolejki zgłoszeń oczekujących bądź likwiduje go wpisując do rejestru zgłoszeń straconych.

#### 2.15. Moduł likwidacji zgłoszenia

Uaktywnienie modułu następuje każdorazowo po określeniu czasu nadejścia kolejnego zgłoszenia  $t_{nz}$ . W wyniku działania tego modułu zostają wykreślone z "tablicy zgłoszeń w toku" wszystkie zgłoszenia, których czas zakończenia jest mniejszy od czasu nadejścia aktualnego zgłoszenia, oraz wykreślenie z rejestru zgłoszeń oczekujących na obsługę w kolejce tych zgłoszeń, które się zdezaktualizowały.

#### 2.16. Moduły gromadzenia i opracowania danych o badanym systemie oraz wyprowadzenia danych wyjściowych

realizują operacje związane z aktualizowaniem zbiorów statystycznych opisujących strony systemu związane z generowanym ruchem, jak i jego obsługą pozwalające na określenie w czasie symulowanym między innymi:

- a) liczbę wygenerowanych zgłoszeń w całym systemie i w poszczególnych relacjach;
- b) liczbę zgłoszeń obsłużonych;
- c) liczbę zgłoszeń nieobsługiwanych z podaniem przyczyny;
- d) liczbę jednocześnie czynnych rodzajów łączności;
- e) przerwy włączności w poszczególnych relacjach i przyczyny ich występowania;
- f) współczynnik efektywności funkcjonowania systemu łączności jako stosunek liczby obsłużonych zgłoszeń do liczby zgłoszeń wygenerowanych;
- g) współczynnik obciążenia poszczególnych relacji jak i całego systemu mierzony stosunkiem czasu zajętości wynikającej z obsługi zgłoszeń do czasu symulowanego.
- h) inne informacje opisujące stan systemu w dowolnym momencie czasu symulowanego (np. przeciętny czas realizacji dowolnego zadania).

2.17. Moduł wprowadzania i wstępnej obróbki danych wejściowych

Moduł zapewnia wprowadzenie danych wejściowych opisujących system łączności, bądź ich aktualizacji jak również dokonuje ich wstępnej obróbki w postaci przygotowania dystrybuant empirycznych z zakresu obciążenia ruchu w poszczególnych relacjach, niezbędnych do generowania odstępu czasowego oraz źródeł zgłoszeń.

2.18. Submoduł generowania odstępu czasowego pomiędzy dwoma kolejnymi zgłoszeniami.

Odstępy czasowe  $\Delta t_{z,z-1}$  uzyskuje się z generatora liczb losowych o rozkładzie wykładniczym. Parametr rozkładu wyznacza się na podstawie wektora natężenia ruchu a oraz średniego czasu trwania zgłoszenia  $\bar{T}_r$

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^K a_i}{T_r}$$

2.19. Submoduł generowania źródła zgłoszenia

Moduł ten generuje liczby całkowite z przedziału  $/1, k/$ , które są numerami węzłów łączności.

Prawdopodobieństwo zdarzenia, że relacja k będzie źródłem zgłoszenia określa zależność:

$$P_k = \frac{a_k}{\sum_{i=1}^K a_i}$$

## 2.20. Submoduł czasu trwania zgłoszenia

Czas trwania zgłoszenia  $t_r$  uzyskuje się na podstawie dystrybuanty oraz liczb  $L_g$  uzyskiwanych z generatora liczb losowych o rozkładzie równomiernym na przedziale  $/0,1/$ . Dystrybuanta empiryczna po rozpisaniu przyjmuje postać:

$$[t_{1,p_1}, \dots, t_{w,p_w}, \dots, t_{n,p_n}]$$

gdzie:

$$P_w = P / t_r \leq t_w / t_r = 1 - e^{-\frac{1}{t_r} t_w}$$

Jeśli  $L_g$  jest liczbą losową z generatora rozkładu równomiernego, wówczas :

$$t_r = t_w \text{ wtedy i tylko wtedy gdy } P_w = L_g$$

2.21. Zachowanie się poszczególnych modułów w trakcie realizacji eksperymentu symulacyjnego można prześledzić na przedstawionym schemacie algorytmu symulacji systemu łączności.

## Dane wejściowe

### a/ Dane opisujące sieć łączności

LR - liczba relacji  $\leq 200$  - zmienna typu I

Dla każdej relacji  $i = 1, \dots, LR$

NR<sub>i</sub> - nr relacji - zmienna typu I

LK<sub>i</sub> - liczba korespondentów - zmienna typu I

A<sub>i</sub> - natężenie ruchu - zmienna typu R

RE - rodzaj emisji - zmienna typu I

RM<sub>i</sub> - minimalna długość linii łączności - zmienna typu R

RMA<sub>i</sub> - maksymalna długość linii łączności - zmienna  
typu R

PU<sub>i</sub> - moc promieniowania - zmienna typu R

Dla każdego korespondenta w sieci  $j = 1, \dots, LK_i$

$\left. \begin{matrix} x_{ij} \\ y_{ij} \end{matrix} \right\}$  współrzędne punktów rozmieszczenia  
radiostacji - zmienne typu R

### b/ Dystrybuanty czasu trwania zgłoszeń w zależności od rodzaju emisji

$[t_i', p_i']$   $i=1, 20$

$[t_i'', p_i'']$   $i=1, 20$

$[t_i''', p_i''']$   $i=1, 20$

- zmienne typu R

### c/ Dystrybuanta rodzaju wymuszeń

$[w_i, p_i]$   $i=1, 10$

### d/ Prawdopodobieństwo występowania poszczególnych wymuszeń

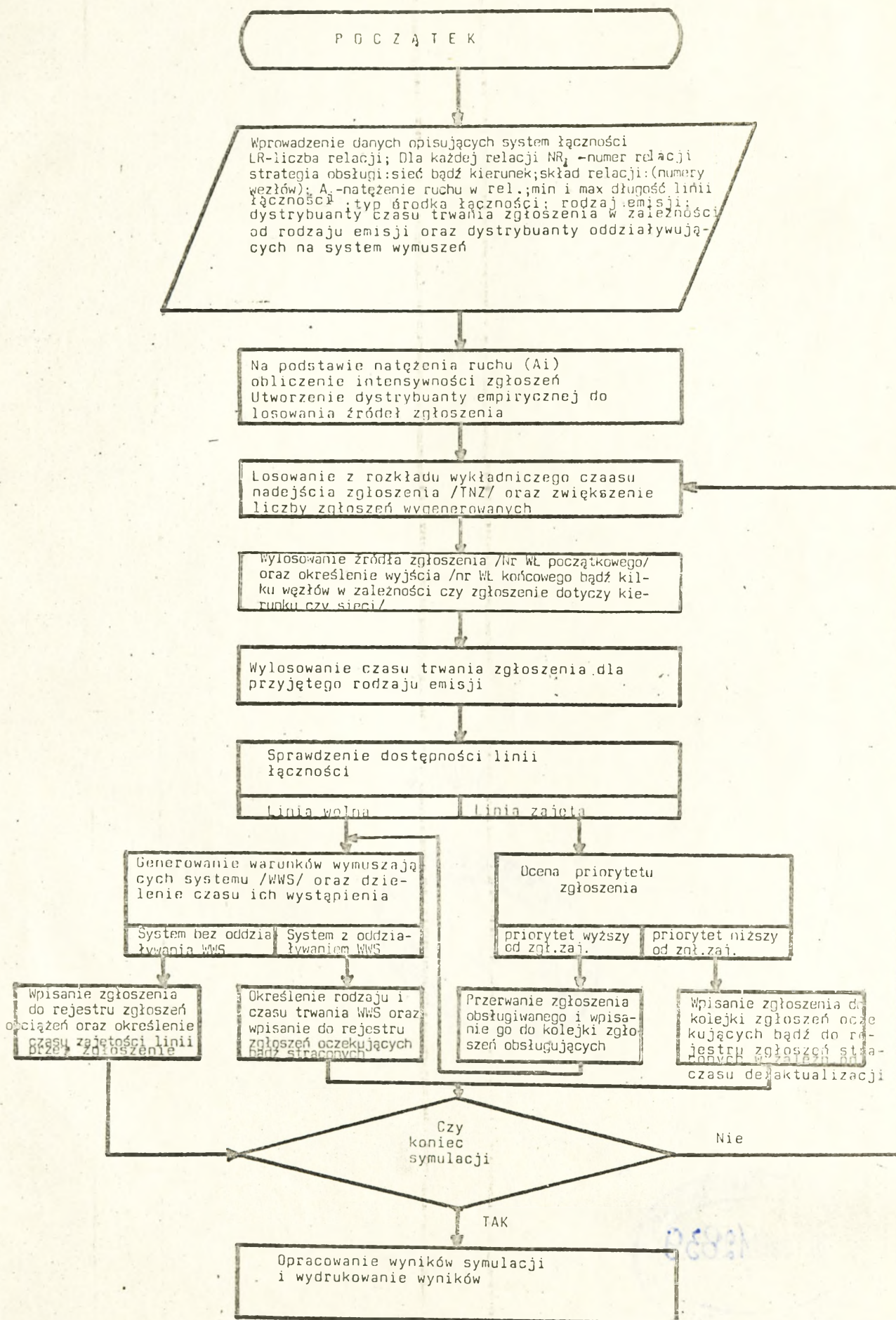
$[p_i]$   $i=1, 10$  - zmienne typu R

### e/ Średni czas trwania zgłoszenia w sieci

$\bar{T}$  - zmienna typu R

### 3. Uwagi końcowe

- 3.1. Symulacyjny komputerowy model systemu łączności był przedmiotem weryfikacji logicznej, a także wstępnych eksperymentów. Uzyskano poprawne rezultaty, odpowiadające założonym celom modelowania SK.
- 3.2. Przewiduje się w 1987 r. oprogramowanie modelu w języku FORTRAN i dokonanie eksperymentów symulacyjnych na EMC IRIS-80.
- 3.3. W 1987 r. zostanie ponadto opracowany projekt koncepcyjny symulacyjnego komputerowego modelu systemu rozpoznania; model zostanie oprogramowany w 1988 r.
- 3.4. W 1988 r. zostanie opracowany projekt koncepcyjny systemu informatycznego oraz systemu dezinformowania. Modele tych systemów zostaną oprogramowane w 1989 r.
- 3.5. W 1989 r. zostanie opracowany pełny, kompleksowy model systemu kierowania, stanowiący integrację w/w modeli cząstkowych.
- 3.6. Na przełomie 1989/1990 r. przeprowadzone zostaną eksperymenty ze zintegrowanym modelem systemu kierowania jako modułem ogólnego MODELU-1.



Rys. Algorytm programu symulacyjnego w systemie łączności

1232

