

Grey Scale #13



Part Code ST1316
DANES-PICTA.COM

A 1 2 3 4 5 6 M 8 9 10 11 12 13 14 15 B 17 18 19



AKADEMIA
SZTABU GENERALNEGO
IM. GENERAŁA BRONI
KAROLA ŚWIERCZEWSKIEGO

~~SECRET~~
~~SECRET~~
~~SECRET~~
TAJNE
Egz. nr 1

Pplk mgr inż. Kazimierz ZIOMEK

WPLYW ZAUTOMATYZOWANYCH
SYSTEMÓW DOWODZENIA I ŁĄCZNOŚCI
NA EFEKTYWNOŚĆ DOWODZENIA
DYWIZJĄ (DZ, DPanc)

Rozprawa doktorska



12189

WARSZAWA 1986





**AKADEMIA
SZTABU GENERALNEGO**
IM. GENERAŁA BRONI
KAROLA ŚWIERCZEWSKIEGO

~~TAJNE~~

Egz. nr 1

Pplk mgr inż. Kazimierz ZIOMEK

WPLYW ZAUTOMATYZOWANYCH
SYSTEMÓW DOWODZENIA I ŁĄCZNOŚCI
NA EFEKTYWNOŚĆ DOWODZENIA
DYWIZJĄ (DZ, DPanc)

Rozprawa doktorska



12189

WARSZAWA 1986

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO WP
im. gen. broni Karola Świerczewskiego

Przeł. Prot. 179/21.08.95
Ok

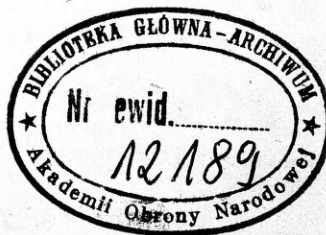
~~XXXXXXXXXX~~
~~XXXXXXXXXX~~
~~XXXXXXXXXX~~
Egz. nr. 1.

ppłk mgr inż. Kazimierz ZIOMEK



WPLYW ZAUTOMATYZOWANYCH SYSTEMÓW DOWODZENIA
I ŁĄCZNOŚCI NA EFEKTYWNOŚĆ DOWODZENIA
DYWIZJĄ /DZ, DPANC/

Rozprawa doktorska



Opracowana pod kierownictwem
naukowym płk. prof. dr. hab.
Piotra SIENKIEWICZA

S P I S T R E Ś C I

W S T Ę P

RODZIAŁ PIERWSZY

ZWIĄZKI I WSPÓLZALEŻNOŚCI MIĘDZY EFEKTYWNOŚCIĄ SYSTEMU DOWODZENIA A EFEKTYWNOŚCIĄ SYSTEMU ŁĄCZNOŚCI NA SZCZEBLU DYWIZJI.

- 1.1. Efektywność systemów działania - podstawowe
pojęcia i założenia teorii efektywności
systemów działania 20
- 1.2. Efektywność systemów dowodzenia - determinanty
i wskaźniki oceny efektywności dowodzenia..... 32
- 1.3. Analiza efektywności systemu informacyjnego
procesu dowodzenia 48
 - 1.3.1. System łączności i system przetwarzania
informacji - podstawowe podsystemy systemu
dowodzenia 48
 - 1.3.2. Efektywność systemu łączności z punktu
widzenia potrzeb systemu dowodzenia 58
 - 1.3.3. Efektywność systemów automatycznego
przetwarzania informacji 83
- 1.4. Wybór wskaźników oceny efektywności systemu
łączności - determinant efektywności
systemu dowodzenia dywizją 87
- 1.5. Wnioski 99

ROZDZIAŁ DRUGI

ANALIZA PROCESU DOWODZENIA Z WYKORZYSTANIEM ZAUTOMATYZOWANEGO SYSTEMU DOWODZENIA DYWIZJI /DZ, DPanc/.

- 2.1. Potrzeby i możliwości zastosowania informatyki w procesie dowodzenia wojskami103
- 2.2. Charakterystyka zautomatyzowanego systemu dowodzenia wojskami dywizji - PASUW-ZT122
 - 2.2.1. Struktura organizacyjna PASUW-ZT 122
 - 2.2.2. Wyposażenie techniczne PASUW-ZT 127
- 2.3. Technologia procesu dowodzenia w zautomatyzowanym systemie dowodzenia 148
- 2.4. Analiza operatywności dowodzenia jako głównego wskaźnika efektywności systemu dowodzenia 162
 - 2.4.1. Analiza operatywności dowodzenia w aktualnym systemie dowodzenia dywizji 163
 - 2.4.2. Analiza operatywności dowodzenia w zautomatyzowanym systemie dowodzenia - PASUW-ZT 184
- 2.5. Rola człowieka w zautomatyzowanym systemie dowodzenia w aspekcie wzrostu efektywności dowodzenia.. 206
- 2.6. Wnioski 216

ROZDZIAŁ TRZECI

ANALIZA WYRÓŻNIONYCH WSKAŹNIKÓW EFEKTYWNOŚCI SYSTEMU ŁĄCZNOŚCI W ASPEKcie ICH WPŁYWU NA EFEKTYWNOŚĆ DOWODZENIA DYWIZJĄ.

- 3.1. Analiza i ocena trwałości systemu łączności dywizji /DZ, DPanc/ 219

3.1.1. Żywotność systemu łączności dywizji	219
3.1.2. Analiza i ocena wskaźnika efektywności wynikającego z kryterium niezawodności systemu łączności dywizji	247
3.1.3. Odporność systemu łączności dywizji na zakłócenia radioelektroniczne	255
3.2. Analiza skrytości i bezpieczeństwa łączności w systemie łączności dywizji	273
3.2.1. Skrytość systemu łączności dywizji	274
3.2.2. Ocena skrytości systemu łączności w obecnym systemie dowodzenia dywizji	279
3.2.3. Analiza i ocena skrytości systemu łączności w zautomatyzowanym systemie dowodzenia	283
3.2.4. Odporność systemu łączności dywizji na rozpoznanie radioelektroniczne przeciwnika	290
3.3. Analiza wierności informacji przekazywanej w systemie łączności dywizji	296
3.4. Uogólniony wskaźnik efektywności dowodzenia dywizji - ocena porównawcza efektywności w przypadku systemu dowodzenia obecnego i zauto- matyzowanego PASUW-ZT	300
3.5. Wnioski	303
ZAKOŃCZENIE	307
SPIS LITERATURY	313
WYKAZ ZAŁĄCZNIKÓW	325

W S T Ę P

Na obecnym etapie rozwoju metod i środków dowodzenia /kierowania/ siłami zbrojnymi wydatnia się - w porównaniu z okresem minionym - coraz szybsze nadążanie za jakościowymi zmianami środków walki. Jest to zjawisko z wojskowego punktu widzenia bardzo pożądane i stanowi efekt dotychczasowych prac specjalistów wojskowych, zajmujących się problemami zmniejszenia dysproporcji między realnymi możliwościami taktyczno-technicznymi środków walki, a szansami ich wykorzystania /kierowania/ na współczesnym polu walki.

Zakres informacji, jakie sztaby powinny przetwarzać, od okresu II wojny światowej wielokrotnie wzrósł, a czas na przygotowanie decyzji znacznie się skrócił. W wyniku tego wielokrotnie wzrosły wymagania w odniesieniu do wydajności intensywności pracy dowódców i sztabów. Sprostanie tym wymaganiom przez zwykłe rozszerzenie aparatu organów dowodzenia jest niemożliwe, gdyż wymagałoby bardzo dużego wzrostu ich liczebności. Organizacja efektywnej pracy wewnątrz tak dużych organizmów byłaby również niełatwym zadaniem. Jedynym wyjściem z zaistniałej sprzeczności jest szerokie zastosowanie środków automatyzacji, a przede wszystkim elektronicznych maszyn liczących.

Żyjemy w czasach, w których automaty i automatyczne systemy stają się coraz powszechniejsze. Automatyzacja nie ominęła również wojska, a przede wszystkim procesów dowodzenia wojskami, posługujących się nowoczesną techniką i zautoma-

tyzowanymi lub automatycznymi środkami walki.

W zautomatyzowanych systemach dowodzenia na szczególną uwagę zasługują poszczególne środki automatyzacji, elektroniczne maszyny cyfrowe oraz zautomatyzowany, zintegrowany system łączności. Współczesna technika informatyczna i łączności pozwala na przekazywanie, sprawdzanie, zapytywanie, ocenianie i przedstawianie mnóstwa danych w dogodnej do przyjęcia postaci, przy czym czas ich opracowania może być dostatecznie krótki.

Istotą systemu zautomatyzowanego jest zastępowanie człowieka przy wykonywaniu niemal wszystkich pracochłonnych i czasochłonnych czynności niezbędnych do podjęcia ostatecznej decyzji. Zautomatyzowanym systemem dowodzenia nazwiemy zespół połączonych organizacyjnie i technicznie środków działających automatycznie, elektronicznych maszyn cyfrowych oraz nowoczesnych środków łączności, który umożliwia zbieranie, opracowywanie, gromadzenie, wydawanie i przesyłanie informacji operacyjnych służących do rozwiązywania zadań związanych z dowodzeniem wojskami /siłami i środkami będącymi w ich dyspozycji/.

Z pomocą zautomatyzowanego systemu dowodzenia można dokonywać bardziej skomplikowanego opracowania danych, jak porównanie, przeciwstawienie, ocena, uogólnienie. Wszystko to uwalnia ludzi od liczenia i innych trudnych prac mechanicznych oraz umożliwia skupienie potencjału umysłowego dowódcy na rozwiązywaniu zasadniczych zadań w zakresie dowodzenia wojskami. Całkowite uwolnienie z funkcji elementarnych, pomocniczych, nie związanych z pracą intelektu - sprzyja wzrostowi twórczej,

aktywności dowódców i sztabów, a tym samym zwiększa efektywność dowodzenia wojskami. Należy jednak podkreślić, że podjęcie decyzji pozostanie zawsze domeną człowieka.

Przy budowie zautomatyzowanych systemów dowodzenia wykorzystuje się elektroniczną technikę obliczeniową, elektroniczne urządzenia transmisji danych, nowoczesne środki łączności oraz wiele innych pomocniczych urządzeń elektronicznych. Rozwój tych urządzeń jest możliwy dzięki szybkiemu rozwojowi elektroniki, a w szczególności technologii półprzewodnikowych i układów scalonych wielkiej skali integracji.

Środki automatyzacji to element systemu uzbrojenia. Powinny one być efektywne, niezawodne i proste w obsłudze. Skala i charakter współczesnych działań bojowych determinuje rozwój nowych, coraz efektywniejszych systemów dowodzenia. Ogólnie wiadomo, że efektywne dowodzenie wojskami we współczesnych warunkach jest możliwe tylko za pomocą środków automatyzacji. Minister Obrony ZSRR, marszałek Andrej Greczko w 1971 roku stwierdził : "Szczególnej aktualności nabiera zadanie opanowania naukowych metod dowodzenia wojskami w oparciu o nowe środki techniczne. Dowodzenie wojskami powinno być doskonałe w miarę osiągnięć postępu naukowo-technicznego"¹/.

Rozkaz ministra obrony narodowej SZ PRL do szkolenia sił zbrojnych w 1984 roku między innymi nakazuje :

" Skoncentrować wysiłki badawcze na zadaniach priorytetowych ... doskonaleniu systemów dowodzenia. Poprawić organizację, styl i metody pracy oraz skuteczność działania systemów dowodzenia wszystkich szczebli".

1. W. Drużynin, D. Kontrow: "Idea, algorytm, decyzja". MON W-wa 1975.

Problem doskonalenia systemu dowodzenia jest problemem obecnie wiodącym i aktualnym ze względu na wdrażanie do naszych wojsk pierwszych zautomatyzowanych systemów dowodzenia dla potrzeb szczebla taktycznego. Problemem tym zajmuje się teoria dowodzenia. Teoria dowodzenia obejmuje następujące, wzajemnie ze sobą powiązane specjalności /części/: [123]

- teoretyczne podstawy dowodzenia,
- systemy dowodzenia i kierowania środkami walki,
- organy dowodzenia,
- techniczne podstawy dowodzenia,
- metodologiczne podstawy oceny efektywności dowodzenia wojskami i kierowania środkami walki.

Wiedza w zakresie dowodzenia na obecnym etapie pozwala wyróżnić, między innymi następujące prawa w sferze dowodzenia:

- 1/ jednolitość i współczesność ^{zależność} stosowanych kryteriów efektywności dowodzenia wojskami, ✓
- 2/ zgodność systemów dowodzenia wojsk oraz ich technicznych środków dowodzenia;
- 3/ zależność efektywności zadań dowodzenia od ilości i jakości uwzględnianych informacji /tj. systemu informacyjnego/;
- 4/ zgodności co do ilości potrzebnego i dysponowanego czasu przy określaniu zadań dowodzenia.

Efektywność dowodzenia jest składową ogólną efektywności działań bojowych wojsk. Ażeby móc stwierdzić, że jeden system dowodzenia jest lepszy od drugiego, czyli efektywniejszy - a

więc sprawniej działający i skuteczniejszy w osiągnięciu założonego celu, należy dokonać wnikliwej analizy porównawczej tych systemów.

Pojęcie efektywności, intuicyjnie jasne, wymaga jednak ścisłego zdefiniowania i liczbowego wyrażenia. System dowodzenia dywizji nie działa w próżni, jest ściśle związany z działaniem nadrzędnego systemu dowodzenia oraz oddziaływaniem nań otoczenia tj. przeciwnika oraz środowiska zewnętrznego. Ponadto realizacja procesu dowodzenia w danym systemie jest oparta na procesach informacyjno-decyzyjnych podsystemów w nim funkcjonujących. Wzajemne związki i zależności części składowych systemu dowodzenia dywizji, stanowiące jego organiczne podsystemy /a w szczególności podsystem łączności i przetwarzania danych/ decydują o efektywności działania całości systemu dowodzenia. Mówiąc o efektywności dowodzenia osiąganey w danym systemie powinniśmy mieć na uwadze cały system dowodzenia z uwzględnieniem celu /przeznaczenia/ systemu, jego podsystemów i elementów, funkcji i zadań, stopień złożoności i zorganizowania, programu działania systemu, wpływu otoczenia na system, stopień stabilności systemu.

Przy ocenie efektywności należy stosować więc podejście systemowe i analizę systemową jako podstawową technikę badawczą. Do czego więc sprowadza się udział systemu dowodzenia w kształtowaniu ogólnej efektywności działania wojsk? Jakie są miary efektywności systemu dowodzenia i od czego zależą? Co w ogóle oznacza "wartość systemu dowodzenia" i w czym się ona wyraża? Jakie są współczesne wymagania wobec systemu dowodzenia?

Co decyduje o możliwościach spełnienia tych wymagań i uzyskaniu wyższej sprawności działania systemu dowodzenia - a więc też wyższej efektywności? Przez efektywność systemów działania rozumiemy tę cechę systemową, która wyraża racjonalne zdolności systemów do zaspokojenia określonych potrzeb /tj. osiągnięcia zamierzonych celów działania czy funkcjonowania zgodnie z przeznaczeniem i wymaganiami/.

Efektywnością systemu dowodzenia nazwiemy więc całości kształt zdolności decyzyjnych /dokonywania wyborów/ i informacyjnych /przetwarzania i przesyłania informacji/ pozwalających na osiągnięcie zamierzonych celów działania w danych warunkach przy spełnieniu określonych wymagań.

Ocena systemów działania może być przeprowadzona po wykonaniu danego działania - czyli ex post, bądź też przed rozpoczęciem działania - czyli ex ante. Ocena ex post może być przeprowadzona dla porównywania działań różnych systemów, wykonujących zadania tego samego rodzaju, porównywalne, w celu określenia, który z tych systemów działa lepiej /efektywniej/ i ewentualnie o ile lepiej. Tego rodzaju oceny przeprowadza się często na bazie rzeczywistych systemów w toku ich badań empirycznych. Oceny te mają znaczenie głównie naukowo-badawcze. Próba analizy i oceny efektywności systemu dowodzenia dywizji obecnie stosowanego /klasycznego/ i zautomatyzowanego została przeprowadzona w pracy.

Spośród wszystkich kierunków najbardziej efektywnym i kryjącym jeszcze znaczne rezerwy jest usprawnianie systemów dowodzenia na drodze doskonalenia ich systemów informacyjnych. Ocenie więc został poddany system informacyjny w obu przypadkach,

gdyż od efektywności poszczególnych procesów informacyjnych zależy sprawność działania systemu dowodzenia.

Efektywność procesów informacyjnych w danym systemie dowodzenia zależy od :

- ilości, jakości i organizacji pracy środków rozpoznania,
- wartości systemu łączności /szybkości i wierności przekazywania informacji, odpowiednich zdolności przepustowych systemu, ciągłości i niezawodności działania systemu oraz jego żywotności/,
- szybkości obiegu informacji, która zależy nie tylko od technicznych możliwości systemu łączności, lecz także od organizacji pracy i obiegu informacji wewnątrz stanowiska dowodzenia, jak również stosowanych systemów utajniania wiadomości oraz szybkości przetwarzania informacji we wszystkich ogniwach obiegu /bardzo ważna rola automatyzacji i stosowania EMC/,
- jakości przetwarzania informacji we wszystkich ogniwach pośredniczących.

Cechy systemu informacyjnego determinują sprawność, a więc i efektywność procesu dowodzenia. Metody działania efektywne przybliżają wartość prawdopodobieństwa skuteczności działania całości systemu dowodzenia.

Badanie struktur systemów dowodzenia z punktu widzenia szybkości obiegu informacji i czasu reakcji systemu należy ściśle wiązać z działaniem podsystemów w nim funkcjonujących oraz ich efektywnością. Należy również badać wpływ efektywności tych podsystemów na ogólną, wynikową efektywność systemu dowodzenia.

Dotychczas odczuwało się brak opracowania ujmującego w sposób syntetyczny problemy organizacyjno-techniczne i metodologiczne systemów dowodzenia i łączności oraz ich wspomagania informatycznego. Dokonanie łącznego opracowania obejmującego problematykę systemów dowodzenia, łączności i informatyki w aspekcie ich wzajemnych związków efektywnościowych nie jest sprawą prostą. Dodatkowa trudność wynika również stąd, że efektywność systemu łączności w aspekcie potrzeb systemu dowodzenia była traktowana w literaturze przedmiotu marginalnie i przeważały oceny jakościowe lub czysto formalne.

Badając wzajemne uwarunkowania i związki między efektywnością podsystemów łączności i przetwarzania danych a wynikową efektywnością systemu dowodzenia dywizji, autor szeroko posługiwał się metodą analizy systemowej.

Analiza systemowa jest ogniwem łączącym metody ogólnonaukowe z metodami specyficznymi danej nauki. Zawiera ona dwa zasadnicze aspekty :

- 1/ obiekt badań rozpatruje się jako system,
- 2/ proces badawczy stanowi system stosowanych metod i środków.

Cechy charakterystyczne wyróżniające aspekt pierwszy są następujące :

- obiekt badany /tzn.system dowodzenia dywizji/ rozpatruje się jako względnie niezależny system będący podsystemem większego systemu /nadrzędnego/ i współdziałający z innymi podsystemami,
- każdy system składa się z elementów /E/, właściwości systemu są wypadkową właściwości elementów, a także specyficznymi właściwościami przynależnymi tylko danym systemom,

- między elementami systemu występują różnego rodzaju powiązania /R/, z których najistotniejsze są te, które łączą elementy w jedną całość kształtując cechy systemu,
- zbiór powiązań stanowi strukturę systemu /S/ :

$$S = \langle E, R \rangle$$

Istota aspektu drugiego wyraża się :

- stosowaniem zarówno dedukcji, jak i indukcji oraz metody idealizacji i stopniowej konkretyzacji,
- stosowaniem procedur algorytmicznych oraz modeli matematycznych i metod matematycznych,
- rozpatrywanie relacji między elementami oraz ich powiązań przyczynowo-skutkowych.

Na etapie empirycznym uzyskuje się fakty o badanym obiekcie.

Fakty te sprawdza się, ocenia, klasyfikuje, systematyzuje i opisuje językiem naukowym. W ten sposób materiał faktograficzny zostaje zmieniony w fakty naukowe, które stanowią empiryczną podstawę analizy. Systematyzacja ujawnia związki między danymi i odtwarza ciągłość zbioru danych.

Stosując metody analizy, porównania, syntezy i uogólnienia dochodzimy do empirycznej podstawy analizy systemowej, otwierając drogę do teoretycznego etapu badań i oceny działania systemu. Na tym etapie należy wyjaśnić istotę zjawisk obserwowanych w badanym systemie oraz prawidłowości ich funkcjonowania. Tworzenie modelu - to jest systemu zależności matematycznych i logicznych prawidłowości pozwalających z dostateczną pełnością i określoną więzią z tłem opisać procesy i stan badanego systemu, dający możliwość oceny efektywności i jej wzajemnych uwarunkowań - stanowi ostateczny przedmiot badań.

Efektywność działania systemów dowodzenia zależy między innymi od następujących czynników :

- struktury organizacyjnej systemu,
- przyjętych form i metod dowodzenia,
- systemu łączności,
- automatyzacji procesów dowodzenia.

Kryterium efektywności powinno dawać jednoznaczną ocenę jakości dowodzenia wojskami i charakteryzować wszystkie właściwości badanego systemu. Zasadniczym brakiem istniejących metod oceny systemów dowodzenia jest to, że efektywność dowodzenia określa się z zasady na podstawie oddzielnie, dowolnie wybranych kryteriów. Uzyskane w ten sposób dane mają charakter cząstkowy i nie pozwalają na ocenę systemu w całości. Charakteryzując np. operatywność systemu dowodzenia nie bierze się czasem pod uwagę takiego wskaźnika jak wierność informacji, przy ocenie gotowości systemu nie uwzględnia się jego niezawodności itp. Uogólniając, efektywność systemu ocenia się na podstawie zbioru kryteriów cząstkowych. Aby ocena była jednoznaczna, należy znaleźć taką funkcję, która analitycznie łączyłaby cały zbiór kryteriów cząstkowych. Przy tym wartość tej funkcji powinna być optymalna dla całego zbioru kryteriów cząstkowych. Niestety, wskutek złożoności procesów dowodzenia wojskami, nie udało się dotychczas wyrazić oceny efektywności za pomocą jednego jakiegokolwiek wspólnego kryterium. Jednak rozwiązanie tego zadania w aspekcie teoretycznym i praktycznym jest konieczne.

Na podstawie jednego wspólnego kryterium można ocenić ten lub inny wariant systemu i porównać ze sobą. W pracy

proponuje się sposób znalezienia wspólnego wskaźnika efektywności na podstawie kryteriów cząstkowych, które są w zasadzie odmianą dwóch metod : dominacji i addytywnego wyważania.

Istota metody dominacji polega na tym, że efektywność systemu dowodzenia ocenia się na podstawie jednego głównego kryterium. W pracy proponuje się, aby kryterium głównym oceny efektywności systemu dowodzenia była operatywność wyrażona czasem cyklu dowodzenia. Oczywiście, główne kryterium oceny efektywności musi zawierać w sobie podstawowe determinanty efektywności procesu dowodzenia. Natomiast pozostałe kryteria cząstkowe nie zawarte w kryterium głównym, a również mające wpływ na efektywność działania systemu dowodzenia, proponuje się uogólnić w postaci jednego wskaźnika dodatkowego i znaleźć wspólną funkcję łączącą w sobie wszystkie wyróżnione kryteria efektywności przy pomocy określonych miar liczbowych, tj. główne /dominujące/ oraz dodatkowe.

Tak więc, z punktu zaspokojenia potrzeb systemu dowodzenia dywizji przez podsystemy będące jego częściami składowymi, istotne jest rozpatrzenie problemu, w jakim stopniu o efektywności wynikowej systemu dowodzenia decyduje efektywność jego elementów składowych oraz jaki jest wpływ rozwoju systemów dowodzenia i łączności na efektywność dowodzenia wojsk.

W związku z tym autor postawił następującą hipotezę :

- wdrożenie zautomatyzowanych systemów dowodzenia i łączności w dywizji /DZ.DPanc/ daje podstawę do przypuszczeń, iż zastosowanie częściowej automatyzacji łączności oraz automatyzacji procesów dowodzenia zdecydowanie wpłynie na wzrost efektywności dowodzenia na szczeblu taktycznym i miarą tego

wzrostu mogą być określone liczbowe wskaźniki efektywności wiążące ze sobą system łączności i system dowodzenia.

Biorąc powyższe pod uwagę, celem badawczym niniejszej rozprawy jest określenie związków przyczynowo-skutkowych w zakresie efektywności działania systemu dowodzenia i łączności dywizji oraz ocena ilościowa ewentualnego wzrostu efektywności dowodzenia w wyniku wprowadzenia zautomatyzowanego systemu dowodzenia szczebla taktycznego PASUW- ZT.

Dla osiągnięcia założonego celu autor uważał za konieczne zbadać i ocenić następujące problemy przedstawione poniżej w postaci pytań szczegółowych.

1. W jakim stopniu dotychczasowy system łączności stosowany w dywizyjnym systemie dowodzenia spełnia wymagania stawiane dowodzeniu?
2. Jakie są wzajemne związki i zależności między systemem dowodzenia a systemem informacyjnym w nim stosowanym ze szczególnym uwzględnieniem systemu łączności i systemu przetwarzania informacji ?
3. Jaką miarą można i należy mierzyć wartość efektywności systemu łączności z punktu widzenia potrzeb dowodzenia ?
Jakie miary efektywności można przypisać systemowi dowodzenia ?
4. Jaki jest wzajemny stosunek między wielkością wzrostu efektywności systemu łączności a wielkością wzrostu efektywności procesu dowodzenia realizowanego w systemie dowodzenia dywizji ?

5. W jakim stopniu wdrożenie zautomatyzowanego systemu dowodzenia i łączności na szczeblu dywizji usprawni proces dowodzenia tzn. czy nastąpi wzrost efektywności dowodzenia i jeżeli tak, to ile razy w stosunku do systemu dowodzenia i łączności stosowanego dotychczas /klasycznego/ ?

Do analizy powyższych problemów zastosowano podejście systemowe z wykorzystaniem następujących metod badawczych :

- analizy systemowej,
- metod: indukcji, dedukcji i uogólnienia,
- metod matematycznych,
- analizy materiałów źródłowych, szczególnie analiza i oceny wyników badań eksperymentalnych wzorca pilotowego PASUW-ZT oraz ćwiczeń z wojskami,
- analizy i oceny wyników obliczeń.

W celu rozwiązania większości problemów szczegółowych autor skorzystał z wniosków i doświadczeń wybranych ćwiczeń resortowych MON oraz ćwiczeń przeprowadzonych w ZSRR, jak również niektórych materiałów naukowych Akademii Łączności w Leningradzie. Wykorzystano także dostępną literaturę krajową, seminaria prowadzone z promotorem, seminaria i dyskusje organizowane w Katedrze Taktyki Wojsk Łączności ASG WP oraz konsultacje z oficerami Zarządu XIV Sztabu Generalnego WP, SWL MON i Wojskowego Instytutu Łączności.

Zgromadzone w toku przeprowadzenia badań materiały pozwoliły na opracowanie rozprawy w trzech rozdziałach.

W rozdziale pierwszym określono związki i współzależności między efektywnością systemu dowodzenia a efektyw-

nością systemu łączności i przetwarzania danych stosowanych w dywizyjnym systemie dowodzenia. Zdefiniowano pojęcie efektywności systemu dowodzenia i łączności oraz dokonano wyboru wskaźników efektywności powyższych systemów na podstawie wyróżnionych kryteriów efektywności. Przyjęto matematyczny model oceny efektywności systemu dowodzenia i łączności po uwzględnieniu systemowych związków występujących między podsystemami systemu dowodzenia dywizji /DZ, DPanc/.

W rozdziale drugim przedstawiono ogólną charakterystykę zautomatyzowanego systemu dowodzenia PASUW-ZT, na bazie którego dokonano porównania efektywności dowodzenia z systemem wykorzystywanym obecnie w dywizji. Oceniono potrzeby i możliwości zastosowania informatyki i sieci teleinformatycznych w dowodzeniu wojskami. Dokonano analizy operatywności dowodzenia jako głównego kryterium efektywności dowodzenia w systemie zautomatyzowanym i klasycznym. Obliczono wartość liczbową wzrostu efektywności dowodzenia w systemie zautomatyzowanym w oparciu o przyjęty wskaźnik intensywności przebiegu procesu dowodzenia.

W rozdziale trzecim dokonano analizy i oceny wyróżnionych wskaźników efektywności systemu łączności w aspekcie ich wpływu na efektywność dowodzenia dywizją.

Obliczono na podstawie przyjętych kryteriów i wynikających z nich wskaźników efektywności systemu łączności wartość efektywności systemu łączności, funkcjonującego w klasycznym systemie dowodzenia oraz analogicznego wskaźnika systemu łączności w PASUW-ZT. Określono wpływ efektywności systemu

łączości na efektywność systemu dowodzenia. Wyznaczono uogólniony wskaźnik efektywności dowodzenia i dokonano oceny porównawczej efektywności w przypadku stosowania systemu klasycznego i zautomatyzowanego.

Badania potwierdziły wysuniętą hipotezę roboczą i udowodniły w postaci konkretnych wyników liczbowych, że nastąpi wzrost efektywności dowodzenia i można określić liczbową wielkość tego wzrostu po wprowadzeniu zautomatyzowanych systemów dowodzenia i łączności.

Pragnę w tym miejscu złożyć serdeczne podziękowanie tym wszystkim, którzy okazali życzliwe zainteresowanie pracą, udzielając szereg rad i wskazówek pomogli rozwiązać wiele problemów badawczych. Szczególną wdzięczność pragnę wyrazić promotorowi, który kierując badaniami służył zawsze radą i skuteczną pomocą oraz Katedrze TWL ASG WP i Komendzie WSOWL za stworzenie warunków do realizacji podjętego tematu.

ROZDZIAŁ PIERWSZY

ZWIĄZKI I WSPÓLZALEŻNOŚCI MIĘDZY EFEKTYWNOŚCIĄ SYSTEMU DOWODZENIA A EFEKTYWNOŚCIĄ SYSTEMU ŁĄCZNOŚCI NA SZCZEBLU DYWIZJI

1.1. Efektywność systemów działania - podstawowe pojęcia i założenia teorii efektywności systemów działania.

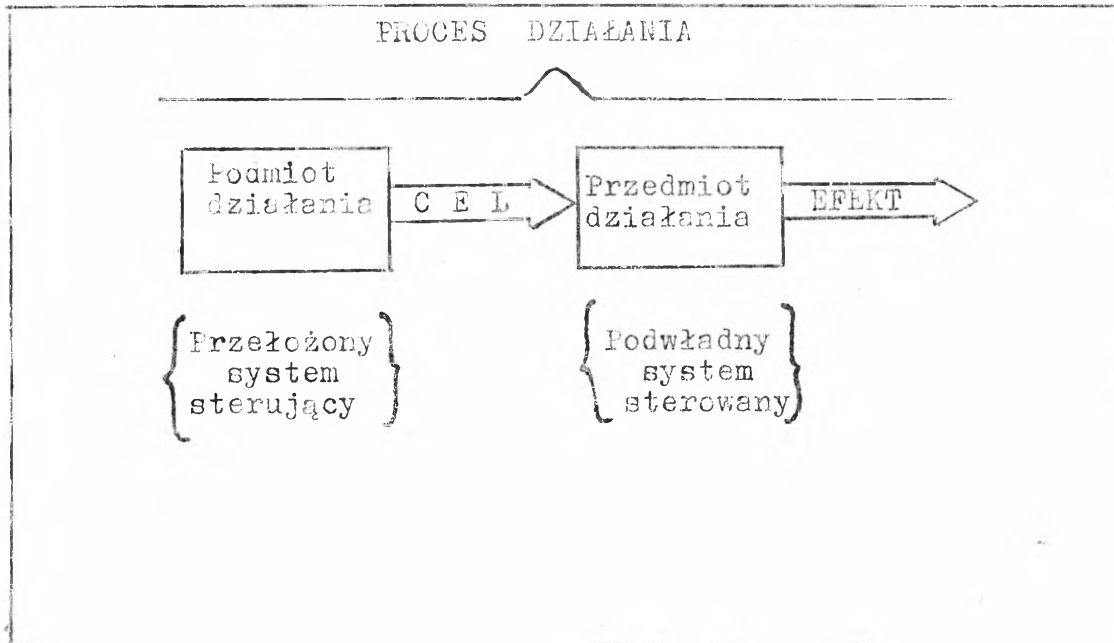
Określenie obszaru badawczego teorii efektywności systemów działania wymaga przede wszystkim określenia pojęć podstawowych, stanowiących warunek opisu badanego obiektu, a następnie - ocen efektywności jego działania.

W celu określenia przedmiotu badań posłużymy się następującymi pojęciami : [105]

- system - zbiór elementów i relacji /powiązań/ pomiędzy nimi ze względu na cele systemu,
- skład systemu - zbiór elementów tworzących system,
- struktura systemu - zbiór relacji pomiędzy elementami,
- proces działania - ciąg uporządkowanych, często wzajemnie uzależnionych razem, prowadzących do zamierzonego celu przedmiotu działania,
- zdarzenie - wyróżniany stan przedmiotu działania,
- przedmiot działania - każdy obiekt, na którym można zlokalizować cel działania,
- podmiot działania - każdy obiekt, który będąc świadom celu może inicjować i podejmować działanie /może nim być więc tylko człowiek/.

- cel działania - stan obiektu świadomie antycypowany przez podmiot działania lub wyróżniamy jego stan końcowy

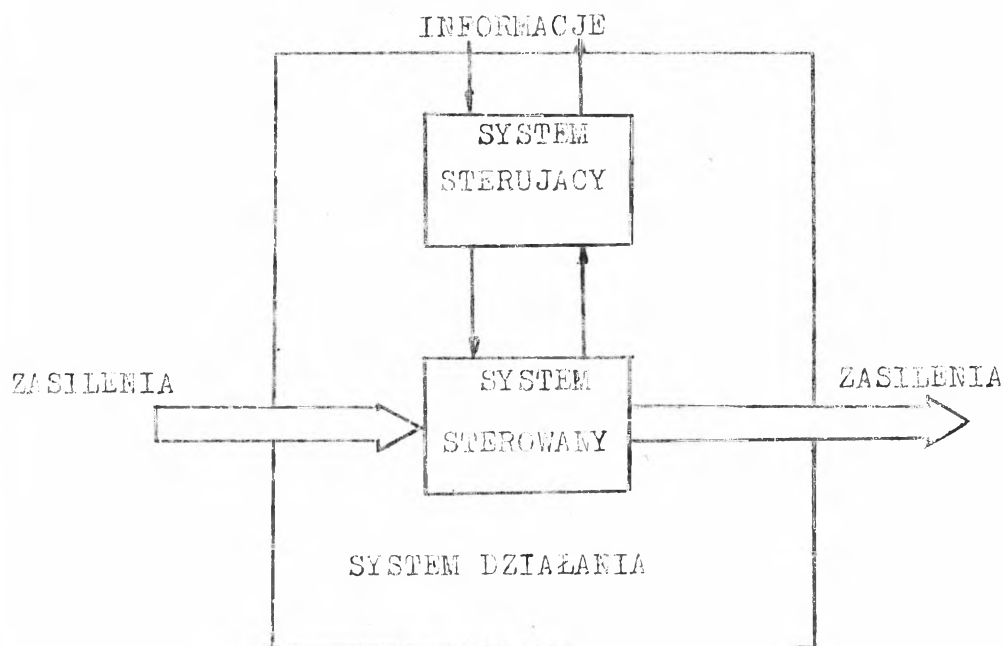
/rys. 1.1./



Rys. 1.1. Ogólny schemat relacji podmiot-przedmiot w procesie działania.

W każdym systemie działania /systemie realizującym proces działania/ wyróżniamy sprzężenia zasileniowe /materiałowo - energetyczne/ i informacyjne, a w związku z tym następnie procesy zasileniowe /zwane dalej roboczymi/ oraz procesy informacyjne. System, w którym dominują procesy robocze, nazwiemy systemem roboczym, natomiast system, w którym dominują procesy informacyjne - systemem informacyjnym.

Pomiędzy wyróżnionymi systemami istnieją powiązania z uwagi na które można wyróżnić system sterowany, czyli system, w którym żądane zmiany są wywoływane oddziaływaniem innego systemu oraz system sterujący, czyli system, którego oddziaływanie wywołuje żądanie zmiany w innym systemie /rys.1.2/.



Rys. 1.2. Cybernetyczny schemat systemu działania.

Każdy system sterujący jest systemem informacyjnym /ze względu na charakter realizowanych procesów/, a system sterowany - systemem roboczym, chociaż nie wyklucza się, że może być także systemem informacyjnym /np. sterowany system łączności/.

Przypomnienie powyższych pojęć wynika, ogólnie biorąc, z następujących powodów :

- z każdym procesem roboczym związany jest proces informacyjny, stanowiący niejako formę jego "odbicia",
- zarówno system /proces/ roboczy, jak i system /proces/ informacyjny, mogą być przedmiotem oceny efektywności ich działania,
- ocena efektywności systemu sterującego może być dokonywana jedynie z punktu widzenia działania sprzężonego^Z nim systemu sterowanego. Oznacza to, że właściwa ocena procesów informacyjnych nie jest możliwa bez konieczności uwzględniania uzyskanych efektów realizacji procesów roboczych.

Propozycja ogólnych założeń metodologicznych oceny efektywności obejmuje następujące stwierdzenia : [105]

1. Efektywność jest własnością każdego systemu działania.
2. Dla każdego systemu działania określone są jego cele i zadania.
3. Każde działanie /proces działania/ rozpatrywane jest w związku przyczynowo-skutkowym, zaś każdy skutek określony jego efektem.
4. Efekt jest skutkiem ocenianym pozytywnie, natomiast jego brak traktowany jest jako szczególny przypadek.
5. Każdy proces działania charakteryzują pewne wyróżnione cechy: mierzalne i niemierzalne.
6. Zbiór cech systemu działania jest skończony.
7. Istnieje funkcja przekształcająca zbiór cech systemu w zbiór ocen efektywności, czyli każdemu znacznemu zestawowi cech można przyporządkować tylko jedną ocenę.

8. Ocena jest wypowiedzią wyrażającą stosunek podmiotu działania do danego stanu przedmiotu działania.
9. Efektywność systemu działania zależy od jego cech oraz wyróżnionych cech otoczenia, wyróżniających jego wpływ na działanie ocenianego systemu.
10. Efekt działania wywołuje zmiany stanu działania i /lub/ jego otoczenia.
11. Efekt działania systemu wywołuje przekształcenie sfery materialno-energetycznej i informacyjnej.
12. Każdy system działania należy rozpatrywać na tle bliższego otoczenia systemowego.
13. Dla każdego systemu działania znany jest system określający jego cel i zadania.
14. Dla każdego systemu działania znany jest system zabezpieczenia zapewniający zaspokojenie jego potrzeb i ograniczający jego możliwości.
15. Warunkiem oceny systemu działania jest istnienie systemu oceniającego, służącego podmiotowi działania i mierzącego skutki działania.
16. System oceniający powinien dysponować programami oceny efektywności działania.
17. Programem oceny efektywności działania nazywamy opis metody pozwalający na wyznaczenie wartości wskaźników oceny efektywności na podstawie informacji o skutkach działania.

. Badanie różnych zjawisk i prawidłowości systemów działania, w aspekcie ich efektywności, ma na celu ustalenie przede wszystkim ilościowego ich charakteru. W związku z tym

należy wyróżnić pewne wielkości /parametry/ charakteryzując system i w wyniku eksperymentów /w tym także myślowych/ ustala się związki pomiędzy tymi wielkościami. Chodzi tu zwykle o ich ujęcie w formie analitycznej, czyli formalne przedstawienie związków przyczynowo-skutkowych. W ten sposób otrzymuje się model matematyczny systemu lub procesu działania. Sposoby zaś ustalania modelu matematycznego procesu na podstawie badań eksperymentalnych określa się jako identyfikację procesu.

Z punktu widzenia oceny efektywności działania podstawowe znaczenie w modelu matematycznym ma określenie jej wskaźników posiadających sens kryterium optymalności /funkcji celu, funkcji kryterium/.

Mówiąc o ocenie działania wyróżnia się :

- przedmiot oceny, czyli określony stan systemu /procesu/ opisywany w zdaniu orzekającym,
- podstawę oceny, czyli określenie kryterium opisane w zdaniu normatywnym, postulującym pewne stany systemu /procesu/, wzorce zachowań, cele działania. .

Kolejna grupa pojęć z zakresu efektywności działania systemów jest następująca : 107

1. Efekt - skutek wykorzystania zasobów i metod w określonych warunkach w procesie działania dla osiągnięcia zamierzonych celów systemu.
2. Efektywność /Q/ - własność systemu działania określająca jego zdolność /czyli całokształt możliwości i warunków/ niezbędną do osiągnięcia zamierzonych celów.
3. Ocena efektywności - miara ilościowa stopnia uzyskanych efektów w procesie działania /osiągania zamierzonych celów/.

4. Wskaźniki oceny efektywności /WOE/ - funkcja pozwalająca na wyznaczenie ilościowej oceny efektywności działania w przyjętych jednostkach miary.
5. Gotowość /G/ - cecha, wyróżniająca całokształt możliwości systemu w określonej chwili czasu, niezbędnych do realizacji procesu działania i zgodnych z ustalonymi wymaganiami.
6. Skuteczność /S/ - własność systemu określająca zdolność osiągania stanów ocenianych pozytywnie z punktu widzenia osiągania celu globalnego /nadrzędnego/ systemu.
7. Sprawność /R/ - własność systemu określająca możliwość znajdowania się w stanach pozwalających na realizację zadań.
8. Wydajność /W/ - własność systemu określająca intensywność realizacji zadań /liczba zadań w jednostce czasu/.

Specyfika oceniania systemów /procesów/ powoduje konieczność wyróżnienia określonych rodzajów ocen, takich jak np.:

- ocena subiektywna - w której przypisuje się daną wartość określonemu stanowi systemu /procesu/ ze względu na kryterium ustalone przez podmiot oceniający i zależnie od jego woli,
- ocena intersubiektywna - w której kryterium pozwalające przypisać oceniającemu stanowi określoną wartość wyrazu "opinii społecznej",
- ocena obiektywna - opiera się na kryterium wynikającym z obowiązujących norm, opisów działania /jest zwykle racjonalnie uzasadniona osiągnięciami różnych dziedzin nauki/,

- cząstkowa ocena efektywności - jest oceną efektywności, dla której :

$$Q = S \vee G \vee R \vee W \vee E$$

czyli jako cząstkowe oceny traktować można ocenić co najmniej jednej z wyróżnionych własności ,

- globalna ocena efektywności - jest oceną efektywności, dla której :

$$Q = S \wedge G \wedge R \wedge W \wedge E$$

gdzie E jest ekonomicznością systemu.

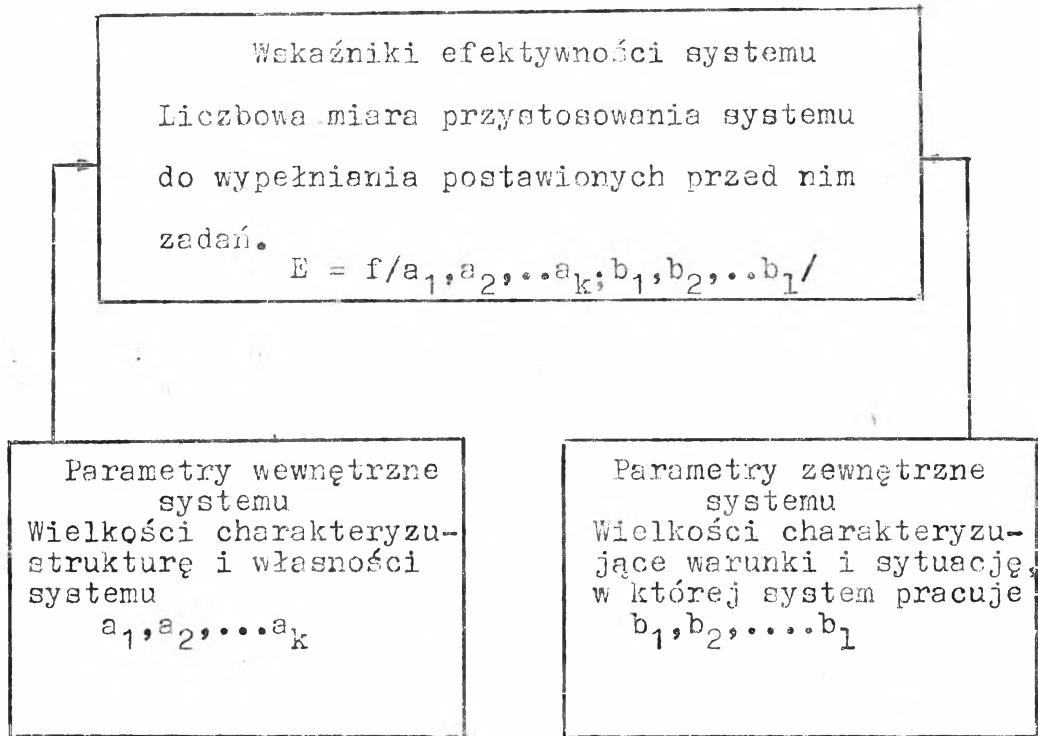
Dobór wskaźników oceny efektywności jest jedyną z czynności najbardziej odpowiedzialnych. Z tego powodu wskaźniki efektywności powinny spełniać następujące warunki :

- nie może ich być wiele,
- powinny rzeczywiście mierzyć rozpatrywane zjawisko,
- uwzględniać istotne parametry systemu i jego otoczenia,
- krytycznie reagować na zmiany podstawowych parametrów systemu i otoczenia,
- być efektywne w sensie statystycznym /wystarczająco mała wartość wariancji/,
- być zrelatywizowane do systemu operacyjnego /stawiającego zadania/, do czasu, w którym dokonywana jest ocena, oraz do otoczenia,
- nadawać się do konstruowania globalnej oceny efektywności,
- o ile to możliwe, być niemianowane,
- umożliwić wielopoziomową ocenę /wg różnych kryteriów cząstkowych/.

Ocena efektywności działania jest problematyką złożoną szczególnie w odniesieniu do procesów dowodzenia i walki. Tak więc, pod efektywnością dowolnego systemu materialnego rozumiemy tę jego właściwość, która stanowi o spełnieniu przez system postawionych jemu zadań /celów/. Inaczej mówiąc, im lepiej ten czy inny system spełni postawione przed nim zadania, tym jest efektywniejszy. Aby ilościowo ocenić efektywność systemu, a nie tylko jakościowo prosto określić, że jeden system jest lepszy od drugiego, obowiązkowo należy znaleźć liczbową miarę, charakteryzującą stopień przystosowania systemu do wypełniania postawionych przed nim zadań. Taką miarę przyjęto nazywać wskaźnikiem efektywności systemu. Dowolny system składa się z całokształtu wzajemnie powiązanych i zależnych od siebie elementów wypełniających określone funkcje i w takim, lub innym stopniu, mających wpływ na jego efektywność.

Wielkości charakteryzujące strukturę i właściwości systemu często nazywane są parametrami systemu / a_1, a_2, \dots, a_k /. System pracuje w realnym oddziaływującym nań otoczeniu i efektywność systemu zależy nie tylko od jego wewnętrznych parametrów /parametrów systemu/, lecz także od zewnętrznych warunków, w jakich on funkcjonuje.

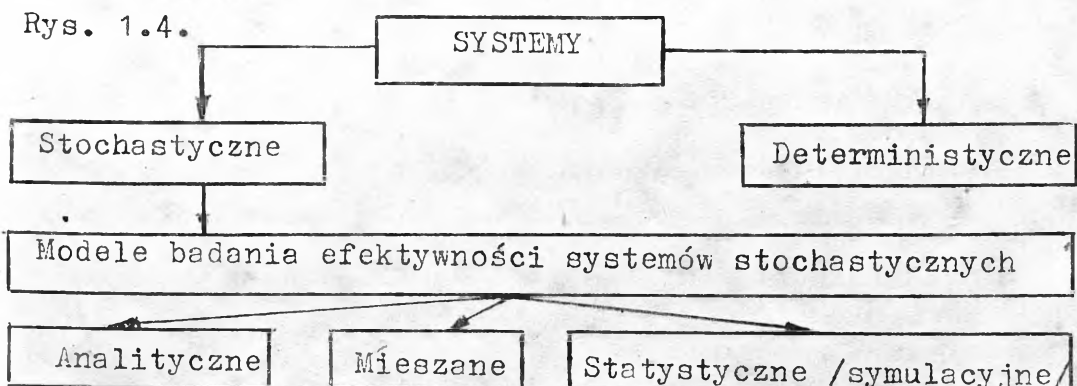
Wielkości charakteryzujące warunki, w których pracuje system nazywamy parametrami zewnętrznymi /sytuacyjnymi - b_1, b_2, \dots, b_l /. Wzajemne powiązania wskaźników efektywności /E/ od parametrów wewnętrznych i parametrów zewnętrznych /otoczenia/ przedstawia rys.1.3.



Rys.1.3. Wzajemne powiązanie wskaźników efektywności od parametrów zewnętrznych i wewnętrznych.

Działania wszystkich systemów złożonych w rzeczywistości zależy od dużej liczby przypadkowych czynników. Takie systemy przyjęto nazywać stochastycznymi. Do badania systemów stochastycznych zwykle wykorzystuje się następujące modele badawcze: analityczny, statystyczny i kombinowany.

Klasyfikacje systemów i ich modeli badania przedstawia rys. 1.4. [26]



Rys. 1.4.

Przez analityczny model systemu należy rozumieć całość kształt wzajemnych stosunków w postaci formuł równości, nierówności i warunków logicznych, pozwalających określić zależność współczynników efektywności systemu od parametrów systemu i parametrów otoczenia. Modele analityczne mają cały szereg istotnych zalet. Z ich pomocą udaje się otrzymać dostatecznie pełny obraz charakteru zależności współczynników efektywności systemu od jego parametrów oraz parametrów otoczenia, szybko i jednoznacznie otrzymać rezultaty obliczeń szczególnie z wykorzystaniem EMC. Jednakże ze wzrostem złożoności badanych systemów gwałtownie rosną trudności w stworzeniu ich analitycznych modeli. Praktyka pokazuje, że w całym szeregu przypadków bardziej twórcze rezultaty udaje się otrzymać z pomocą modelowania statystycznego. Słuszność modelowania statystycznego jest w tym, że z pomocą specjalnych sposobów /gier/ na EMC wielokrotnie jest imitowana praca współdziałania elementów systemu przy zmianie parametrów zewnętrznych. Rezultaty każdej imitacji są utrwalone i po ich opracowaniu określona jest liczbowa ocena wskaźników efektywności badanego systemu. Oprócz oczywistych zalet modele statystyczne mają również i braki : bardziej złożone procedury modelowania i większe straty czasu maszynowego na ich realizację. Dlatego też w ostatnim czasie budowane są modele, gdzie wykonywane są analityczne metody modelowania i ich kombinacje.

Dysponując matematycznym modelem badanego systemu można rozwiązywać ważne dla praktyki zadania. Zadania te można rozbić na dwie duże grupy: zadania analizy i zadania syntezy systemów. Do zadań analizy odnoszą się zadania związane z

określeniem współczynników efektywności systemu o zadanej strukturze w zależności od jego parametrów i parametrów otoczenia.

Do zadań syntezy odnoszą się zadania wyboru takich parametrów systemu, które zabezpieczają zadane własności tego systemu, /żądane współczynniki efektywności/ przy wiadomych lub przewidywanych parametrach otoczenia.

Praktyka pokazuje, że zadania syntezy są bardziej skomplikowane do rozwiązania niż zadania analizy. Jednakże, jakiego by systemu nie badać, jakich zadań nie rozwiązywać, na proces badania zawsze składają się następujące etapy :

- wybór wskaźników efektywności,
- wybór parametrów systemu i parametrów otoczenia, mających wpływ na współczynniki efektywności,
- zbudowanie modelu badanego systemu,
- badanie modelu i określenie współczynników efektywności w zależności od parametrów systemu i otoczenia /zadanie analizy/ lub wybór takich parametrów systemu, które zabezpieczają zadane współczynniki efektywności /zadanie syntezy/.

1.2. Efektywność systemów dowodzenia - determinanty i wskaźniki oceny efektywności systemu dowodzenia.

Efektywność działań bojowych zależy od wielu czynników, wśród których jedną z ważniejszych pozycji zajmuje efektywność dowodzenia.

Całościowe odzwierciedlenie istotnych cech dowodzenia jest złożone, o czym może świadczyć zróżnicowane przedstawienie jego definicji w literaturze przedmiotu. [140] Wspólnym mianownikiem poszczególnych definicji jest to, iż występuje w ich treści słowo - "kierowanie". Ten wspólny mianownik wskazuje, że rozważanie nad pojęciem "dowodzenia" i wyjaśnianie jego złożoności należy oprzeć na nauce, której przedmiotem badań jest kierowanie ludźmi, z uwzględnieniem okoliczności warunkujących dowodzenie jako "formę" lub "szczególny" przypadek kierowania.

Ogólny zasadniczy cel dowodzenia wojskami sprowadza się do tego, aby zapewnić rozbitcie przeciwnika podległymi siłami i środkami w wymaganym /jak najkrótszym/ czasie, przy optymalnej wielkości użytych sił i środków oraz minimalnych stratach własnych. Realizację tego celu powinien zapewnić system dowodzenia dostosowany do poziomu rozwoju środków walki oraz możliwości systemu dowodzenia przeciwnika.

"System dowodzenia jest to uporządkowana - zgodnie z zasadami sztuki wojennej - całość, złożona z organów i środków dowodzenia sprzężonych ze sobą informacyjnie i zapewniająca podejmowanie stosownych decyzji na wszystkich szczeblach organizacyjnych sił zbrojnych oraz ich sprawną, terminową i bez-

względnej realizację". [23]

Czyli, inaczej mówiąc, system dowodzenia to taki system działania, który realizuje procesy informacyjno-decyzyjne, niezbędne do zapewnienia osiągnięcia zamierzonych celów działania /walki, bitwy, operacji/ przez walczące wojska. Struktura systemu dowodzenia odpowiada strukturze organizacyjnej wojsk. Jest to typowa wielopoziomowa struktura hierarchiczna liniowo-sztabowa z wyraźnie wyodrębnionymi więziami organizacyjnymi i informacyjnymi. System dowodzenia dywizji stosowany obecnie składa się z następujących podstawowych elementów : [98]

- organów dowodzenia,
- stanowisk dowodzenia,
- systemu łączności.

Natomiast w skład zautomatyzowanego systemu dowodzenia wchodzi jeszcze, oprócz trzech w/w elementów, kompleks środków automatyzacji.

Środki automatyzacji wraz z elektroniczną maszyną cyfrową przystosowaną do pracy w warunkach polowych realizują proces automatycznego przetwarzania informacji, wspierając tym samym pracę organów dowodzenia. Problem informatycznego wsparcia procesu dowodzenia szerzej przeanalizowany zostanie w kolejnych rozdziałach.

W ramach danego systemu dowodzenia realizowany jest proces dowodzenia. Proces - ogólnie - definiowany jest jako fragment toku zdarzeń, powiązanych przyczynowo. Proces dowodzenia natomiast możemy określić jako regularnie następujące

po sobie zjawiska /czynności/ pozostające w związku przyczynowym ze sobą oraz z działalnością ludzką zachodzący w określonych warunkach. Proces dowodzenia jest procesem decyzyjnym, który stanowi zamknięty cykl składający się z takich etapów jak :

- zebranie informacji o wojskach własnych, przeciwnika, warunkach prowadzenia walki,
- opracowanie i analiza zebranej informacji w celu oceny powstałej sytuacji, możliwości przeciwnika oraz przewidywanych rezultatów działania własnych wojsk,
- powzięcie decyzji, która powinna zapewnić jak najlepsze wykonanie zadania,
- przekazanie powziętej decyzji wykonawcom i zapewnienie im czasu na realizację zadań oraz kontrolę ich wykonania.

Efektywność działalności bojowej wojsk jest funkcją efektywności sił i środków walki $/E_w/$ - z uwzględnieniem ich ilości, jakości struktury organizacyjnej - oraz efektywności dowodzenia $/E_d/$.

Funkcję tę można wyrazić następująco :

$$W = f /E_w, E_d/$$

Z kolei efektywność dowodzenia zależy od efektywności systemu dowodzenia i procesu dowodzenia w nim realizowanego. Prawidłowe określenie pojęcia efektywności systemu dowodzenia oraz wykrycie cech charakterystycznych mają zasadnicze znaczenie przy jej ocenie. Zajmuje się tym teoria efektywności. Teoria efektywności - jest to system zasad, kryteriów i metod oceny efektywności dowodzenia w celu uzyskania wskaźników, służących do podjęcia racjonalnych lub optymalnych rozwiązań związanych z

doskonaleniem metod ^{pracy} dowódców, wyposażenia technicznego oraz struktury organizacyjnej organów i punktów dowodzenia.

Badając efektywność dowodzenia związkiem taktycznym należy mieć na uwadze ściśle określony system dowodzenia, rozumiany jako organiczny związek trzech podstawowych elementów :

- organów dowodzenia,
- środków dowodzenia /w szczególności środków łączności i automatyzacji/,
- stosunków służbowych między osobami funkcyjnymi zachodzącymi w procesie dowodzenia.

Efektywność systemu dowodzenia wojskami jako całość nie stanowi prostej sumy jej elementów składowych. Decydujące znaczenie ma tu wzajemny wpływ wszystkich elementów na siebie oraz na funkcjonowanie systemu jako całości. Dlatego też dla oceny systemu dowodzenia konieczne jest podejście systemowe.

Z punktu widzenia działań bojowych należy rozpatrzeć dwa "fizycznie" nierozzerwalne zagadnienia :

- efektywność dowodzenia /system dowodzenia/
- efektywność bojowa wojsk /system walki/.

W początkowej fazie rozwiązań rozpatrzemy ją niezależnie wychodząc z założenia, że aby efektywnie sterować /dowodzić, kierować/ określonym procesem, należy najpierw zidentyfikować proces sterowany. Ten dualizm istnieje tylko pozornie, bowiem o efektywności procesu sterującego decyduje efektywność procesu sterowanego. Ponadto występuje pewna zależność, którą można sformułować następująco : procesy informacyjne powinny wyprzedzać procesy robocze, których dotyczą [109]. Rozpatrując

efektywność bojową w kategoriach nakładów - wyników /przykładowo dywizji w natarciu/ można do wyników zaliczyć np. zgodność wykonania zadania z zamiarem, straty nieprzyjaciela, wielkość opanowanego terenu itp. natomiast do nakładów : straty ludzkie i materiałowe, czas zużyty na wykonanie zadania, zużycie środków walki oraz sprzętu i materiałów pomocniczych. Wtedy proponuje się przyjąć [107] jako wskaźnik efektywności działań bojowych stosunek strat zadanych nieprzyjacielowi oraz wykonanie zadania zgodnie z zamiarem do czasu zużytego na działanie własnych strat, zużycie środków walki itp.

Najczęściej spotykane określenia efektywności są następujące : [5]

" Efektywność dowodzenia wojskami to ogół zdolności systemu dowodzenia do zapewnienia wykonania zadań bojowych w nakazanych terminach oraz przy najmniejszym nakładzie sił i środków ".

W innej znanej pracy mówi się : [39]

" Efektywność funkcjonowania systemu dowodzenia jest więc wysoka wówczas, gdy wojska wykonały postawione im zadania w nakazanym czasie, zachowały zdolność bojową i mogły z powodzeniem kontynuować działania bojowe".

Towarzysze radzieccy sformułowali pojęcie efektywności /utożsamianej z jakością/ dowodzenia wojskami i opracowali jej oceny, ściśle wiążąc je ze stopniem realizacji potencjalnych możliwości zgrupowań wojsk w działaniach bojowych. Przyjmuje się że przy założeniu równych potencjałów sił i środków walki, system dowodzenia mający gorszą strukturę, przygotowanie i

niewystarczające wyposażenie techniczne może popełniać istotne błędy w ocenie położenia i podejmowanych decyzji - wykorzystując tylko częściowo możliwości wojsk. I odwrotnie - dobry system dowodzenia może nawet podwoić swoją skuteczność ich użycia. Tak więc pod pojęciem "efektywność dowodzenia" należy rozumieć wpływ systemu dowodzenia na stopień wykorzystania w walce /operacji/ potencjalnych możliwości wojsk w konkretnej sytuacji.

Efektywność dowodzenia określana jako stosunek realizowanych /R/ do potencjalnych /P/ możliwości bojowych wojsk jest rozumiana jako współczynnik sprawności dowodzenia

"W_{ef}" [76]

$$W_{ef} = \frac{R}{P}$$

Odzwierciedla on stopień wykorzystania tych potencjalnych możliwości wojsk i zawiera się w granicach 0,1. Zatem stosunek sił stron /S/ rozumiany jako stosunek realizowanych możliwości bojowych można wyrazić wzorem :

(P) Sprawność / 26

$$S = \frac{R_1}{R_2} = \frac{P_1 \cdot W_{ef1}}{P_2 \cdot W_{ef2}}$$

gdzie 1 i 2 oznacza porównywane strony.

Przytoczone określenia uzasadniają celowość dwojakiego ujmowania pojęcia efektywności. Zgodnie z pierwszym ujęciem - efektywność jest cechą systemową, która wyraża zdolność systemu /całokształt możliwości i warunków/ do osiągnięcia zamierzonych celów. Tak rozumianą efektywność nazywamy efektywnością poten-

cyjną lub po prostu potencjałem systemu. Zgodnie z drugim ujęciem - efektywność to całokształt korzyści osiągniętych przez system. Ten rodzaj efektywności nazywamy efektywnością zrealizowaną i utożsamiamy z wielkością uzyskanych efektów przez system.

Przy ocenie systemu dowodzenia w czasie działań bojowych należy brać pod uwagę cały szereg różnorodnych zagadnień, a między innymi :

- stopień, w jakim dany system zwiększa efektywność zastosowania sił i środków prowadzenia walki zbrojnej, a przede wszystkim broni masowego rażenia,
- szybkość przebiegu w systemie reakcji osób funkcyjnych na zmiany sytuacji bojowej,
- odporność systemu na uderzenia przeciwnika oraz możliwości systemu w czasie zakłóceń wywoływanych przez przeciwnika,
- zdolność przystosowania się systemu do warunków gwałtownych zmian w sytuacji bojowej,
- stopień, w jakim dany system dowodzenia zmniejsza straty wojsk własnych przy nieoczekiwanych uderzeniach ze strony nieprzyjaciela,
- korzyści ekonomiczne.

Wszystkie wymagania oraz inne cechy charakterystyczne systemu dowodzenia w czasie prowadzenia walki celowe jest połączyć w następujące grupy :

1. Czynniki charakteryzujące efekt operacyjno-taktyczny uzyskiwany przez zastosowanie danego systemu dowodzenia.
2. Czynniki charakteryzujące wskaźniki techniczne systemu.
3. Czynniki charakteryzujące nakłady ekonomiczne.

W związku z tym rozpatruje się operacyjno-taktyczną, techniczną oraz ekonomiczną efektywność systemu dowodzenia wojskami w czasie prowadzenia działań bojowych.

Efektywność operacyjno-taktyczna określa w jakim stopniu dany system dowodzenia odpowiada wymogom operacyjno-taktycznym, przy określonych charakterystykach technicznych podstawowych urządzeń.

Efektywność techniczna systemu dowodzenia charakteryzowana jest przez ogół wskaźników odzwierciedlających pod względem ilościowym i jakościowym techniczną stronę systemu. Ocena efektywności każdej części składowej oraz każdego aspektu systemu dowodzenia tylko wg ogólnego kryterium jest bardzo utrudniona. Dlatego też proponuje się wykorzystywać kryteria cząstkowe, które można wykorzystywać do budowy kryterium uogólnionego oceny efektywności systemu dowodzenia. W cytowanej już pracy [39] wyróżniono dwie grupy cząstkowych wskaźników oceny efektywności systemów dowodzenia, a mianowicie :

a/ wskaźniki czasowe :

- czas planowania działań bojowych /operacji/,
- szybkość reagowania organów dowodzenia na zmiany sytuacji w toku prowadzenia działań bojowych,
- ciągłość funkcjonowania systemu, zwłaszcza po wykonaniu przez nieprzyjaciela uderzeń jądrowych oraz w warunkach oddziaływania środków WRE,
- czas odtwarzania dowodzenia po obezwładnieniu systemu dowodzenia oraz czas odtwarzania zdolności bojowej jednostek obezwładnianych uderzeniami jądrowymi,

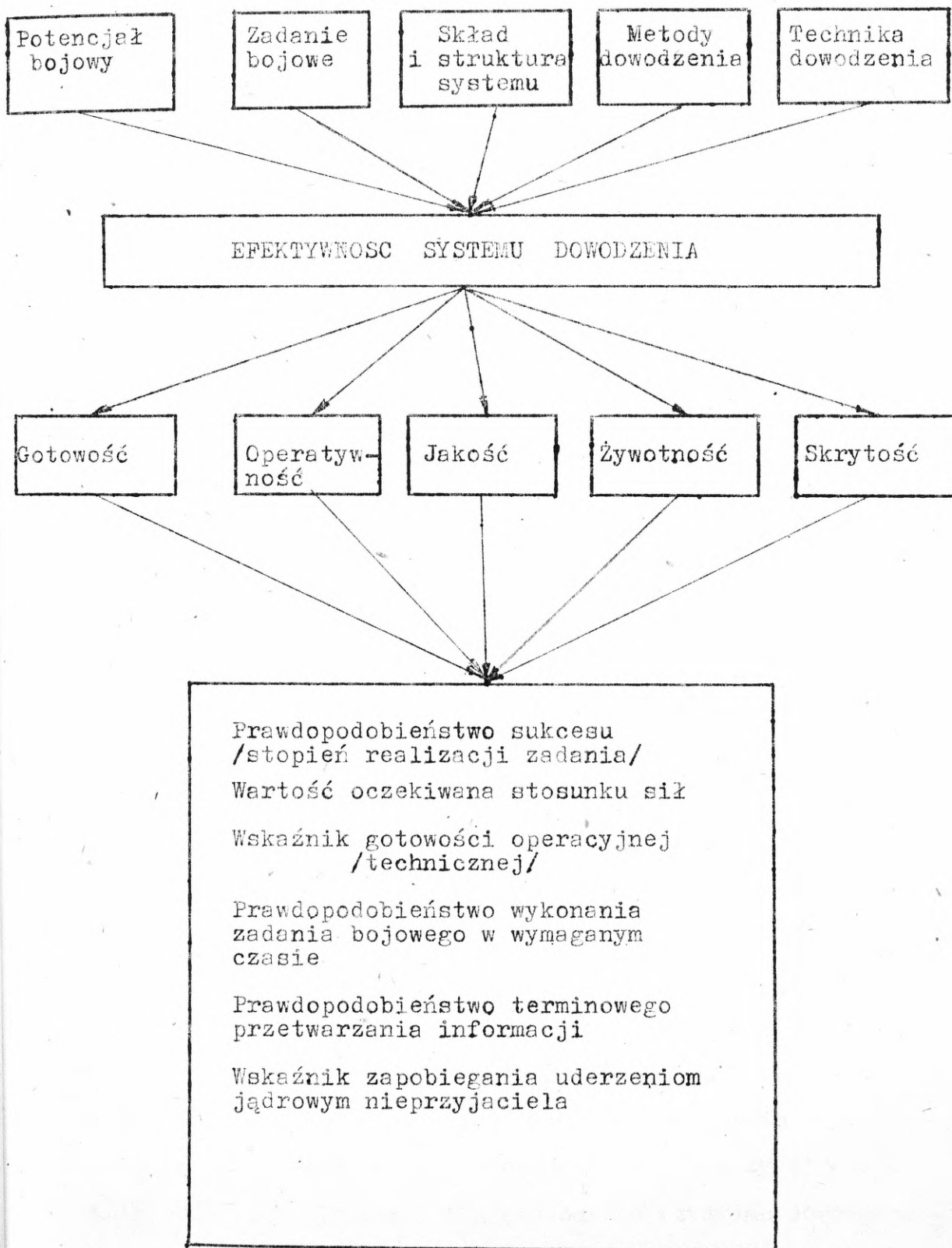
b/ wskaźniki skuteczności :

- efektywność użycia środków rażenia, zwłaszcza broni jądrowej,
- stopień wykonania przez oddziały /pododdziały/ cząstkowych zadań bojowych oraz zadania zasadniczego,
- stopień jakości /kompletności, terminowości, wiarygodności, dokładności/ informacji o sytuacji wykorzystywanych w procesie dowodzenia,
- stan potencjału bojowego wojsk po wykonaniu zadania bojowego,
- wielkość strat zadanych nieprzyjacielowi oraz poniesionych przez wojska własne podczas osiągnięcia zamierzonego celu walki /operacji/.

Rezultat wykonania zadania bojowego stanowi zasadniczy wyraz efektywności działań bojowych, a więc i efektywności systemów dowodzenia. Im rezultat pomyślniejszy, tym większa jest efektywność użycia sił i środków, a więc także działanie systemu /procesu/ dowodzenia. Ogólne zasady tworzenia kryteriów oceny efektywności systemów dowodzenia przedstawione są na rysunku 1.5 [107]

Wynika z nich, że każdy system dowodzenia powinien spełniać określone wymagania wynikające z rozmachu i dynamiki współczesnego pola walki. Spełnienie tych wymagań powoduje wystąpienie podstawowych cech systemowych, do których najczęściej zalicza się :

- 1/ gotowość, czyli zdolność utrzymywania w stanie wysokiej sprawności wszystkich elementów systemu dowodzenia, wyrażającej możliwości działania w różnych warunkach bojowych,



Rys.1.5 Determinanty i wyznaczniki efektywności systemów dowodzenia.

- 2/ operatywność, czyli terminowe i zdecydowane reagowanie na wszystkie zmiany sytuacji w warunkach wykonywania przez wojska postawionych zadań dzięki szybkiemu zbieraniu i przetwarzaniu danych o sytuacji, podejmowanych decyzji w wymaganym czasie, terminowemu przekazywaniu zadań wojskom i organizowaniu działań bojowych. # pracy [52] spotykamy się z określeniem, że operatywność dowodzenia cechuje się szybką i skuteczną reakcją na zmiany sytuacji oraz zdolnością realizowania procesów dowodzenia w najkrótszym czasie. Generalnie rzecz biorąc operatywność stanowi o szybkości dowodzenia i jest cechą działania systemu dowodzenia.
- 3/ jakość realizowanych przedsięwzięć, która zależy od obiektywnej oceny sytuacji oraz trafności podejmowanych decyzji, stosowania naukowych metod organizacji pracy, planowania i podejmowania decyzji,
- 4/ żywotność, czyli zdolność do realizacji zadań w warunkach zakłóceń dowodzenia, która zapewni niezawodność pracy zespołów ludzkich i technicznych środków dowodzenia, odporność na działanie środków rażenia i walki radioelektronicznej /WRE/, szybkie odtwarzanie utraconych zdolności bojowych itp. Radzieccy specjaliści sił zbrojnych wyróżniają trwałość dowodzenia, która jest funkcją żywotności, odporności na zakłócenia i niezawodności systemu dowodzenia.
- 5/ skrytość, czyli maskowanie systemu dowodzenia i utrzymanie w tajemnicy realizowanych przedsięwzięć.

Aby system dowodzenia spełniał wymagania współczesnego pola walki, musi go charakteryzować odpowiednia wartość wyróżnianych podstawowych cech systemowych - determinat efektywności. Należy podkreślić, że cechy systemów dowodzenia dotyczą organizacji i funkcjonowania organów dowodzenia, a więc procesów informacyjno-decyzyjnych oraz skutków ich realizacji. Do oceny efektywności systemów dowodzenia można przyjmować następujące rodzaje kryteriów [107]

I. Kryterium operacyjne obejmuje :

1. Gotowość systemu dowodzenia do natychmiastowej realizacji zadań.
2. Operatywność systemu dowodzenia - zdolność realizacji zadań w wymaganym czasie.
3. Jakość systemu dowodzenia - spełnienie podstawowych wymagań dotyczących charakterystyk dowodzenia.
4. Żywotność systemów dowodzenia - zdolność zachowania pożądanego stanu, pomimo oddziaływania przeciwnika.
5. Skrytość systemu dowodzenia - zdolność maskowania systemu i utrzymania w tajemnicy realizowanych przedsięwzięć.

II. Kryterium techniczne.

1. Niezawodność systemów - zdolność do sprawnego funkcjonowania w wymaganym czasie.
2. Żywotność systemu - zdolność do szybkiego przywracania stanu sprawności.

3. Odporność systemu - zdolność sprawnego funkcjonowania w warunkach aktywnego oddziaływania nieprzyjaciela / w tym środków WRE/.
4. Podatność obsługowa systemu - zdolność usuwania uszkodzeń środków technicznych w wymaganym czasie.
5. Gotowość techniczna systemu - zdolność sprawnego funkcjonowania w dowolnej chwili.

III. Kryterium informacyjne.

1. Wartość informacji - zdolność zaspokajania potrzeb informacyjnych organów dowodzenia i spełnianie ich wymagań dotyczących aktualności, kompletności i wiarygodności informacji.
2. Zdolność dezinformacyjnego oddziaływania na systemy informacyjne nieprzyjaciela.
3. Stopień odporności na dezinformacyjne oddziaływanie nieprzyjaciela.

IV. Kryterium ekonomiczne.

1. Wartość nakładów na budowę i eksploatację systemu dowodzenia /w tym systemów informatycznych/ w stosunku do nakładów na budowę niezbędnych środków walki.

Do oceny efektywności procesu dowodzenia mogą być przyjmowane następujące wskaźniki oceny efektywności.

1. Wartość przeciętna czasu realizacji cyklu dowodzenia.
2. Wartość przeciętna czasu podjęcia decyzji w wymaganym terminie.

Wskaźniki te dotyczą szybkości /tj.operatywności/ dowodzenia.

3. Prawopodobieństwo zaplanowania działań bojowych w wymaganym czasie.
4. Prawopodobieństwo przekazania zadań bojowych do wojsk.
5. Prawopodobieństwo przesłania wiadomości /meldunków, zarządzeń, rozkazów/ w wymaganym czasie i z pożądaną stopą błędów.
6. Współczynnik trwałości systemu.
7. Współczynnik informacyjnego napełnienia systemu.
8. Współczynnik przepustowości systemu.
9. Czas maksymalnej przerwy w dowodzeniu i minimalny czas trwania nieprzerwanej pracy między dwiema przerwami.
10. Prawopodobieństwo wykrycia i zakłócenia systemu przez nieprzyjaciela.
11. Czas przejścia od jednych do drugich metod dowodzenia.
12. Czas przeniesienia dowodzenia z jednych stanowisk na drugie.
13. Czas niezbędny na dokonania reorganizacji systemu dowodzenia.

Do oceny efektywności procesu dowodzenia można przyjmować poszczególne czynniki - determinanty efektywności i z nich budować globalne wskaźniki oceny efektywności systemu dowodzenia. Problemem nastroczającym dużo trudności jest wymierne określenie i oszacowanie praktyczne w/w czynników. Jeśli mamy dokonać oceny efektywności systemu dowodzenia z określonych punktów widzenia, które wyrażają poszczególne wskaźniki oceny, to sposób postępowania może być następujący [107].

Niech poszczególne wskaźniki określa zmienna W_i , $i = 1, 2, \dots$, oraz dane są wymagania dla systemu dowodzenia typu $W_i \geq w_i$.

Zakładamy, że system dowodzenia jest efektywny, gdy spełnia wszystkie wymagania. Za globalny wskaźnik oceny efektywności systemu dowodzenia przyjmujemy :

$$E = \begin{cases} 1, & \text{jeśli } \min_{1 \leq i \leq n} \frac{W_i}{w_i} \geq 1 \\ 0, & \text{jeśli } \min_{1 \leq i \leq n} \frac{W_i}{w_i} < 1 \end{cases}$$

Zatem dla efektywnego systemu dowodzenia $E = 1$.

Wyróżnione wskaźniki oceny efektywności mogą znaleźć zastosowanie przy wyborze "optymalnego" wariantu organizacji i wyposażenia systemu dowodzenia.

Przykładowo można rozpatrywać problem "włączenia" do systemu dowodzenia danego systemu informatycznego /SI/.

Jeżeli dla każdego kryterium /wskaźnika oceny efektywności/ określono wartości :

W_i^0 - wartość i - tego wskaźnika efektywności dla systemu dowodzenia bez SI,

W_i^r - wartość i - tego wskaźnika efektywności dla systemu dowodzenia z danym SI,

W_i^a - wartość i - tego wskaźnika efektywności dla systemu z "idealnym" SI,

to ocena efektywności ze względu na i - te kryterium danego SI jako podsystemu systemu dowodzenia wyrażona jest następująco :

$$\xi_i = \frac{W_i^r - W_i^o}{W_i^a - W_i^o}$$

Reasumując można stwierdzić, że :

- efektywność jest podstawową cechą współczesnych systemów dowodzenia,
- efektywność systemów dowodzenia jest, obok efektywności systemów rażenia, przenoszenia, zabezpieczenia itp., zasadniczą determinantą efektywności działań bojowych /walki, operacji/,
- efektywność systemów dowodzenia można oceniać przy pomocy rezultatów uzyskanych w walce /lub symulacji komputerowej/, wpływ efektywności systemu dowodzenia na efektywność systemu walki jest procesem złożonym i trudnym,
- efektywność systemu dowodzenia można oceniać wg wyróżnionych kryteriów, ocena ta może służyć do porównania dowolnych systemów dowodzenia w celu dokonania wyboru,
- współczesne systemy dowodzenia wymagają stosowania wielokryterialnych ocen efektywności,
- jedną z podstawowych determinant efektywności procesu /systemu/ dowodzenia na współczesnym polu walki jest efektywność systemów informacyjnych /w szczególności systemów informacyjnych/.

1.3. Analiza efektywności systemów informacyjnych procesu dowodzenia.

1.3.1. System łączności i system automatycznego przetwarzania informacji - podstawowe podsystemy systemu dowodzenia.

Podstawowym tworzywem, jakim posługujemy się w dowodzeniu jest informacja. Dzięki niej proces dowodzenia może być w ogóle realizowany. Podstawowym punktem odniesienia w sferze dowodzenia jest proces podejmowania decyzji. W ramach każdego procesu decyzyjnego można wyodrębnić specyficzny obieg informacji, który obejmuje :

- zbieranie informacji dotyczącej sytuacji decyzyjnej,
- przetwarzanie informacji, w celu uzyskania większej "agregacji" jej użyteczności,
- decydowanie, które można również traktować jako specyficzny sposób przetwarzania informacji, zachodzący w umyśle decydenta,
- przekazanie informacji o podjętej decyzji do jednostek wykonawczych.

Istotne dla określenia roli informacji w decydowaniu będzie również rozpatrzenie jej miejsca w formalnym ujęciu procesu podejmowania decyzji. Podejmowanie decyzji jest interpretowane jako relacja

$$R \subset D \times A$$

gdzie D - zbiór decyzji,

A - zbiór czwórek / J, J_{to-n}, J_{to+n}, C /,

J - stan faktyczny poinformowania podejmującego decyzję,

J_{t_0-n} - informacja o przeszłości, gdzie t_0 jest momentem podjęcia decyzji, a n wskazuje liczbę okresów, o które podejmujący decyzję cofa się w przeszłość,

J_{t_0+n} - informacja o przyszłości,

C - cel.

W związku z tym można powiedzieć, że podejmowanie decyzji na każdym szczeblu dowodzenia wymaga zebranie odpowiedniego zestawu informacji. Każda kolejna informacja zmniejsza niepewność działania w danej sytuacji decyzyjnej.

Głównym zadaniem informacji jest więc zmniejszenie niepewności w decydowaniu. W rzeczywistości mamy przeważnie do czynienia z sytuacjami decyzyjnymi, w których posiadane informacje są niepełne, a decydowanie przebiega w warunkach niepewności. Aby dostarczona informacja mogła w istotny i rzeczywisty sposób wpływać na zmniejszenie niepewności decydowania, musi ona spełniać warunki :

- a/ adekwatność - odzwierciedlać te aspekty zdarzeń i stanów, które są istotne dla sytuacji decyzyjnej i posiadać odpowiedni stopień szczegółowości,
- b/ prawidłowość informacji,
- c/ aktualność informacji, determinowaną szybkością jej uzyskania i przesłanie decydentowi.

Wniosek: jakość uzyskiwanych informacji dla potrzeb decydowania jest uzależniona od sprawności systemu informacyjnego, którego definicja jest następująca :

"Systemem informacyjnym" nazywamy system, którego celem jest zbieranie, przesyłanie, przechowywanie, przetwarzanie i udostępnianie informacji zgodnie z potrzebami i wymaganiami użytkowników". [106]

W procesie dowodzenia występuje wiele barier, które ograniczają sprawność kierowania. Jednym z nich są bariery informacyjne typu: struktury organizacyjnej, czasu, pracochłonności, wiedzy językowej.

Bariera czasu wynika z pracochłonności związanej z dostarczeniem informacji od źródła do odbiorcy.

Bariera pracochłonności występuje w całym procesie przetwarzania informacji. Duże rezerwy w likwidacji tej bariery tkwią w wykorzystaniu komputerów w systemie informacyjnym. Wsparcie komputerowe i teleinformatyczne pozwoli uzyskać :

- wysoki stopień przetwarzania informacji,
- sprawny przepływ informacji,
- wielodostępność.

Problemy technicznego wsparcia procesów informacyjnych można rozpatrywać łącznie z punktu widzenia procesu decyzyjnego oraz narzędziowego wsparcia czynności wchodzących w skład przetwarzania informacji.

Proces decyzyjny jest rozumiany jako proces transformacji strumieni informacji, który dokonuje się w czasie ich przepływu przez obiekt. Przepływowi informacji towarzyszy przekształcenie się układu strumieni wejściowych z wykorzystaniem określonych algorytmów przetwarzania strumienia informacji.

Występowanie tych tendencji w strumieniach informacji umożliwia techniczne wsparcie procesu informacyjno-decyzyjnego, rozumianego jako procesu transformacji danych.

Wsparcie techniczne obejmuje :

- zbieranie i przygotowywanie danych,
- porządkowanie i przechowywanie danych,
- wykonywanie na danych operacji matematyczno - logicznych,
- prezentację wyników,
- przesyłanie danych.

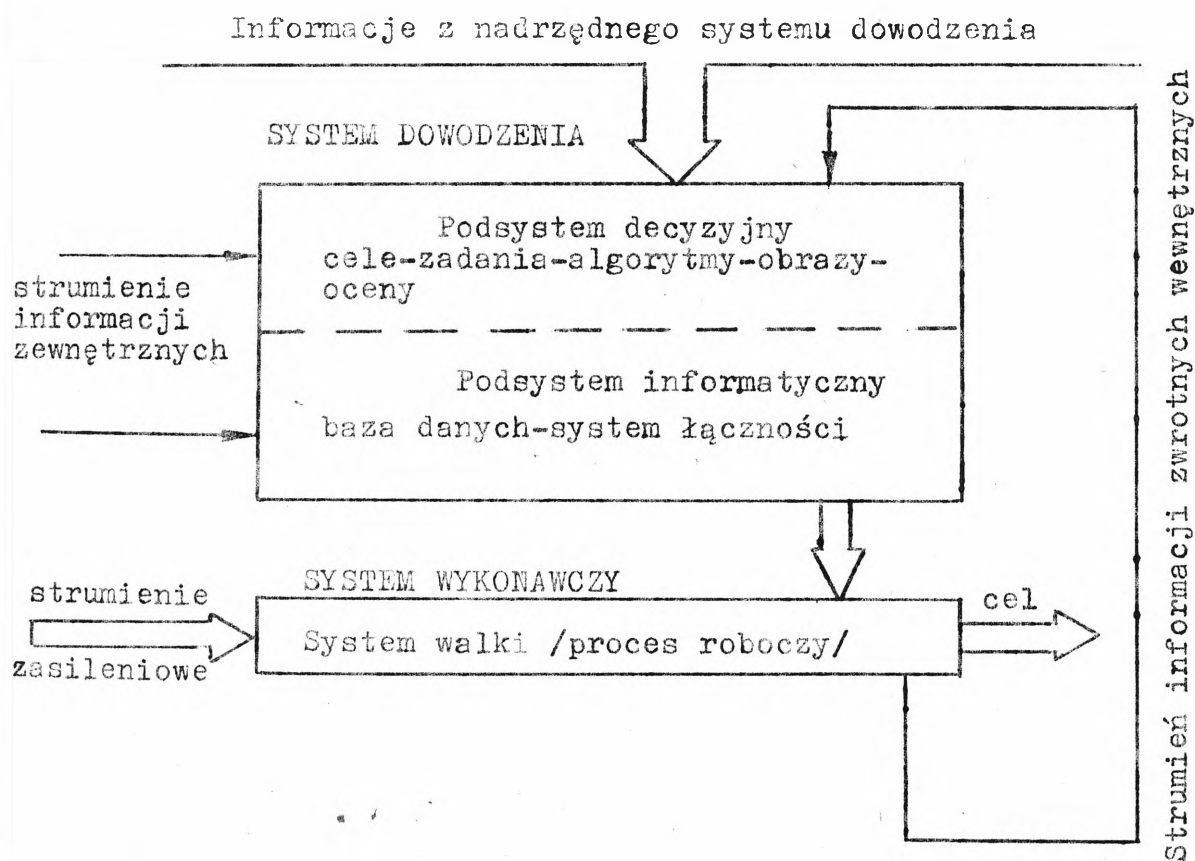
Przez system informatyczny dowodzenia określa taki system informacyjny, w którym podstawowe procesy informacyjne realizowane są za pomocą technicznych środków informatyki i telekomunikacji, charakteryzujących się wysokim stopniem automatyzacji.

Systemy teleinformatyczne są to systemy, w których źródła i /lub/ ujścia danych połączone są za pomocą sieci transmisji danych z komputerem. Elementami systemów teleinformatycznych są podsystemy :

- przetwarzania informacji /komputer wraz z niezbędnym wyposażeniem technicznym i programowym/,
- teletransmisji, obejmujący łącza telekomunikacyjne i techniczne środki przesyłania informacji cyfrowych,
- urządzeń końcowych /terminali/, wyposażonych w urządzenia wprowadzania i wyprowadzania danych.

Przyjmuję się, że istotę dowodzenia stanowią procesy informacyjno - decyzyjne funkcjonujące we wszystkich podsystemach sterujących danych szczebli organizacyjnych wojsk. Uważa się, że w skład systemu dowodzenia w aspekcie decydowania wchodzi

podsystemy: informacyjny i decyzyjny. Scalenie systemu informacyjnego /informatycznego/ z systemem dowodzenia ilustruje poniższy schemat./Rys.1.6/.



Rys.1.6. Scalenie systemu informacyjnego z systemem dowodzenia.

Najistotniejszym - z punktu widzenia jakości podejmowanych decyzji - elementem procesów informacyjno - decyzyjnych w systemie dowodzenia /tradycyjnym i zautomatyzowanym/ jest obraz informacyjny procesu roboczego.

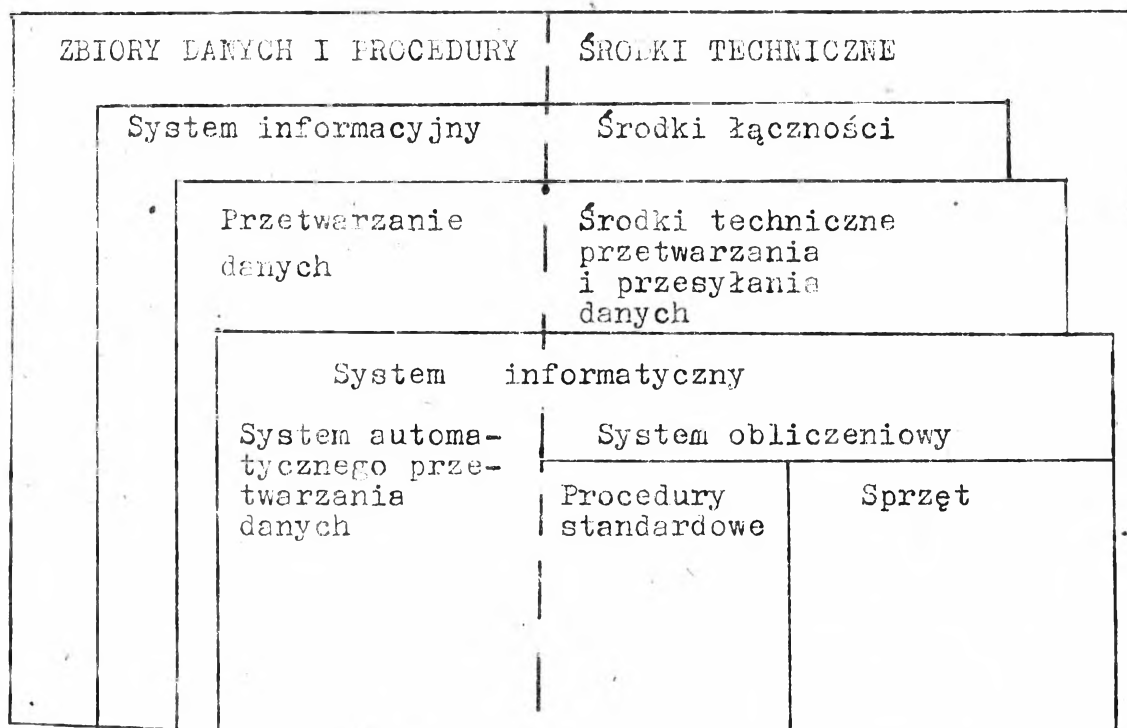
Obraz informacyjny procesu roboczego powinien być możliwie pełnym odbiciem procesu roboczego i zawierać aktualne i dokładne informacje o jego stanie. Informacje winny być przekazywane szybko i bez zniekształceń - jest to zadanie systemu łączności.

System łączności, najogólniej rzecz biorąc jest drogą, po której odbywa się obieg informacji "w górę" i w "dół" od szczebla niższego do wyższego i odwrotnie. W najdalej idącym uproszczeniu ten obieg informacji można przedstawić następująco. Obiekt działania dywizji /pole walki nieprzyjaciela/ poddany jest różnorodnym formom obserwacji prowadzonej wieloma środkami: optycznymi, akustycznymi, radiolokacyjnymi, noktowizyjnymi itp. Dane z informacji w rozmaitej postaci napływają do odpowiednich komórek dowodzenia, gdzie podlegają analizie. W wyniku tej analizy powstają syntetyczne informacje stanowiące obraz pola walki i nadające się do wykorzystania w procesie przygotowania i podejmowania decyzji. Dalszy obieg informacji doprowadza je kolejno do niższych szczebli dowodzenia, gdzie rozdziela się je dla organów wykonawczych w formie szczegółowej. Według informacji występujących w postaci rozkazów i zarządzeń, organa wykonawcze - podległe oddziały i pododdziały dywizyjne - działają na obiekt. Realizowany jest więc proces roboczy w danym systemie walki. Ponieważ działanie to i jego skutki podlegają znów obserwacji, proces powtarza się i w ten sposób obieg informacji zamyka się.

Jak widać, z powyższych rozważań od szybkości, ciągłości i wierności informacji zależy wykonanie zadania dywizji.

Możemy więc stwierdzić, że system łączności dywizji odgrywa niezmiernie ważną rolę w dywizyjnym systemie dowodzenia. Natomiast środki informatyki - komputer, baza danych - zdecydowanie przyspieszają wypracowanie i przekazanie danych służących realizacji celu działań bojowych.

Ogólna struktura systemu informacyjnego zobrazowana jest na rys. 1.8 [30]



Rys.1.8. Struktura systemu informacyjnego.

System informacyjny tak określony jest systemem pośredniczącym w przesyłaniu i przetwarzaniu informacji w procesie decyzyjnym.

System dowodzenia dywizji uzależniony jest głównie od struktury organizacyjnej dywizji, realizowanych przez nią

zadań bojowych oraz wyposażenia w techniczne środki dowodzenia, przede wszystkim środki łączności i środki informatyczne stanowiące bazę materialną systemu dowodzenia.

Definicja systemu łączności brzmi :

" Systemem łączności nazywamy zbiór elementów /organizacyjno-funkcjonalnych i technicznych/ oraz powiązań /relacji/ między nimi, odpowiadających organizacji dowodzenia wojskami, charakterowi działań bojowych /walki, operacji/ oraz wykonywanym zadaniom bojowym". [130]

Zasadniczymi elementami systemu łączności związku taktycznego /DZ, DPanc/ są węzły łączności stanowisk dowodzenia tj. WŁ, SD, ZSD /WSD/ i TSD.

Z definicji systemu łączności wynika, że musi on odpowiadać organizacji dowodzenia wojskami, gdyż służy do zabezpieczenia potrzeb systemu dowodzenia. System dowodzenia posiada odpowiedni sposób zorganizowania. Niezbędnym warunkiem istnienia rzeczy zorganizowanej jest odpowiednia łączność pomiędzy jej częściami składowymi. Łączność określa się najogólniej jako możliwość oddziaływania /jednokierunkowego lub wzajemnego/, albo inaczej jako możliwość przekazywania informacji. Jak wynika z powyższych rozważań teoretycznych problemy dowodzenia i łączności, obiegu i przetwarzania informacji w strukturach i systemach wojskowych rozpatrywać należy w sposób łączny, tj. metodami analizy systemowej.

Dowodzenie wojskami na współczesnym polu walki może być realizowane różnymi sposobami :

- poprzez styczność osobistą osób funkcyjnych,

- za pomocą dokumentów bojowych przesyłanych siłami i środkami wojskowej poczty polowej lub za pośrednictwem oficerów kierunkowych,
- za pomocą technicznych środków łączności, aktualnie metodami klasycznymi /w relacji człowiek - człowiek/, a w perspektywie metodami zautomatyzowanymi /w relacji człowiek - elektroniczna maszyna cyfrowa i pomiędzy elektronicznymi ośrodkami obliczeniowymi różnych szczebli, dowodzenia/.

Praktyka dowodzenia wojskami wskazuje, że tylko harmonijne wykorzystanie różnych sposobów dowodzenia umożliwia osiągnięcie pożądanej elastyczności oraz prawdopodobieństwa ciągłości dowodzenia. Rozpatrując zakres wykorzystania różnych sposobów dowodzenia należy stwierdzić, że dowodzenie za pomocą technicznych środków łączności spełnia pierwszoplanową rolę i w głównej mierze determinuje efektywność dowodzenia wojskami.

Nowoczesna technika oraz ilość i różnorodność jednostek o wysokiej mobilności, jak również nowoczesne uzbrojenie o bardzo dużej sile rażenia i celności, wymagać będzie szybkich i zdecydowanych decyzji podejmowanych na podstawie wielu danych przetworzonych na EMC. Współczesne, a zwłaszcza przyszłe pole walki, będzie stawiało przed organami dowodzenia szczególnie wysokie wymagania w stosunku do zwiększenia ilości i objętości oraz skrócenia czasu przesyłania informacji. Wymagania takie może spełnić system dowodzenia, w którym nastąpi wykorzystanie środków informatycznych oraz nowoczesnych środków łączności, tj. zautomatyzowany system dowodzenia i łączności.

1.3.2. Efektywność systemu łączności z punktu widzenia potrzeb systemu dowodzenia.

Efektywność jest jedną z najważniejszych i najbardziej ogólną cechą charakterystyk systemu technicznego. Istnieje kilka definicji efektywności, które przytoczone zostały wcześniej. Efektywność systemu łączności może być rozpatrywana jako cecha systemu określająca stopień jego przystosowania do wykonania postawionych przed nim zadań. Można więc efektywność systemu łączności zdefiniować następująco :

" Efektywność systemu łączności jest to cecha charakteryzująca stopień możliwości systemu łączności dotyczący zabezpieczenia dowodzenia, tj. przekazywania, przechowywania i przetwarzania informacji /kodowania, szyfrowania/ przy założonych ograniczeniach". Interesującym zagadnieniem jest ocena wpływu efektywności systemu łączności na efektywność systemu dowodzenia oraz wielkość efektów działań bojowych.

Systemy łączności mogą być oceniane :

- a/ według wartości rzeczywistych rezultatów działania, które można jednoznacznie określić /ocena ex post/,
- b/ wg oceny wartości oczekiwanych /przewidywanych/ rezultatów działania /ocena ex ante/,
- c/ wg oceny wartości zainspirowanych /wywoływanych/ przedsięwzięć w systemie nadrzędnym /systemie dowodzenia/,
- d/ według tzw. "odchyleń - wyjątków" czyli wielkości różnicy pomiędzy efektami uzyskanymi a planowanymi.

Na podstawie znacznej literatury oraz opinii ekspertów można wyróżnić następujące oceny efektywności systemu łączności :

a/ metody analityczne, których postawą są modele matematyczne dzielące się na :

- modele systemów obsługi masowej,
- modele ilościowej i jakościowej teorii informacji,
- modele teorii niezawodności systemów technicznych,
- modele teorii grafów i sieci /dla celów analizy strukturalnej/,

b/ metody symulacji komputerowej,

c/ gry kierownicze i gry wojenne/w szczególności komputerowe gry wojenne/.

Wszystkie te metody łączą konieczność rozwiązania pewnego problemu o znaczeniu podstawowym, a mianowicie - dokonania wyboru kryteriów i wskaźników oceny efektywności systemów, bez względu na wybór techniki badawczej. Można wyróżnić jeszcze jedną grupę metod, a mianowicie metody "kwalitometryczne" /stosowane w zagadnieniach sterowania jakością obiektów/, łączące podejście heurystyczne /ustalenie cech kryterialnych i ich ważności za pomocą metody ekspertów/ i analityczne /ustalenie wartości jakości systemu metodą punktową/.

Analizując spotykane w literaturze kryteria oceny efektywności SL można wyróżnić następujące jego rodzaje :

a/ kryteria operacyjne - związane z oceną wpływu jakości systemu łączności na efektywność dowodzenia na polu walki,

- b/ kryteria informacyjne - związane z oceną systemu łączności z punktu widzenia "ilości i jakości produkcji", czyli ilości wiadomości przekazywanych w określonym czasie, ich wierności, prawdopodobieństwa przekazania itp. dla zaspokojenia potrzeb i wymagań organów dowodzenia,
- c/ kryteria techniczno - eksploatacyjne związane z oceną sprawności technicznej poszczególnych elementów systemu w procesie eksploatacji systemu łączności /SL/ na polu walki,
- d/ kryterium ekonomiczne związane z oceną w kategoriach kosztów i nakładów finansowych.

Spośród metod analitycznych wykorzystywanych do analizy i oceny efektywności SL największą popularność zyskały metody teorii masowej obsługi /począwszy od modelu Erlanga, a skończywszy na modelach systemów z priorytetami i dowolnymi rozkładami prawdopodobieństw podstawowych charakterystyk/.

Interesującym zagadnieniem jest ocena wpływu efektywności systemu łączności na efektywność systemu dowodzenia oraz wielkość efektów działań bojowych. Są to problemy bardzo złożone, jednak istnieją pewne modele oceny, dzięki którym można określić współczynniki wyrażające miarę, ile razy dzięki systemowi dowodzenia i systemowi łączności/zastosowanym w danym systemie dowodzenia/ - zmniejsza się ogólna powierzchnia rażenia naszych wojsk bronią jądrową nieprzyjaciela w związku z zapewnieniem wykonania uderzeń uprzedzających.

Również można oceniać skuteczność niszczenia określonych

celów w walce. Interesującą może okazać się też analiza wpływu opóźnień informacyjnych na efektywność działań bojowych.

Przykłady takiej analizy znajdują się w literaturze radzieckiej. [126]

Modele tam zawarte są użyteczne jednak wówczas, gdy poza znajomością podstawowych parametrów procesu walki, istnieje możliwość oszacowania średnich opóźnień procesów informacyjnych występujących w systemie dowodzenia przeciwnika, co w większości przypadków jest bardzo trudne lub wręcz niemożliwe.

A. Współzależność wymagań stawianych systemowi łączności i dowodzenia.

Jak wcześniej wykazano, system łączności jest podsystemem danego systemu dowodzenia i stanowi jego integralną część w dużej mierze decydującą o sprawności systemu dowodzenia.

Na system walki składa się cały szereg podsystemów wzajemnie uwarunkowanych, które decydują o wyniku walki /operacji/.

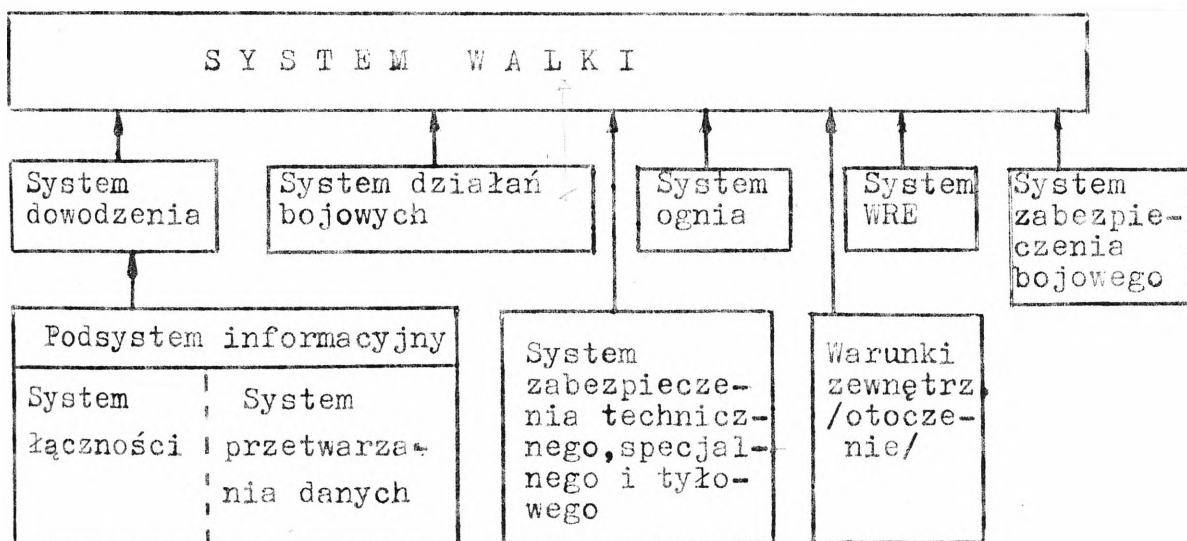
Miejsce systemu dowodzenia i łączności w ogólnym systemie walki przedstawiono na rys. 1.9.

Warunki współczesnego pola walki wymagają, aby każdy system dowodzenia charakteryzowały następujące cechy :

- a/ stała gotowość,
- b/ wysoka operatywność,
- c/ wysoka jakość,

- d/ trwałość systemu /żywotność, niezawodność i odporność na zakłócenia/ - decydująca o ciągłości dowodzenia,
- e/ elastyczność i mobilność,
- f/ duża skrytość systemu.

Powyższe wymagania zostały zdefiniowane w punkcie 1.2 rozdziału I.



Rys. 1.9 Miejsce systemu dowodzenia i łączności w systemie walki.

Bliższe wyjaśnienia wymagają podpunkty d) i e) nie scharakteryzowane wcześniej.

Trwałość systemu dowodzenia jest funkcją wielu czynników i można ją zdefiniować jako "zdolność systemu dowodzenia do wypełniania podstawowych funkcji procesu dowodzenia

w warunkach wszelkich niesprawności podsystemów w nim funkcjonujących oraz agresywnego oddziaływania przeciwnika i otoczenia". Trwałość systemu dowodzenia zależy więc będzie od jego żywotności, niezawodności i odporności na celowe zakłócenia nieprzyjaciela.

Trwałość systemu dowodzenia jest decydującym czynnikiem zapewniającym spełnienie warunku ciągłości dowodzenia. O wysokiej jakości pracy systemu decyduje jakość realizowanych w nim przedsięwzięć, a w szczególności jakość podejmowanych decyzji.

Na wysoką jakość podejmowanych decyzji wpływa :

- szczegółowość informacji,
- adekwatność informacji,
- aktualność informacji,
- bezbłędny przekaz informacji,
- przetwarzanie informacji /transformacja^{1/}/, opracowywanie, zobrazowanie, przechowywanie i dostęp/.

System dowodzenia dywizji spełniający powyższe wymagania powinien umożliwiać : [54]

1. Być dostosowany zarówno do działań w wojnie konwencjonalnej jak i jądrowej.
2. Mieć gotowość bojową co najmniej równą gotowości środków walki.
3. Mieć ruchliwość większą niż dowodzone wojska.

1/ Transformacja /przekształcanie/ formy - kodowanie, utajnianie itp.
Transformacja treści - następuje w procesie myślowym lub w EMC.

4. Działać w warunkach znacznego rozśrodkowania wojsk.
5. Być odporny na ogień, dywersję i zakłócenia informacyjne.
6. Uzyskiwać prawdziwe, w żądanym czasie odpowiednie dane.
Wymaga to sprawnego systemu rozpoznania, łączności oraz organizacji procesu informacyjnego.
7. Szybko /na czas/ podejmować właściwą decyzję w miarę optymalną, oraz zastosowanie systemów informatycznych.
8. Szybko /na czas/ i właściwie organizować działanie zgodnie z decyzją dowódcy /doprowadzić na czas zadania do wojsk/.
9. Szybko i umiejętnie reagować na zaminy zachodzące w toku walki. Wymaga to spełnienia punktu 7 oraz ciągłości i żywotności systemu dowodzenia, co zależy od niezawodności łączności, rozśrodkowania i ruchliwości punktów dowodzenia i maskowania całego systemu.

Operatywność, ciągłość i skrytość dowodzenia są to wymagania mające zasadniczy wpływ na efektywność /sprawność/ realizacji zadań dowodzenia. [89]

Zasadniczym kryterium oceny operatywności pracy dowódców i sztabów wszystkich szczebli jest czas realizacji przedsięwzięć związanych z dowodzeniem. Czas ten powinien zapewniać uprzedzenie przeciwnika w wykonaniu uderzenia oraz efektywne wykorzystanie możliwości bojowych wojsk własnych.

Drugą stroną pojęcia operatywności dowodzenia jest jego wysoka jakość. Skrócenie czasu wykonywania czynności dowodzenia nie może odbywać się kosztem dokładności. Pośpiech i powierzchowne wykonywanie kalkulacji operacyjno - taktycznych i obliczeń czasowo - przestrzennych oraz opracowanie innych

zagadnień w procesie dowodzenia dla zyskania czasu może wyrządzić niepowetowane straty. W tym przypadku nieocenione usługi oddaje elektroniczna technika obliczeniowa z urządzeniami transmisji danych.

Walka o godziny, a nawet sekundy oraz duża dokładność są jedynymi z najważniejszych zadań dowodzenia. Osiągnąć to można m.in. przez organizowanie i sprawne działanie systemu rozpoznania, systemu informacyjnego /a w tym systemu łączności i przetwarzania danych/, stosowanie racjonalnych metod podejmowania decyzji oraz planowania i organizowania walki we właściwym czasie, a także wyposażenie dowództw w wysoko-wydajne techniczne środki dowodzenia. Operatywność systemu dowodzenia wojskami można określić wg czasu trwania cyklu dowodzenia. Ponieważ długość cyklu dowodzenia w dużej mierze zależy od procesu informacyjnego / w tym zagadnieniu wy-
ważnie uwidacznia się wpływ systemu łączności i przetwarza-
nia danych na długość cyklu dowodzenia/, należy dokonać bliższej analizy tego problemu. Czas cyklu dowodzenia w prostym jednoogniowym systemie równa się sumie czasów trwania etapów składających się na proces dowodzenia tj.

$$T_{cd} = \sum_{i=1}^4 t_i$$

- gdzie : T_{cd} - czas trwania cyklu dowodzenia /godz.,min./,
 t_1 - czas zebrania informacji,
 t_2 - czas opracowania i analizy informacji /prze-
twarzanie i zobrazowanie informacji,

t_3 - czas podjęcia decyzji,

t_4 - czas przekazania decyzji wykonawcom.

W rzeczywistych systemach dowodzenia wielkości t_i mogą być zmiennymi losowymi. Wówczas należy określić nie faktyczną wielkość t_i , lecz wartość oczekiwaną i odchylenie standardowe.

W hierarchicznym systemie dowodzenia czas zebrania informacji przez wyższe ogniwo na każdym z kierunków składa się z czasu niezbędnego na zebranie i opracowanie informacji we wszystkich niższych ogniwach dowodzenia. Czas zebrania informacji przez wyższe ogniwo dowodzenia można wyrazić wzorem :

$$t_{z1} = t_{zn} + \sum_{j=1}^{n-1} / t_{zj} + t_{oj} /$$

gdzie : t_{z1} - czas zebrania informacji przez wyższe ogniwo dowodzenia na l-szym kierunku,

t_{zn} - czas zebrania informacji w n-tym ogniwie dowodzenia,

t_{zj} - czas zebrania informacji w j-tym ogniwie dowodzenia,

t_{oj} - czas opracowania informacji w j-tym ogniwie dowodzenia,

$j = 1, 2 \dots m$ - ilość kierunków zbierania informacji,

$j = 1, 2 \dots n$ - ilość ogniw dowodzenia.

Ogólny czas zebrania informacji przez wyższe ogniwo dowodzenia / t_{z0} / będzie warunkował ten kierunek, na którym czas

zebrania informacji będzie najdłuższy tj.

$$t_{z0} = \max /t_{z1}/$$

Czas doprowadzenia decyzji do wykonawcy znajdującego się w najniższym ogniwie dowodzenia /np.kompanii/ na danym kierunku / t_{d1} / jest sumą czasów doprowadzenia decyzji przez wyższe ogniwo dowodzenia /np.ZT/ do niższego /np.oddział/ i czasów trwania cykli dowodzenia T_{cj} w niższych ogniwach dowodzenia. Stąd też czas doprowadzenia decyzji do najniższego ogniwa dowodzenia na danym kierunku t_{d1} można wyrazić zależnością :

$$t'_{d1} = t_{d1} + \sum_{j=2}^n T_{cj}$$

Ogólny czas doprowadzenia decyzji do wszystkich wykonawców najniższego ogniwa t_{do} będzie określał ten kierunek, na którym czas doprowadzenia decyzji t'_{d1} będzie najdłuższy, tj.

$$t_{do} = \max /t'_{d1}/$$

Stąd też czas trwania cyklu dowodzenia T_o wyrazi się wzorem:

$$T_o = t_{z0} + t_o + t_{pd} + t_{do}$$

t_{z0} - ogólny czas zebrania informacji,

t_o - czas opracowania informacji,

t_{pd} - czas podjęcia decyzji,

t_{do} - ogólny czas doprowadzenia decyzji do wykonawców najniższego ogniwa [53].

Czasochłonność procesów decyzyjnych oraz przekazu zadań podwładnym można z pewnością uznać za naczelny, a jednocześnie najważniejszy zarzut stawiany dowodzenia. Szczególnie czasochłonność podejmowania decyzji w fazie kierowania walką jest najistotniejsza, gdyż zapotrzebowanie na szybką ingerencję dowódcy występuje najostrzej i bardzo często.

Analiza problemu sugeruje, że w skład warunków przyspieszenia procesów decyzyjnych /zarówno przed, jak i w czasie walki/ można zaliczyć :

- stałe dążenie do posiadania pełnego obrazu sytuacji jako niezbędnej bazy do powzięcia kolejnych decyzji /istotna rola systemu rozpoznania i łączności/,
- wykorzystanie elektronicznej techniki obliczeniowej,
- przystosowanie stylu i treści metodycznego wzorca pracy dowódcy do wymogów zautomatyzowanego systemu dowodzenia.

Również istotnym zagadnieniem związanym z czasochłonnością procesów decyzyjnych jest problem transmisji decyzji do wojsk, czyli przekazu zadań. Ważny jest termin doprowadzenia ich do podwładnych w zestawieniu z dysponowanym przez podwładnych czasem niezbędnym na przeprowadzenie koniecznych przygotowań do walki /zasada "1/3 czasu dla siebie, 2/3 dla podwładnych" jest często naruszana, czego dowodzi praktyka z ćwiczeń/.

W tej sytuacji niezwykle ważnym zagadnieniem staje się znalezienie niezawodnych kanałów łączności międzyszczeblowych o dużej przepustowości. Sprawność obiegu informacji /zwłaszcza dokumentalnej/ - to także jeden z słabszych punktów procesu dowodzenia. Jednym z aspektów tego problemu jest sprawa

zapewnienia dużej przepustowości kanałów łączności oraz wydajność i ciągłość funkcjonowania jego źródeł.)

Drugim istotnym wymaganiem stawianym dowodzeniu jest jego ciągłość. W walce /operacji/ nie może mieć miejsca nawet czasowa utrata dowodzenia. W przeszłości czasowa utrata dowodzenia wywoływała zazwyczaj pewne komplikacje, lecz^z zasady nie wywierała decydującego wpływu na przebieg czy też końcowy rezultat walki. Obecnie utrata dowodzenia chociażby na bardzo krótki czas może przesądzić o rezultacie walki. Stosowanie środków rażenia o wielokrotnionej sile rażenia, dużym zasięgu i prawie stuprocentowej celności oraz grup dywersyjnych, desantów i powszechne wykorzystywanie środków walki radioelektronicznej znacznie utrudni ciągłość dowodzenia.

Ciągłość dowodzenia osiąga się przez :

- organizowanie oraz ciągłe funkcjonowanie dostatecznej ilości stanowisk dowodzenia i węzłów łączności,
- utrzymanie nieprzerwanej łączności z przełożonym, podwładnymi i współdziałającymi wojskami,
- zapewnienie odpowiedniej żywotności systemów dowodzenia i łączności.

Skrytość dowodzenia polega na zachowaniu w tajemnicy przed przeciwnikiem wszystkich przedsięwzięć dotyczących działalności wojsk i całego systemu dowodzenia.

Skrytość dowodzenia osiąga się głównie poprzez maskowanie operacyjne i bezpośrednie wojsk i ich przedsięwzięć, a także stanowisk i punktów dowodzenia oraz systemu łączności. W celu zachowania skrytości dowodzenia należy stosować odpowiedni

system łączności z urządzeniami do automatycznego szyfrowania wiadomości przekazywanych przez techniczne środki łączności /utajniona transmisja danych/, nowoczesne środki łączności oraz przestrzegać zasad bezpieczeństwa łączności.

" System łączności, jego doskonalenie, rozwój i automatyzacja wiąże się zawsze z systemem dowodzenia. Rozwój ten nie może być jednak zakładany tylko w sposób naturalny polegający na tym, że rozwijające się systemy uzbrojenia /środków walki/, formy prowadzenia działań oraz związane z nimi metody dowodzenia określają nowe wymagania w stosunku do rozwoju systemu i środków łączności, ^{lecz} należy stawiać na wyprzedzające tempo rozwoju systemów i środków łączności" [3].

Najważniejszymi wymaganiami stawianymi przed systemem łączności oraz łącznością jako procesem wymiany informacji w systemie dowodzenia wojskami są :

1. Wysoka gotowość systemu łączności /SŁ/.
2. Terminowość łączności /operatywność/.
3. Skrytość SŁ i bezpieczeństwo łączności.
4. Trwałość SŁ /żywość, niezawodność i odporność za zakłócenia radioelektroniczne/.
5. Wierność łączności.
6. Mobilność i elastyczność SŁ.

Wymagania te wynikają bezpośrednio z wymagań odnoszących się do systemu dowodzenia dywizji.

Gotowością SŁ nazywamy cechę systemową wyrażającą zdolność do szybkiego podjęcia zadań, czyli użycia potencjału do zaspokojenia określonych potrzeb. Unaczej mówiąc, gotowość SŁ wyraża

stopień przygotowania systemu do wypełnienia nałożonych zadań tzn. zabezpieczenia dowodzenia i kierowania środkami walki w dowolnych warunkach w nakazanym terminie.

W charakterze wskaźnika gotowości bojowej systemu łączności zazwyczaj wykorzystywane jest prawdopodobieństwo doprowadzenia systemu do danego stopnia gotowości bojowej w ustalonym czasie. [26]

Przez terminowość łączności rozumiemy tę właściwość systemu łączności, która zapewnia przekazanie /odbiór/ wiadomości w żądanym czasie uwarunkowanym sytuacją operacyjno - taktyczną. W literaturze można spotkać się też z równoważnym pojęciem, a mianowicie "operatywnością łączności". Aktualnie, w projekcie terminologii [134] występuje określenie "terminowość łączności". Terminowość łączności dotyczy procesu wymiany informacji realizowanego w danym SL i zależy od :

- zdolności przepustowej systemu łączności /szybkość transmisji, ilość i rodzaj kanałów łączności/,
- organizacji systemu obiegu informacji funkcjonującego w danym systemie dowodzenia,
- sposobów komutacji,
- sposobów utajniania wiadomości,
- sterowania siecią łączności,
- sprawności obsługi urządzeń łączności przez personel.

W literaturze przedmiotu spotykamy się też z pojęciem "terminowości organizacji łączności". Jednak pojęcie to odnosi się do tych przedsięwzięć, które decydują o terminowej organizacji SL. Jeżeli więc o terminowości /operatywności/

łączności decydują potencjalne czynniki techniczne tkwiące w samym systemie łączności, to o terminowości organizacji łączności decydują czynniki organizacyjne i planistyczne. Tak rozumiana terminowość ma swój bezpośredni udział w gotowości bojowej SŁ.

Trudno przecenić rolę czynnika czasu w prowadzeniu współczesnych działań bojowych. Dlatego najczęściej rozpowszechnionym wskaźnikiem terminowości łączności jest czas przebywania wiadomości w systemie łączności $/t_{SŁ}/$.

W charakterze współczynnika terminowości łączności bardzo często wykorzystuje się prawdopodobieństwo przesłania wiadomości w zadanym czasie

$$P /t_{SŁ} \leq T_{zad}/$$

Zdolność przepustowa SŁ jest to właściwość, charakteryzująca całokształt możliwości systemu w zakresie wymiany informacji określonych rodzajów między organami dowodzenia.

Zdolność przepustową, z uwzględnieniem potrzeb dowodzenia można oceniać liczbą przekazanych wiadomości λ z zadanym prawdopodobieństwem P_{zad} w określonym przedziale czasu /zazwyczaj w ciągu jednej godziny/

$$\lambda [P (t_{sł} \leq T_{zad}) \geq P_{zad}] \quad \checkmark$$

Pod pojęciem wierności łączności przyjęto rozumieć tę cechę systemu, która decyduje o dokładności przekazania danej informacji na punkty odbioru. Ogólnymi, dla wszystkich rodzajów łączności wskaźnikami wierności są :

- prawdopodobieństwo prawidłowego odbioru informacji - wierność,

- prawdopodobieństwo zniekształcenia informacji - brak wierności, stopień zniekształcenia.

W celu obliczeń oddzielnych rodzajów łączności przyjęto poszczególne wskaźniki wierności łączności. Wierność łączności telegraficznej i transmisji danych określona jest $/K_w/$:

$$K_w = \lim_{M \rightarrow \infty} \frac{M_0}{M_0 + M_{bł}} = 1 - \frac{P_{bł}}{M}$$

gdzie :

- M_0 - liczba prawidłowo odebranych znaków /liter, cyfr/,
- $M_{bł}$ - liczba błędnych znaków,
- M - całkowita liczba znaków.

Współczynnik zniekształceń łączności telegraficznej i transmisji danych q wynosi : [26]

$$q = \lim_{M \rightarrow \infty} \frac{M_{bł}}{M_0 + M_{bł}} = 1 - K_w$$

Skrytość łączności - właściwość systemu łączności zapewniająca bezpieczeństwo i tajność przekazywanej informacji przed dostępem przeciwnika.

Skrytość łączności osiąga się przy pomocy aparatury utajniającej o gwarantowanej mocy kryptograficznej, dokumentów tajnego dowodzenia oraz przedsięwzięć organizacyjnych.

Aktualnie nie ma ustalonych wskaźników skrytości systemu łączności, pozwalających ocenić liczbę informacji, którą

może zdeszyfrować przeciwnik z ogólnej liczby informacji przekazywanych w kanałach łączności. W praktyce wojsk wykorzystuje się następujący wskaźnik skrytości systemu łączności: [26]

$$C_{sk} = \frac{S_t}{S}$$

gdzie:

- S_t - liczba kanałów łączności utajnionej,
- S - ogólna liczba kanałów łączności podlegających utajnieniu.

Pod elastycznością i mobilnością SŁ rozumiemy cechę systemu charakteryzującą możliwości zabezpieczenia potrzeb dowodzenia wojskami, przy zmiennej sytuacji operacyjno - taktycznej / z wykorzystaniem danego systemu łączności/.

Powstanie potrzeb w przebudowie systemu łączności może być uwarunkowane :

- przemieszczeniem wojsk i punktów dowodzenia, uszkodzeniem punktów dowodzenia i przejęciem dowodzenia przez inne punkty dowodzenia,
- zmianą charakteru wypełnianych zadań, przybyciem w skład zgrupowań nowych oddziałów,
- uszkodzeniem elementów systemu łączności.

Wychodząc z warunków funkcjonowania systemu dowodzenia, wymagania elastyczności i mobilności SŁ określa się dopuszczalnym czasem wyznaczonym przez system dowodzenia na przedstawienie systemu łączności odpowiednio do zmniejszającej się sytuacji operacyjno - taktycznej. Dlatego za wskaźnik elastycz-

ności i mobilności polowych systemów łączności może być użyty średni czas przestawienia /reakcji/ systemu łączności na zmiany w sytuacji operacyjnej t_{prz} oraz wariancja czasu przestawienia $D /t_{prz}/$, jak również prawdopodobieństwo przestawienia SŁ w zadanym czasie, a określonym przez zmieniającą się sytuację $/P/$

$$P /t_{prz} \leq T_{zad}/$$

Sukces przy realizacji zadania przestawienia SŁ w określonym czasie T_{zad} uzależniony jest przede wszystkim od możliwości środków i urządzeń łączności /często ich mobilności/, jak też od stopnia przygotowania składu osobowego wojsk łączności.

Trwałość /stabilność/ systemu łączności charakteryzuje zdolność systemu łączności do pracy w zmieniających się warunkach zewnętrznych oraz uszkodzeniach i niesprawnościach technicznych sprzętu łączności. Tak rozumiana trwałość SŁ jest funkcją żywotności SŁ, jego niezawodności oraz odporności systemu na celowe oddziaływanie przeciwnika środkami walki radioelektronicznej.

Żywotność systemu łączności rozumiana jest jako zdolność systemu do utrzymania łączności w warunkach oddziaływania ogniowego nieprzyjaciela, użycia broni masowego rażenia, pory roku, doby, warunków meteorologicznych.

Wskaźnik żywotności przyjmuje się jako zdolność utrzymania łączności przy określonym procesie strat sprzętu w określonych relacjach lub jako prawdopodobieństwo przeżycia SŁ. ✓
Niezawodność techniczna systemu łączności jest to cecha systemu określająca wartość zadanych wskaźników jakości obsługi w

określonych warunkach eksploatacji oraz określająca wpływ na pracę systemu głównie czynników wewnątrzsystemowych, przypadków uszkodzeń techniki spowodowanych fizykochemicznymi procesami starzenia aparatury, defektami technologicznymi jej przygotowania lub błędami obsługującego personelu.

Podstawowymi wskaźnikami niezawodności SI są :

- współczynnik gotowości /współczynnik sprawnego działania kanału łączności/ - Kg
- współczynnik przestoju kierunku /kanału/ łączności - Kp
- średni czas sprawnego działania kanału łączności - tg
- średni czas przestoju - tp

Współczynnik gotowości ^{kanału} systemu łączności określa się wzorem:

$$Kg = \frac{T_o}{T_o + T_n}$$

To - czas pracy między uszkodzeniami

Tn - czas naprawy

Współczynnik gotowości kierunku /kanału/ łączności stanowi prawdopodobieństwo tego, że dany kierunek /kanał/ łączności będzie zdolnym do pracy w dowolnie wybranym momencie czasu, w współczynnik przestoju kanału łączności - prawdopodobieństwo tego, że kanał łączności będzie niezdolny do pracy w dowolnym momencie czasu.

Współczynnik gotowości operacyjnej systemu łączności określa się :

$$Kgo = Kg \cdot P /tr/$$

P /tr/ - prawdopodobieństwo tego, że będąc sprawnym w momencie t, nie uszkodzi się w przedziale czasu t + t + tr.

Często zamiast współczynnika gotowości wykorzystuje się równoważny jemu termin - prawdopodobieństwa łączności. Kryterium łączności w tym przypadku jest liczba łączy między węzłami - musi być chociaż jedno łącze sprawne.

Odpornością na zakłócenia systemu łączności nazywamy cechą, charakteryzującą zdolność funkcjonowania łączności / z żadaną jakością/ w warunkach przypadkowych i celowych zakłóceń.

Współczynnik gotowości operacyjnej systemu łączności K_g powinien być obliczony z uwzględnieniem wszystkich czynników działających na system łączności.

Do podstawowych czynników zaliczamy :

- techniczną niezawodność wykorzystywanych środków i urządzeń łączności,
- ogniowe oddziaływanie ze strony nieprzyjaciela,
- zakłócenia radioelektryczne ze strony nieprzyjaciela,
- zakłócenia przypadkowe i wzajemne ze względu na brak kompatybilności elektromagnetycznej na punkcie dowodzenia i w ugrupowaniu wojsk.

Wpływ każdego z w/w czynników na łączność na danych kierunkach, ocenia się odpowiednio prawdopodobieństwami przerw i średnimi czasami przerw łączności, które w najbardziej złożonych okresach operacji /walki/ mogą oddziaływać na linie łączności jednocześnie. Znając współczynnik gotowości i średni czas przestoju linii łączności można określić współczynnik gotowości i średni czas przestoju kierunku łączności o n liniach łączności :

$$K_g = 1 - \prod (1 - K_{g_i})$$

$$T_{pki} = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{T_{pli}}}$$

Kg_{pli} - współczynnik gotowości i-tej linii łączności,

T_{pli} - czas przestoju i-tej linii łączności.

Współczynnik żywotności, niezawodności i odporności na zakłócenia są argumentami funkcji trwałości systemu łączności - wobec tego dąży się do tego, aby one wszystkie były analogiczne, tego samego typu.

Jeśli czynniki porażające powodują krótkotrwałe naruszenia łączności, to dla oceny jej żywotności można zastosować taki wskaźnik jak i niezawodności tj. współczynnik gotowości systemu w funkcji żywotności z odpowiednim indeksem

$$Kg_z = \frac{T_{o_z}}{T_{o_z} + T_{n_z}}$$

Podstawowym celem łączności jest szybkie przesyłanie informacji w czasie danej sytuacji operacyjno - taktycznej z zadaną wiernością i skrytością. Dlatego całokształt wskaźników, oceniających operatywność, wierność i skrytość łączności można wyrazić przy pomocy uogólnionego wskaźnika efektywności łączności :

$$P / t_{sL} \leq T_{zad}, \quad q \leq q_{zad}, \quad C_{sL} \geq C_{sLzad} /$$

Inny zestaw parametrów w łączności radiowej odpowiednio usystematyzowany został przedstawiony w pracy [2] .

Klasyfikuje i określa on parametry łączności radiowej spotykane powszechnie w podstawowej literaturze przedmiotu.

Zestaw ten przedstawia tabela 1.10.

Parametry	Spotykane nazwy		
	język polski	język rosyjski	język angielski
Jakość łączności	jakość transmisji	kaczestwo swiazi	
Zasięg łączności	zasięg, zasięg radiostacji	dalnost swiazi	operational range
Wierność transmisji	wierność wiadomości, wierność	dostowiernost kaczestwo swiazi	
Stopa błędów	znakowa stopa błędów, p-stwo błędu, częstość występowania błędów, jakość kanału	wierojatnost oszibok, czastost oszibok, potierey dostowiernosti	
Szybkość transmisji	przepustowość praktyczna, efektywna szybkość, przepustowość kanału	propuskaja sposobnost	
Efektywność transmisji	sprawność transmisji, efektywność przekazywania informacji	koefficjent efektnosti	effiency faktor
Prawdopodobieństwo łączności	pewność łączności, niezawodność łączności, współczynnik gotowości łączności	nadieżnost swiazi	communication reliability, probability of successful communication, succesful communication ratio

Tab.1.10. Proponowane nazwy podstawowych parametrów w łączności radiowej.

Parametry te zostały zdefiniowane następująco :

1. Zasięg łączności - odległość między antenami nadawczą i odbiorczą łańcucha radiokomunikacyjnego, dla której jakość łączności osiąga wartość zadaną.
2. Jakość łączności - stopień przydatności kanału łączności do transmisji informacji.
3. Wierność transmisji - stopień zgodności /odpowiedności/ informacji nadanej z odebraną.

$$p = \bar{w} = 1 - w$$

p - stopa błędów,

w - wierność transmisji

$$p = \frac{n}{N}$$

N - liczba elementów nadanych

n - liczba elementów odebranych błędnie.

4. Prawdopodobieństwo łączności - prawdopodobieństwo transmisji zadanej liczby znaków informacyjnych $/I_z/$ w zadanym czasie $/T_z/$ i zadaną stopą błędów $/P_z/$

$$P_1 = / I \geq I_z / , T \leq T_z , p \leq p_z / .$$

5. Przepustowość kanału łączności /szybkość transmisji informacji/ - stosunek liczby przesyłanych znaków informacyjnych $/I/$ do całkowitego czasu transmisji $/T/$.
6. Efektywność transmisji - stosunek czasu transmisji bez powtórzeń do rzeczywistego czasu transmisji lub stosunek przepustowości rzeczywistej do maksymalnej.

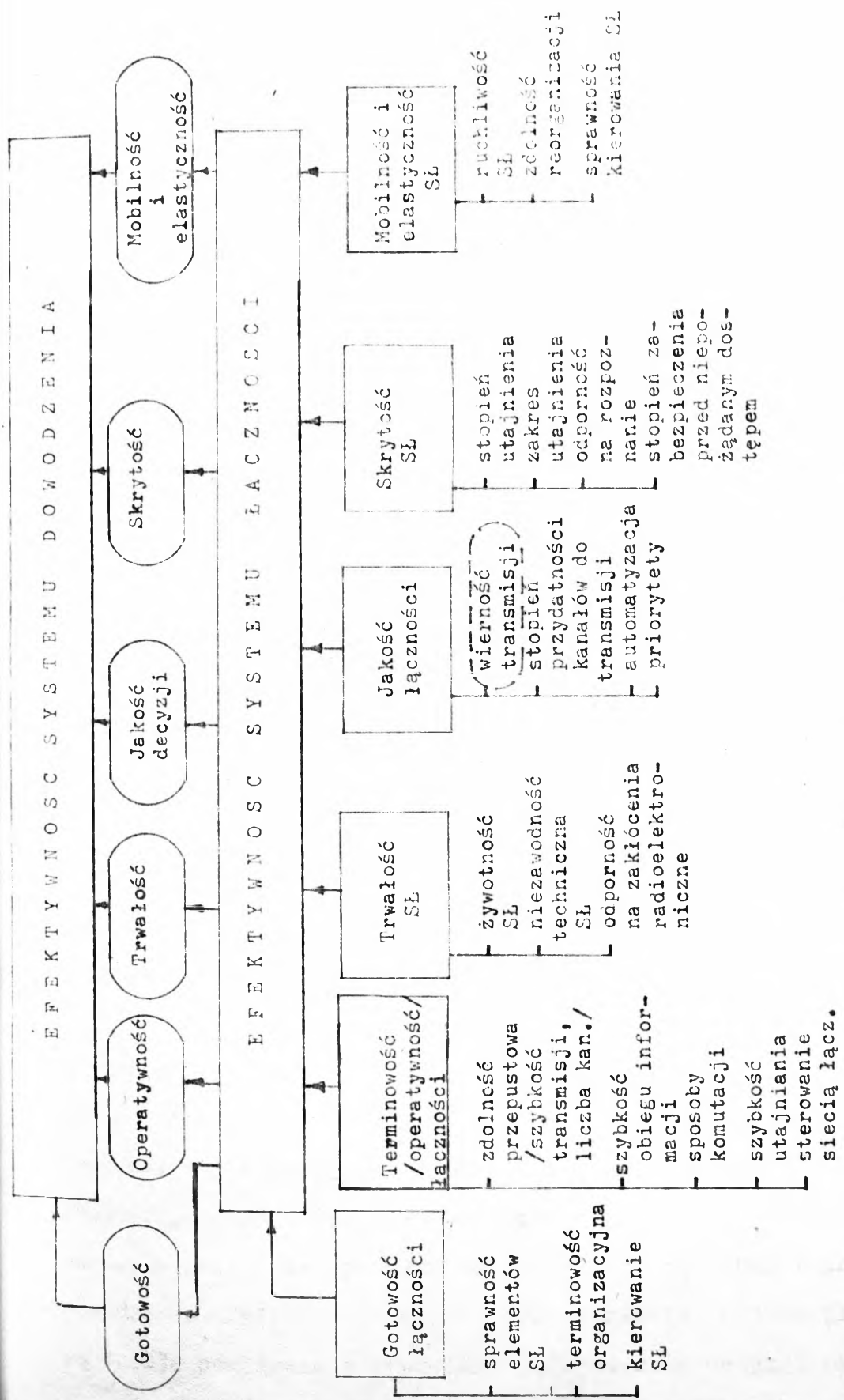
Aby system dowodzenia spełniał wymagania współczesnego pola walki, musi go charakteryzować wysoki poziom wszystkich

wyróżnionych wcześniej podstawowych cech, co stanowi warunek wysokiej efektywności dowodzenia. System łączności jako jeden z głównych elementów systemu dowodzenia musi nie tylko spełniać wymagania narzucane mu przez ten system, lecz je nawet wyprzedzać.

Efektywność systemu łączności powinna być mierzona wg kryterium przydatności tego systemu dla potrzeb dowodzenia. Tak więc efektywność systemu dowodzenia jest zdeterminowana w dużym stopniu możliwościami systemu łączności, a w przypadku zautomatyzowanych systemów dowodzenia - również środkami przetwarzania danych i automatyzacji.

Współzależność wymagań stawianych systemowi dowodzenia i systemowi łączności oraz ich wzajemny wpływ na efektywność systemu dowodzenia ilustruje rys. 1.11.

Jak wynika z przedstawionych tu zależności, wskaźniki decydujące o efektywności systemu dowodzenia są uwarunkowane odpowiednimi wskaźnikami efektywności danego systemu łączności. Jest to wpływ bezpośredni, możemy więc twierdzić, iż efektywność systemu dowodzenia jest wprost proporcjonalna do efektywności systemu łączności. Oczywiście, nie uwzględnione są tutaj inne czynniki, jak np. organizacyjno-ludzkie systemu dowodzenia, które również determinują efektywność systemu dowodzenia. Są to jednak często czynniki niewymierne i trudno je wyrazić w postaci pewnych wartości liczbowych.



Rys. 1.11. Determinanty efektywności systemu dowodzenia i łączności.

1.3.3. Efektywność systemów automatycznego przetwarzania informacji.

Aktualnie panująca tendencja do rozdzielania systemu łączności i systemu automatycznego przetwarzania informacji jest niewłaściwa. Rozdział ten wystąpi w konkretnych rozwiązaniach technicznych i w zasadzie nie interesuje tych oficerów sztabu, którzy nie zajmują się bezpośrednią eksploatacją powyższych systemów. Należy rozpatrywać system łączności i system przetwarzania danych z punktu widzenia efektywności systemu dowodzenia, w którym oba systemy zabezpieczają realizację procesu informacyjnego. Ponadto postępująca automatyzacja systemu dowodzenia i stosowanego w nim systemu łączności integruje coraz w większym stopniu system dowodzenia i łączności, albowiem zautomatyzowanie niektórych etapów procesu dowodzenia wymaga zautomatyzowania zarówno kierowania strumieniem danych w obrębie sztabu jednego szczebla, jak i między szczeblami dowodzenia z jednoczesnym wprowadzeniem nowych środków łączności o większej wierności, przepustowości i tajności.

Automatyzacja przetwarzania informacji polega nie tylko na powierzeniu maszynom realizacji elementarnych operacji obliczeniowych, ale również na przejęciu przez maszyny całych procesów informacyjnych i nadaniu im nowych kształtów i zakresów. Wdrożenie środków automatycznego przetwarzania danych powoduje zmiany całego systemu informacyjnego oraz technologii dowodzenia. Zmiany w procesach przetwarzania informacji, które są ściśle powiązane z procesami podejmowania decyzji na wszy-

stkich szczeblach dowodzenia, sprawiają, że podejmowane decyzje są bardziej skuteczne i czas ich powzięcia jest krótszy.

Właściwym obiektem informatyzacji jest system informacyjny. Stąd zaś wniosek, że przeznaczeniem systemu informatycznego jest zaspokojenie potrzeb informacyjnych organów decyzyjnych. Zatem jako nadrzędne kryterium oceny efektywności systemów informatycznych należy przyjąć stopień zaspokojenie przez niego potrzeb informacyjnych systemu decyzyjnego oraz spełnienia określonych wymagań taktyczno - operacyjnych, technicznych i eksploatacyjnych.

W literaturze i praktyce wymienia się wiele wskaźników cząstkowych charakteryzujących poszczególne rodzaje efektów uzyskiwanych dzięki zastosowaniu środków elektronicznej techniki obliczeniowej /ETO/ dla przetwarzania informacji.

W praktyce przy dokonywaniu ocen efektywności systemów automatycznego przetwarzania informacji stosuje się metody indywidualnych kryteriów ocen, bazujące na wykorzystaniu cząstkowych wskaźników efektywności, odzwierciedlające te rodzaje efektów, które są najistotniejsze z punktu widzenia celu i zasad funkcjonowania systemu, w jakim wykorzystuje się automatyczne przetwarzanie informacji.

Najczęściej spotykanym wskaźnikiem efektywności powyższych systemów są : [30]

1. Wskaźnik zmniejszenia pracochłonności V_p

$$V_p = \frac{P_0 - P_1}{P_0}$$

gdzie P_0 - ogólne nakłady czasu pracy /żywej/ na przetwarzanie danych w systemie tradycyjnym,

P_1 - ogólne nakłady czasu pracy na analogiczny zakres czynności w systemie zautomatyzowanym.

2. Wskaźnik skrócenia terminów uzyskiwania informacji przez poszczególne szczeble dowodzenia V_t

$$V_t = \frac{T_0 - T_1}{T_0}$$

gdzie : T_0, T_1 - czasokresy upływające od momentu rejestracji zjawisk do momentu uzyskania określonej kategorii informacji wynikowych odpowiednio w systemie tradycyjnym i zautomatyzowanym.

Z punktu specyfiki wojskowych systemów dowodzenia wskaźnik V_t ma ogromne znaczenie dla oceny sprawności tych systemów.

3. Wskaźnik dokładności informacji wynikowych V_d .

$$V_d = \frac{D_0 - D_1}{D_0}$$

D_0 i D_1 - poziomy dokładności informacji w systemie bazowym i zautomatyzowanym.

Do efektów zalicza się ^{system odniesienia} wszystkie korzyści, jakie można uzyskać w wyniku eksploatacji użytkowej systemu informatycznego.

W analizie efektywności systemu uwzględnia się następujące

rodzaje efektów : [62]

a/ efekty trwałe /powtarzalne/ :

- skrócenie czasu realizacji procesów informacyjno-decyzyjnych.

. - usprawnienie struktury organizacyjno-funkcjonalnej i informacyjnej systemu dowodzenia,

b/ efekty jednorazowe - wielkość efektu organizacyjnego, efekty ekonomiczne.

Eksploatacja systemów informatycznych wywołuje więc powstanie u użytkownika określonych efektów, które ogólnie dzielą się na trzy grupy efektów: bezpośrednich, pośrednich i pochodnych.

Efekty bezpośrednie powstają w sferze przetwarzania informacji /np. skrócenie cyklu obliczeniowego, zwiększenie dokładności wyników, zmniejszenie pracochłonności/. Do efektów pośrednich, przy przejściu od systemu tradycyjnego do systemu informatycznego zalicza się wszystkie w sferze działalności ludzkiej obsługiwanej przez system informatyczny /np. skrócenie cyklu dowodzenia/. Do efektów pochodnych zalicza się skutki systemu, takie jak np. poprawa przepływu informacji.

1.4. Wybór wskaźników oceny efektywności systemu łączności determinat efektywności systemu dowodzenia dywizji

Analiza dotychczasowych rozważań o dowodzeniu pozwala stwierdzić, że system dowodzenia wojskami można rozpatrywać w trzech aspektach :

- strukturalnym,
- funkcjonalnym,
- rozwojowym.

System dowodzenia jako podsystem sterujący w aspekcie strukturalnym stanowi uporządkowaną całość, złożoną z organów i środków dowodzenia, które są rozmieszczone na stanowiskach dowodzenia i sprzężonych ze sobą informacyjnie.

System dowodzenia w aspekcie funkcjonalnym to taki system działania sterującego, w którym organy dowodzenia posługujące się odpowiednimi metodami i środkami technicznymi realizują procesy informacyjno - decyzyjne niezbędne do osiągnięcia zamierzonego celu walki. System dowodzenia w aspekcie rozwojowym wiąże się ze zmianami strukturalnymi, czyli zmianą stosunków między poszczególnymi elementami lub między elementami a systemem jako całością. Następuje moment, w którym wielkość zmian w otoczeniu i samym systemie przekracza możliwości adaptacyjne. Wówczas konieczne staje się wprowadzenie zmian w istniejącej strukturze, w jej elementach i funkcjonowaniu systemu dowodzenia. Przykładem tego może być powstanie zautomatyzowanych systemów dowodzenia.

Analiza doświadczeń z ćwiczeń oraz perspektywy rozwoju systemu dowodzenia szczebla taktycznego, pozwala dokonać podziału

czynników warunkujących efektywność dowodzenia na dwie zasadnicze grupy :

1. Czynniki strukturalne, a w tym :

- struktura systemu dowodzenia wyrażona liczbą elementów uczestniczących w procesie dowodzenia i ich miejsca w fazie wykonywania zadań,
- jakość sprzężeń zarówno pomiędzy poszczególnymi elementami systemu jak i otoczeniu,
- wyposażenie techniczne systemu dowodzenia,
- odporność systemu dowodzenia na zakłócenia w pracy.

2. Czynniki metodologiczne, a w tym :

- algorytm działania całości systemu,
- algorytm działania poszczególnych elementów systemu,
- algorytm i programy stosowane w EMC,
- ustalone priorytety zadań,
- poziom wykszolenia obsługi.

Podział ten jest umowny, gdyż w rzeczywistości istnieje ścisła współzależność między jedną a drugą grupą.

Do czynników strukturalnych zalicza się wszystkie czynniki wynikające ze struktury dywizyjnego systemu dowodzenia. Wyrażają one potencjalne możliwości systemu w realizacji stawianych zadań. Czynniki metodologiczne wyrażają wpływ przyjętych metod i technik pracy na efektywność procesu dowodzenia. O ile wpływ ten w badaniach empirycznych zauważa się w sposób bezpośredni, o tyle w badaniach teoretycznych zasadnicza trudność polega na sformalizowanym opisie poszczególnych czynników. Zasadniczym czynnikiem determinującym efektywność dowodzenia jest jakość stosowanych algorytmów

działania zarówno całości systemu, jak i jego poszczególnych elementów oraz możliwości podsystemów w nim funkcjonujących. Istnieje ścisły związek pomiędzy jakością a czasem pracy elementu, które to składają się na całkowity czas pracy systemu dowodzenia.

W elektronicznej technice obliczeniowej oprócz algorytmów ważna też jest jakość stosowanych programów zapewniających tworzenie odpowiednich zbiorów danych opisu czynności, przetwarzania informacji i jej zobrazowanie w postaci najbardziej przydatnej w procesie dowodzenia. Przy ocenie wpływu efektywności systemu łączności i automatycznego przetwarzania informacji na efektywność systemu dowodzenia ZT konieczne jest korzystanie z podejścia systemowego do rozpatrywanego problemu. Istotą podejścia systemowego stanowi rozpatrywanie zdarzeń i procesów w ich wzajemnym związku, który nie ogranicza się tylko do samego systemu, lecz obejmuje także swoim zakresem otoczenia systemowe.

Funkcja efektywności systemu dowodzenia ZT jest funkcją wielowymiarową, a w szczególności wówczas gdy chcemy ocenić wzajemny wpływ określonych systemów na siebie. Często modele oceniowe są bardzo złożone i trudne do rozwiązania metodami analitycznymi. Praktyczne oszacowanie związków między odpowiednimi wskaźnikami decydującymi o efektywności systemu dowodzenia dywizji a systemem łączności danej dywizji jest trudne i nie zawsze w pełni możliwe. Trzeba w przypadkach wskaźników niewymiernych /a nie tylko/ uciekać się do ocen ekspertów, przyjmować je intuicyjnie lub pomijać, co powoduje pewne

uproszczenie w ocenie efektywności systemu. Ponadto należy stwierdzić, co wynika z analizy problemów efektywności przedstawionej wcześniej, że istnieje znaczna rozpiętość pomiędzy matematycznymi modelami systemów informacyjnych, posiadających znaczną wartość poznawczą, a metodami, raczej technikami oceny przydatności w działaniu praktycznym systemów łączności. Często formalne modele ocenowe systemu łączności i systemu dowodzenia budowane są w oparciu o takie wskaźniki, które praktycznie trudne /a niekiedy wręcz niemożliwe/ są do określenia.

Dlatego też, aby dokonać wyboru określonych wskaźników i opisać funkcje wiążące, należy wprowadzić pewne ograniczenia lub badać tylko wybrane kryteria cząstkowe decydujące w istotnym stopniu o efektywności systemu dowodzenia związku taktycznego.

Efektywność systemu dowodzenia uwarunkowana jest czynnikami obiektywnymi /warunkami technicznymi i organizacyjnymi/ oraz subiektywnymi /umiejętności, zdolności i postawy ludzi/.

Warunki subiektywne stacowią o pewnej nieokreśloności efektywności systemu dowodzenia i łączności. O efektywności systemu dowodzenia w znacznym stopniu decyduje sam człowiek, jednak z uwagi na niemożliwość skwantyfikowania zdolności i umiejętności człowieka /liczbowej oceny wartości tych walorów/, należy dokonać pewnych uproszczeń. Przy porównywaniu systemów dowodzenia tradycyjnych i zautomatyzowanych, można przyjąć założenie, iż wpływ tego czynnika jest identyczny w obu przypadkach i rozważyć tylko wpływ czynników obiektywnych, możliwych do wyrażenia i określenia w postaci wymiernej.

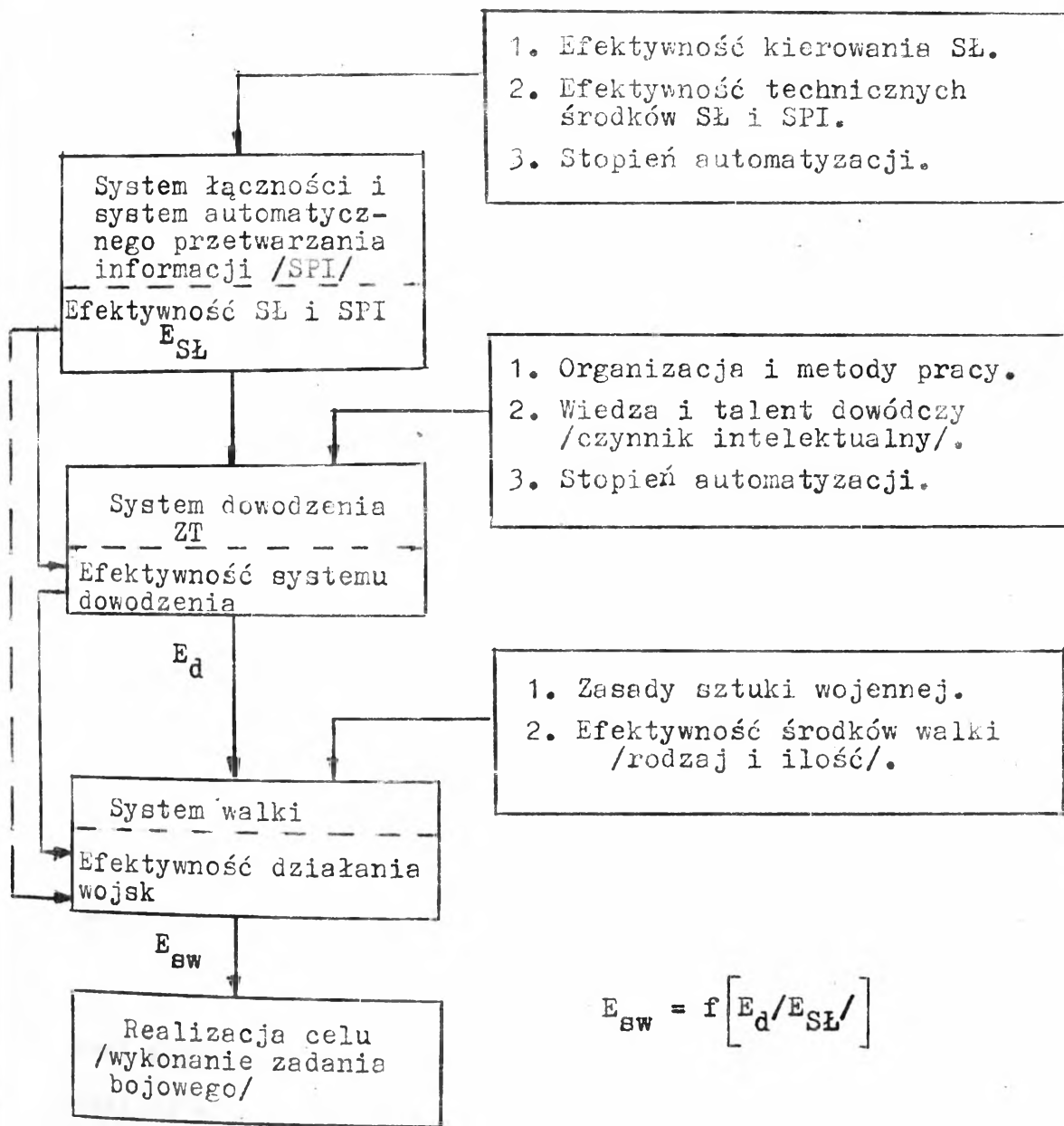
Efektywność systemu dowodzenia jest funkcją wymienionych wcześniej czynników determinujących jego sprawne działanie. Można więc przyjąć, że efektywność systemu dowodzenia jest funkcją efektywności systemu łączności, systemu przetwarzania informacji oraz czynników organizacyjno-ludzkich /O-L/.

$$E_{sd} = f /SL, SPJ, O-L/$$

Jest to zależność bezpośrednia, decydująca wprost o efektywności systemu dowodzenia z punktu widzenia czynników obiektywnych. Wzajemne, systemowe powiązanie zależności efektywności systemu walki od efektywności systemów dowodzenia i łączności można zobrazować w następujący sposób. /Rys.1.12/.

Jak wynika z powyższego schematu efektywność systemu dowodzenia można oceniać na podstawie przewidywanych lub uzyskiwanych rezultatów w walce, można też oceniać efektywność w sensie sprawności funkcjonowania samego systemu dowodzenia. Wyjaśnienia wymaga termin "sprawność". Termin jest wieloznaczny.

W sensie uniwersalnym przez "sprawność" rozumie się każdy z walorów praktycznego działania, czyli jakaś sprawność stanowi szybkość, dokładność, prostota itd. Syntetycznie rozumiana sprawność - to ogół tych walorów razem wziętych. Działa się tym sprawniej, im więcej poszczególnych walorów praktycznych zawiera w sobie działanie. Do sprawnego działania można również odnieść działanie ekonomiczne. Sprawność wreszcie można pojmować manipulacyjnie - manualnie. A więc sprawne działanie - to na pewno działanie skuteczne czyli efektywne. Od sprawności



Rys. 1.12. Systemowe powiązanie zależności efektywności systemu walki od efektywności systemu dowodzenia i łączności.

funkcjonowania systemu dowodzenia zależy przede wszystkim rezultat walki, wobec tego efektywność funkcjonowania systemu dowodzenia i procesu w nim realizowanego ma decydujący wpływ na efektywność działania wojsk. Z kolei efektywność procesu dowodzenia warunkowana jest efektywnością technicznych środków łączności i przetwarzania danych. Reasumując, można stwierdzić, że efektywność działania wojsk /operacyjno - taktyczna/, jaką daje system dowodzenia znajduje się w prostej zależności od jakości technicznych środków dowodzenia, a w szczególności od urządzeń zbierania, przetwarzania i przekazywania informacji oraz wykonywania obliczeń operacyjno - taktycznych.

Efektywność systemu dowodzenia rozumianą w sensie sprawności funkcjonowania systemu i realizacji procesu decyzyjnego można mierzyć wg następujących kryteriów :

- operatywność dowodzenia $/O_p/$ - czas reakcji systemu /cykl dowodzenia/,
- trwałość systemu $/T/$,
- skrytość działania systemu $/S/$,
- jakość podejmowanych decyzji $/Q/$,

$$E_{sd} = f /O_p, T, S, Q/$$

O wartościach powyższych czynników w znacznej mierze decydują wskaźniki efektywności systemu łączności oraz systemu automatycznego przetwarzania danych, co zostało przedstawione w poprzednich podrozdziałach. Aby dokonać analizy i oceny efektywności zautomatyzowanego systemu dowodzenia w zależności od przyjętego systemu łączności, środków automatyzacji i przetwarzania

informacji przyjmują, iż na efektywność dowodzenia mają wpływ bezpośredni te kryteria efektywności systemu łączności, które zaspakajają potrzeby dowodzenia, a mianowicie : trwałość systemu łączności, terminowość łączności, 'skrytość' systemu łączności i jakość przekazywanych informacji w sensie wierności transmisji.

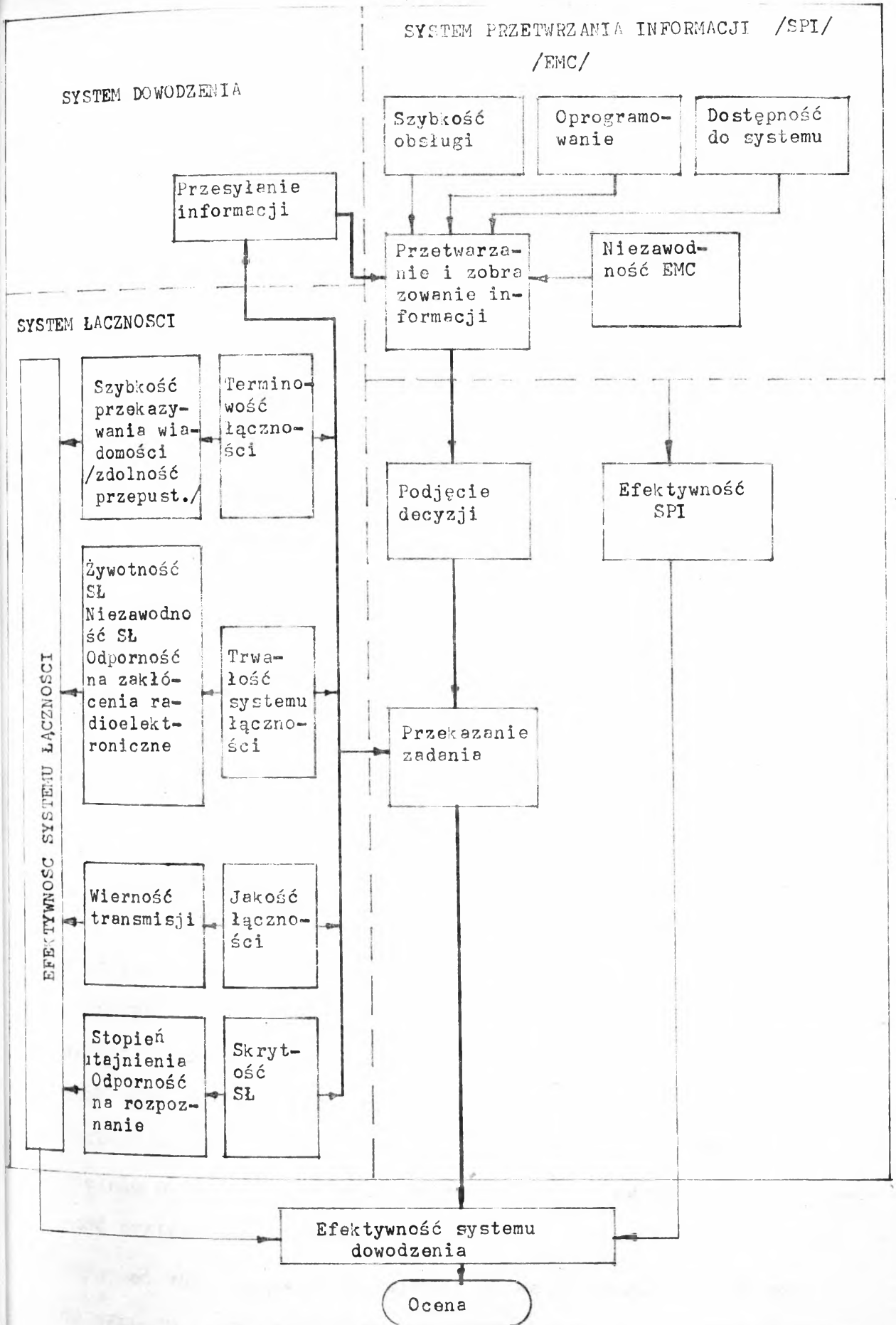
Parametry te decydują wprost o wartościach czynników - determinantów efektywności systemu dowodzenia.

Przyjęty model oceny efektywności systemu dowodzenia w zależności od efektywności systemu łączności i systemu automatycznego przetwarzania informacji przedstawiony jest na poniższym rysunku /1.13./.

Złożony proces dowodzenia systemami wojskowymi uniemożliwia wprost ocenę efektywności dowodzenia w ramach jednego obranego kryterium. Efektywność dowodzenia ocenia się więc na podstawie kryterium zasadniczego, odnoszącego się do głównego elementu systemu. Jako kryterium główne proponuje się wybrać operatywność wyrażoną czasem cyklu dowodzenia z jednoczesnym określeniem jego związków analitycznych z powstałymi elementami systemu dowodzenia zgodnie z zależnościami przyjętymi w podrozdziale 1.3.2. Pozostałe kryteria warunkujące efektywność systemu dowodzenia, będące wskaźnikami efektywności systemu łączności przyjmują jako uzupełniające wg metody addytywnego wyważania.

Zasadniczy wskaźnik efektywności, wyrażający intensywność przebiegu procesu dowodzenia, można opisać zależnością :

$$V_d = \frac{1}{T_{cd}}$$



Rys. 1.13. Model oceny efektywności systemu dowodzenia.

gdzie V_d - intensywność dowodzenia,

T_{cd} - czas cyklu dowodzenia.

Aby ocenić efektywność zautomatyzowanego systemu dowodzenia w porównaniu z efektywnością systemu tradycyjnego proponuje się wykorzystać następującą zależność :

$$E_{op} = \frac{T_{cdt} - T_{cdz}}{T_{cdt}} \cdot 100\%$$

E_{op} - efektywność systemu dowodzenia z punktu widzenia operatywności,

T_{cdt} - czas cyklu dowodzenia w systemie tradycyjnym,

T_{cdz} - czas cyklu dowodzenia w systemie zautomatyzowanym.

Możemy wyróżnić dwa przypadki :

1. Jeżeli $E_{op} > 0$, to nastąpił wzrost efektywności dowodzenia.

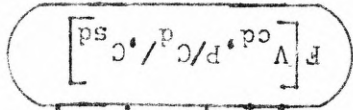
2. Jeżeli $E_{op} \leq 0$, to brak wzrostu efektywności dowodzenia. lub efektywność zmalała.

W przypadku $E_{op} \leq 0$ wskaźnik wzrostu efektywności $\Delta E_{op} = 0$.

W przypadku, gdy $E_{op} > 0$, wskaźnik ten obrazuje procentowy wzrost efektywności dowodzenia. Na rys. 1.14 przedstawiony został uogólniony model oceny efektywności systemu dowodzenia ZT w funkcji efektywności systemu łączności. System łączności spełnia określone kryteria mające zdecydowany wpływ na efektywność systemu dowodzenia.

Strumień wskaźników efektywności SŁ wejściowych "wchodzących" do systemu dowodzenia daje na wyjściu funkcje wynikowe obrazujące efektywność systemu dowodzenia. Uogólniony wskaźnik

Możliwości systemu łączności	Miary wskaźników efektywności systemu łączności	System dowodzenia / realizacji	Funkcje wynikowe i miary efektywności systemu dowodzenia	Uogólniony wskaźnik efektywności dowodzenia
TERMINOWOŚĆ	<p>Zdolność przepustowa</p> <p>Szybkość transmisji</p> <p>Ilość kanałów</p> <p>Sredni czas i-tego programu</p> <p>Sredni czas oczekiwania na dostępek do EMC</p>	<p>$Z_p = \sum_{i=1}^n V_{tri}$</p> <p>$V_{tri}$</p> <p>$n$</p> <p>$t_p$</p> <p>$t_o = t_o + t_p$</p> <p>$t_o$</p>	<p>$f/z_p \cdot T_{ob} / = \lambda \cdot T_{cd}$</p> <p>$V_{cd} = \frac{1}{T_{cd}}$</p>	
TRWAŁOŚĆ	<p>Żywność</p> <p>Niezawodność</p> <p>Odporność na zakłócenia radioelektroniczne</p>	<p>$P_p = 1 - P_r$</p> <p>$K_g = \frac{T_o}{T_o + T_n}$</p> <p>$P_{pz} = \frac{t_{r1}}{t_{r1} + t_{rz} - t_{n1}}$</p>	<p>$f/p_p \cdot K_g \cdot P_{pz} / = P/C_d$</p> <p>$f/we/$</p>	
JAKOŚĆ	<p>Wierność transmisji</p>	<p>$K_w = \frac{M_o}{M_o + M_{b1}}$</p>	<p>$f/K_w / = Q$</p>	
SKRYTOŚĆ	<p>Stopień utajnienia / powszechność/</p>	<p>$C_{sk} = \frac{S_1}{S}$</p> <p>$C_n = \frac{U_1}{R_1}$</p>	<p>$f/C_{sk} \cdot C_n / = C_{sd}$</p>	



SYSTEM ŁĄCZNOŚCI - podstawowe kryteria efektywności

Rys. 1.14. Model oceny efektywności systemu dowodzenia ZF w funkcji efektywności systemu łączności.

efektywności dowodzenia ZT może służyć do porównania systemu dowodzenia obecnego i zautomatyzowanego. Funkcje te wymagają odpowiedniego opisu. W tym przypadku przyjęto :

- T_{cd} - czas cyklu dowodzenia, współczynnik α uwzględnia czas twórczej pracy dowódcy i sztabu ZT /"przetwarzanie" informacji w umysłach decydentów/,
- P/C_d - prawdopodobieństwo ciągłości dowodzenia w funkcji trwałości systemu łączności /gotowości operacyjnej SŁ/,
- Q - dokładność podjętych decyzji,
- C_{sd} - stopień skrytości systemu dowodzenia w zależności od SŁ.

Pozostałe oznaczenia będą szczegółowo opisane w kolejnych rozdziałach pracy.

1.5. W n i o s k i

1. Efektywnością systemu dowodzenia jest całokształt zdolności informacyjnych /przekazywanie i przetwarzanie informacji/ i decyzyjnych /dokonywanie wyborów/ pozwalających na osiągnięcie zamierzonych celów działania. Inaczej mówiąc efektywność systemu dowodzenia wyraża stopień zaspokojenia określonych potrzeb dowodzenia tj. funkcjonowania zgodnie z przeznaczeniem i wymaganiami.
2. Efektywność systemów dowodzenia, obok efektywności systemów rażenia, jest zasadniczą determinantą efektywności działań bojowych /walki, operacji/.
3. Jedną z podstawowych determinant efektywności systemu dowodzenia na współczesnym polu walki jest efektywność systemów informacyjnych /a w szczególności systemów informatycznych/, będących częścią składową systemów dowodzenia. O sprawności i skuteczności /a więc efektywności/ działania systemów informacyjnych decydują środki łączności i środki informatyczne, które stanowią materialną bazę systemu dowodzenia.
Skład i organizacja systemu łączności i systemu przetwarzania danych decyduje więc o efektywności systemu dowodzenia dywizji.
4. Istotnym problemem jest zagadnienie wpływu efektywności systemu łączności i przetwarzania danych na efektywność systemu dowodzenia oraz wielkość efektów działań bojowych.

5. Efektywność systemu łączności należy rozpatrywać z punktu widzenia potrzeb systemu dowodzenia. Jest to więc ta cecha systemu, która charakteryzuje stopień możliwości systemu łączności dotyczący zabezpieczenia dowodzenia, tj. przekazywania, przechowywania i przetwarzania informacji w warunkach współczesnego pola walki.
6. Przy ocenie efektywności systemu łączności istnieje konieczność rozwiązania problemu o znaczeniu podstawowym, a mianowicie dokonania wyboru kryteriów i wskaźników oceny efektywności systemu. Ze względu na związki systemowe dowodzenia i łączności, kryteria efektywności będą wynikały z podstawowych wymagań stawianych dowodzeniu i jednocześnie łączności jako procesowi zabezpieczającego dowodzenie. Wymagania mające zasadniczy wpływ na efektywność realizacji zadań dowodzenia są następujące : operatywność, ciągłość i skrytość dowodzenia.
7. Aby zapewnić na odpowiednio wysokim poziomie wyróżnione wymagania stawiane dowodzeniu, system łączności musi cechować : wysoka operatywność /szczególnie terminowość łączności/, trwałość /stabilność/, skrytość i bezpieczeństwo łączności oraz wysoka wierność przekazywanych informacji.
8. Efektywność systemu dowodzenia, ze względu na wyróżnione kryteria, jest wprost proporcjonalna do efektywności systemu łączności /przy ustalonych czynnikach organizacyjno - ludzkich/. Czynniki metodologiczne, wyrażające wpływ przyjętych metod i technik pracy organów dowodzenia na efektyw-

ność procesu dowodzenia, w badaniach teoretycznych trudno jest przedstawić w sformalizowanym opisie, chociaż ich wpływ w badaniach empirycznych jest zauważalny bezpośrednio.

9. Funkcja efektywności systemu dowodzenia dywizji jest funkcją wielowymiarową, a w szczególności wówczas, gdy chcemy ocenić wzajemny wpływ określonych systemów na siebie. Często modele ocenowe są bardzo złożone i trudne do rozwiązania metodami analitycznymi. Praktyczne oszacowanie związków między odpowiednimi wskaźnikami decydującymi o efektywności systemu dowodzenia dywizji a systemem łączności danej dywizji jest trudne i nie zawsze w pełni możliwe. Z tego względu należy ilość wskaźników efektywności ograniczyć do najistotniejszych, mających zasadniczy wpływ na badaną efektywność.
10. Na podstawie analizy problemów efektywności w dostępnej literaturze, należy stwierdzić, że istnieje znaczna rozpiętość pomiędzy formalnymi matematycznymi modelami systemów informacyjnych, posiadającymi znaczną wartość poznawczą, a metodami /technikami/ oceny przydatności w działaniu praktycznym systemów łączności. Ocena systemu łączności może być przeprowadzona po wykonaniu danego działania - czyli ex post, bądź też przed rozpoczęciem działania - czyli ex ante. Ocena ex post /przeprowadzona na bazie rzeczywistych eksperymentów/ jest przydatna do porównywania efektywności różnych systemów łączności dowodzenia wyko-

nujących zadanie tego samego rodzaju, porównywalne, w celu określenia, który z tych systemów działa lepiej i ewentualnie o ile lepiej. Tego rodzaju oceny mają znaczenie głównie naukowo-badawcze. Natomiast oceny ex ante /wg przewidywanych oczekiwań/ znajdującego szerokie zastosowanie w badaniach symulacyjnych mają znaczenie analityczno - projektowe.

ROZDZIAŁ DRUGI

ANALIZA PROCESU DOWODZENIA Z WYKORZYSTANIEM ZAUTOMATYZOWANEGO SYSTEMU DOWODZENIA DYWIZJI /DZ DPanc/

2.1. Potrzeby i możliwości zastosowania informatyki w procesie dowodzenia.

Lata siedemdziesiąte i połowa bieżącego dziesięciolecia są okresem burzliwego rozwoju środków walki. Rozwój ten przyczynia się do zwiększenia zdolności bojowych wojsk, a najbardziej znamienym następstwem jest stopniowe doprowadzenie do zacierania się różnicy w skuteczności środków konwencjonalnych i jądrowych. Szczególnie w ostatnim okresie dynamicznie rozwijają się środki walki radioelektronicznej, mogą one skutecznie obezwładniać systemy elektroniczne, przede wszystkim wchodzące w skład systemów dowodzenia i kierowania ogniem. Na szczególną uwagę zasługuje wprzęgnięcie elektroniki w konstrukcję złożonych systemów bojowych scalających w sobie funkcje rozpoznawcze i ogniowe. Znajduje to wyraz w tzw. systemach rozpoznawczo-uderzeniowych, radykalnie zwiększających możliwości środków konwencjonalnych /np. system Assault Breaker/.

Wielka siła rażenia i manewrowość, jaką dysponują obecnie wojska, złożoność, utechnicznienie i wysoka dynamika /a zwłaszcza szybkość przebiegu/ procesów współczesnej walki, powodują niewydolność w zakresie optymalnego w treści i operatywnego

w formie dowodzenia wojskami przez ludzi "nie uzbrojonych" w efektywne środki i metody. Znaczenie problemu podnosi fakt, że potencjalni przeciwnicy nieustannie doskonalą swe systemy dowodzenia i wykorzystując najnowsze osiągnięcia nauki oraz techniki dążą do uzyskania przewagi także w tej sferze konfrontacji, jaką jest dowodzenie wojskami.

W siłach zbrojnych wielu państw od dawna prowadzi się z różnym natężeniem prace naukowo-badawcze i projektowo-wdrożeniowe w dziedzinie automatyzacji różnorodnych procesów i systemów dowodzenia i kierowania środkami walki. Podjęcie tych spraw w okresie intensywnego rozwoju różnorodnych dziedzin nauki i techniki oraz burzliwego rozwoju metod i środków walki zbrojnej stało się dyrektywną koniecznością, uwarunkowaną:

- postępującą zmianą poglądów na możliwości i charakter współczesnych działań /operacji/ wojennych prowadzonych na szeroka skalę na lądzie, morzu i w powietrzu;
- stałym doskonaleniem metod i środków walki zbrojnej;
- potrzebą wszechstronnego i systematycznego doskonalenia procesów i systemów dowodzenia wojskami i kierowania środkami bojowymi na szczeblu taktycznym i operacyjnym;
- celowością stałego podnoszenia stanu gotowości mobilizacyjnej i bojowej wojsk w okresie pokoju i wojny oraz zwiększeniem efektywności ich działania na współczesnym polu walki;
- naukowo uzasadnioną i praktycznie potwierdzoną celowością oraz szerszego wprowadzania we współczesnych siłach zbroj-

nych różnorodnych środków automatyki.

Problemy automatyzacji procesów dowodzenia wojskami i kierowania środkami walki zajmują poczesne miejsce w całokształcie rewolucyjnych przeobrażeń, jakie ciągle zachodzą w siłach zbrojnych.

Wypada przy tym podkreślić, że wprowadzenie informatyki w wojsku nie jest celem samym w sobie, lecz wynikiem ogólnych tendencji rozwojowych współczesnych sił zbrojnych oraz rosnących potrzeb w dziedzinie:

- stałego i wszechstronnego zwiększenia efektywności procesu dowodzenia oraz wykorzystania sił i środków walki zbrojnej;
- usprawnienia procesów planistycznych, informacyjnych, decyzyjnych i innych, jakie występują w procesie dowodzenia;
- osiągnięcia całkowitej zgodności między realnymi możliwościami taktyczno-technicznymi różnorodnych środków bojowych a zdolnością sprawnego kierowania nimi na współczesnym polu walki.

Stąd też wynika konieczność wprowadzenia do sztabów nowoczesnej techniki /tj. wsparcia komputerowego i teleinformatycznego/ dla usprawnienia dowodzenia wojskami.

Wsparcie takie pozwoli na:

- skrócenie czasu przekazywania sygnałów wprowadzających różne stopnie gotowości bojowej;
- skrócenie czasu zbierania, przetwarzania i przesyłania wyselekcjonowanych wiadomości /informacji/;

- przyspieszenie procesów rozwiązywania problemów organizacyjnych i planistycznych;
- zwiększenie efektywności planowanych przedsięwzięć;
- odciążenie osób funkcyjnych sztabu dywizji od wykonywania pracochłonnych, mechanicznych czynności i umożliwienie skierowania ich wysiłku na pracę twórczą i organizatorską.

Z uwagi na powyższe problemy, jak i wymagania stawiane obecnie dowodzeniu /przedstawione w poprzednim rozdziale/ zrodziła się potrzeba przejścia od klasycznych sposobów dowodzenia do sposobów bardziej efektywnych, odpowiadającym potrzebom współczesnego pola walki, tj. zautomatyzowanych systemów dowodzenia.

Automatyzacja wprowadza szereg zmian w organizacji i funkcjonowaniu systemu dowodzenia, które powinny być poddane wnikliwej analizie w celu zrealizowania optymalnych w danych warunkach rozwiązań operacyjno-organizacyjnych. Zadania i podstawowe funkcje organów dowodzenia nie mogą ulegać zmianie w wyniku automatyzacji, trzeba mieć jednak jasność co do tego, jak automatyzacja wpływa na sposoby działania tych organów: punktów dowodzenia, ich elementów do poszczególnych osób funkcyjnych włącznie. Przede wszystkim należy określić, jakie procesy i zadania realizowane w systemie dowodzenia powinny być automatyzowane i odpowiednio ustalić trzeba zmiany, jakie zajdą w sposobach działania poszczególnych punktów dowodzenia i ich elementami w ramach systemu dowodzenia związku taktycznego.

A. Potrzeby zastosowania informatyki w dowodzeniu

Organizacja i metody pracy dowódców oraz ich organów dowodzenia osiągają aktualnie pułap swych możliwości. Dalsze doskonalenie systemów dowodzenia w oparciu o klasyczne środki jest niezadowalające. Istnieje potrzeba dalszego ciągłego doskonalenia dowodzenia, bowiem zdecydowane są cele walki i jej złożony charakter. Trudno jest zgrywać wysiłek wojsk przy współczesnych środkach walki, które w krótkim czasie powodują olbrzymie zniszczenia. W związku z tym wzrosły zadania dowodzenia, w tym prognozowanie rozwoju sytuacji. Stosowanie przetych metod dowodzenia i mało wydajnych środków technicznych stanowi przyczynę powstawania większych dysproporcji między możliwościami bojowymi wojsk, a sprawnością dowodzenia nimi. Sytuację operacyjno-taktyczną na polu walki obrazuje mapa. Obok sytuacji operacyjno-taktycznych mieszczą się na niej informacje o terenie, bez których w procesie podejmowania decyzji trudno się obejść. Dodatkowe informacje niezbędne w procesie dowodzenia obrazowane są na różnego rodzaju, szkicach, tabelach itp., a informacja alfanumeryczna zestawiona jest w różnych dokumentach bojowych. Aby przekazać zarządzenie wstępne i część zadań wynikowych z zamiaru dowódcy, należy otrzymane od przełożonego zadania nanieść na mapę /często o innej skali/, dostosowując ją do map oddziałów. Trwa to dość długo, ponieważ praca ta jest bardzo pracochłonna. Przekazując zadania "w dół" należy zakodować ich treść, co również

przedłuża czas przekazu informacji. W efekcie podległe jednostki otrzymują niezbędne informacje i zadania ze znacznym poślizgiem czasowym. Jednak doświadczenia z ostatnich wojen i ćwiczeń z okresu powojennego dowodzą, że najłatwiej jest analizować i oceniać informacje przedstawione /zobrazowane/ w formie graficznej na mapie przy pomocy odpowiednich kolorów i znaków taktycznych. Wypracowane i stosowane przez sztaby sposoby zobrazowania informacji w polowych systemach posiadają:

- możliwość całościowego przedstawienia położenia na konkretnym tle topograficznym;
- zobrazowane całościowo położenie ułatwia analizę konkretnej informacji lub jej zbioru z jednej strony oraz uogólnienie zbioru informacji i położenie w całości;
- określoną treść informacji zapisuje się /zobrazowuje/ szybciej graficznie jak opisowo, jest ona bardziej przejrzysta i czytelna przez oficerów sztabu;
- segregacja informacyjna uzyskana przez stosowanie znaków i kolorów ułatwia szybsze odczytanie przez specjalistów wojskowych interesujących ich danych, szybką analizę i ocenę oraz planowanie działań stosownie do potrzeb.

Jednak dotychczasowy sposób obrazowania informacji, w stosunku do wymogów współczesnego pola walki, ma istotne cechy ujemne, z których najistotniejsza to ręczne zobrazowanie odbywające się często kosztem pracy koncepcyjnej przeznaczonej na głęboką

i wszechstronną analizę i ocenę informacji.

Ponadto ręczne wykonywanie złożonych obliczeń /przy wykorzystaniu środków małej mechanizacji i różnych nomogramów/ jest również zbyt pracochłonne i czasochłonne.

Mijają lata, a w kwestii np. powielania /rozmnażania/ dokumentów nadal dominuje kredka i kalka. Zasady i metody pracy równoległej są już dobrze opanowane i wcielane w życie. Wydaje się, że nadszedł czas, aby "wąskie gardła" tej metody, sprwadzające się głównie do trudności dotyczących przesyłania i przechowywania informacji wyeliminować lub złagodzić, gdyż taka sytuacja zachodzi w przekazywaniu dokumentów, zwłaszcza graficznych.

W tradycyjnym systemie dowodzenia dokumenty te wykonuje się ręcznie, wykorzystując do tego celu różnego rodzaju kalkulatory, pisaki, maszyny do pisania, wzorce podstawowych dokumentów bojowych itp.

Zastosowanie elektronicznej techniki obliczeniowej i środków teleinformatyki rozwiązuje powyższe problemy w sposób radykalny.

Informatyczny sposób dowodzenia w oparciu o EMC oraz zautomatyzowane stanowiska pracy w dużym stopniu wesprze dowódcę i sztab w realizacji zadań procesu dowodzenia.

W zautomatyzowanym systemie dowodzenia podstawowe informacje o sytuacji operacyjno-taktycznej przechowywane są w komputerze. Informacje te można uzyskać przy użyciu technicznych środków informatyki i łączności i zobrazować w postaci:

- a/ tabel i wykresów - głównie informację alfanumeryczną, którą wprowadza się z EMC na dalekopisy, drukarki czy monitory ekranowe,
- b/ schematów, wprowadzonych na różnego rodzaju grafoskopy,
- c/ map, które mogą być wykonane za pomocą automatycznych pisaków przenoszących informację z komputera na mapę lub wyświetlanych na ekranie.

Pożądane jest, aby komputery wspomagały aktywnie dowódców i oficerów sztabu uczestniczących w wypracowaniu decyzji, dając opracowane warianty rozwiązań na podstawie wprowadzanych przez użytkowników danych.

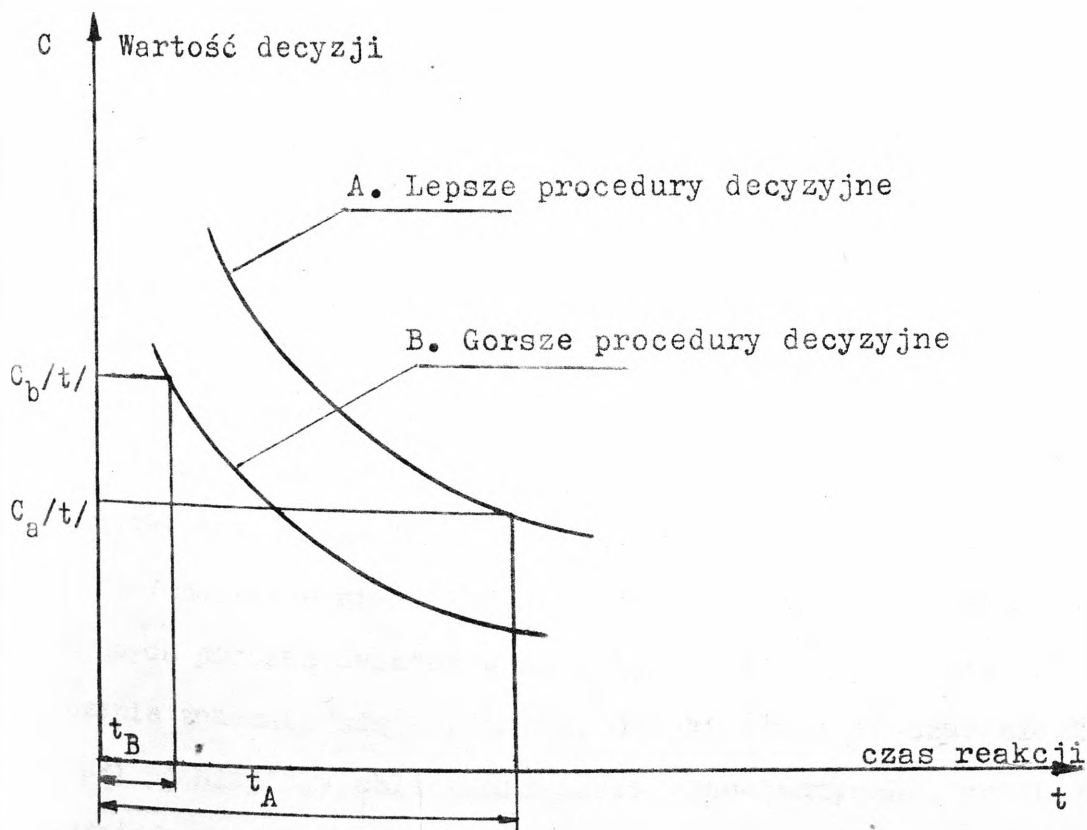
Uwzględniając powyższe, można wysunąć wniosek, że drogą do usprawnienia procesu decyzyjnego są nowoczesne techniczne środki dowodzenia; bez tych środków postęp może być tylko nieznaczny. Tak więc, poprawa sprawności dowodzenia wojskami nastąpi po wyposażeniu w polowe zautomatyzowane systemy dowodzenia i łączności, które pozwolą bardziej racjonalnie wykorzystać przez dowódcę i sztab czas, przewidziany na przygotowanie i prowadzenie walki.

W wojskowych systemach kierowania, a w szczególności systemach dowodzenia, najczęściej stosowanym kryterium usprawnienia jest czas. Jest to bowiem czynnik decydujący o przebiegu i wynikach działań bojowych. Miarą efektywności systemu dowodzenia dywizji jest czas reakcji systemu, tj. czas potrzebny na zebranie informacji sytuacyjnych, przetworzenie ich w in-

formacje decyzyjne oraz przekazanie decyzji wykonawcom dla uruchomienia ich działania.

Wartość decyzji będzie zawsze nie rosnącą /zwykle malejącą/ funkcją czasu reakcji systemu decyzyjnego oraz jakości danych i procedur decyzyjnych /tj. algorytmu określającego postępowanie prowadzące do podjęcia decyzji, łącznie z wykorzystaniem do tego celu aparatu matematycznego/.

Na jakość danych składają się takie czynniki, jak: szczegółowość, dokładność, adekwatność, stopień aktualności itd. Hipotetyczna zależność wartości decyzji od jakości procedur decyzyjnych i czasów reakcji przedstawia rys. 2.1. [114]



Rys.2.1. Zależność wartości decyzji od jakości procedur decyzyjnych i czasów reakcji.

Zauważmy, że wartość decyzji jest lepsza nie tylko w przypadku skrócenia czasu reakcji, lecz również w przypadku stosowania lepszych procedur decyzyjnych w procesie dowodzenia realizowanego w danym systemie dowodzenia.

Realizację potrzeby skrócenia czasu reakcji systemu dowodzenia dywizji można uzyskać poprzez:

- w fazie zbierania informacji - wyposażenie wojsk w urządzenia automatyczne pozwalające na rejestrowanie, przechowywanie i szybkie wydanie informacji sytuacyjnych;
- w fazie przetwarzania informacji - zastosowanie wysokowydajnych środków liczących;
- w fazie przekazywania informacji - zastosowanie urządzeń szyfrujących i deszyfrujących, urządzeń transmisji danych oraz odtwarzania, zobrazowania i reprodukcji dokumentów decyzyjnych, przekazywanych wykonawcom.

W procesie dowodzenia można wyróżnić trzy wzajemnie uwarunkowane sfery działania człowieka: twórczą, organizatorską i wykonawczą. O ile w pierwszej i drugiej sferze informatyka ma charakter wspomagający człowieka, o tyle w sferze wykonawczej - może odegrać decydującą rolę. Tutaj należy więc skoncentrować wysiłki nad jej zastosowaniem. Praktyczne zastosowanie informatyki /choć w niewielkich rozmiarach/ na szczeblach operacyjnych podczas ćwiczeń wskazują, że efektywność procesu dowodzenia znacznie się poprawiła, dzięki temu, że czas niezbędny jaki pochłaniały obliczenia operacyjno-taktyczne, udało się zmniejszyć o 30-35%, a w niektórych wypadkach o 60-75%. Na

szczeblu sztabów ZO prawie 60% obliczeń wykonywały maszyny cyfrowe. /Przykłady ćwiczeń "TARCZA-72", "LATO-74", "SOJUZ-77", "LATO-84" i inne/.

Posiadane obecnie przez nasze siły zbrojne techniczne środki informatyki, stan ich oprogramowania, a także organizacja ich zastosowania nie upoważniają nas do stwierdzenia, że dysponujemy zautomatyzowanym systemem dowodzenia definiowanym jako "system człowiek - maszyna" zapewniający zautomatyzowane zbieranie, przetwarzanie i wydawanie informacji niezbędnej dla dowodzenia wojskami". [104]

To, co z zakresu informatyki obecnie znajduje zastosowanie w systemie dowodzenia wojskami, możemy nazwać i nazywamy systemem przetwarzania informacji, w którym częściowo zautomatyzowane są niektóre procesy realizowane w systemie dowodzenia. W rozwoju sprzętu technicznego, stosowanego w polowym systemie dowodzenia można wyodrębnić trzy etapy: [118]

1. Zastosowanie stacjonarnych ośrodków obliczeniowych z zestawem środków transmisji dla przekazywania danych wejściowych i wyników obliczeń.
2. Zastosowanie ruchomych środków obliczeniowych rozmieszczonych w rejonie stanowisk dowodzenia.
3. Zastosowanie sprzętu technicznego polowego zautomatyzowanego systemu dowodzenia wojskami, którego wdrażanie nastąpi w drugiej połowie lat osiemdziesiątych.

Podobnie i w rozwoju oprogramowania systemu informatycznego dla potrzeb polowego systemu dowodzenia wyodrębnia się również trzy etapy: [118]

1. Zastosowanie zadań automatycznych.
2. Projektowanie i zastosowanie polowych systemów przetwarzania informacji /PSPI/.
3. Perspektywicznego projektowania zautomatyzowanych systemów dowodzenia.

Analizując podstawowe cechy wyróżnionych trzech etapów rozwoju automatyzacji można stwierdzić, że postęp w tej dziedzinie polegać będzie na wzroście ogólnej efektywności systemów informatycznych dzięki postępowi technologicznemu, organizacyjnemu i eksploatacyjnemu.

Czynnikiem jakościowym tego postępu jest charakter integracji przyjętych rozwiązań systemowych. Można wyróżnić następujące poziomy integracji: [104]

- 1/ poziom integracji funkcjonalnej, polegający na tym, że zadania realizowane przez poszczególne systemy informatyczne wchodzi w skład pewnych zadań kompleksowych, stanowiących istotne elementy procesów kierowania. Wynikają stąd pewne postulaty ujednoczenia techniczno-eksploatacyjnych parametrów systemów i zasad koordynacji ich działania;
- 2/ poziom integracji informacyjnej, polegający na wzajemnym udostępnieniu lub wspólnym wykorzystaniu baz danych, skąd wynikają potrzeby ujednoczenia formatu zapisu danych, organizacji ich przechowywania, języków, wyszukiwania informacji itp.;

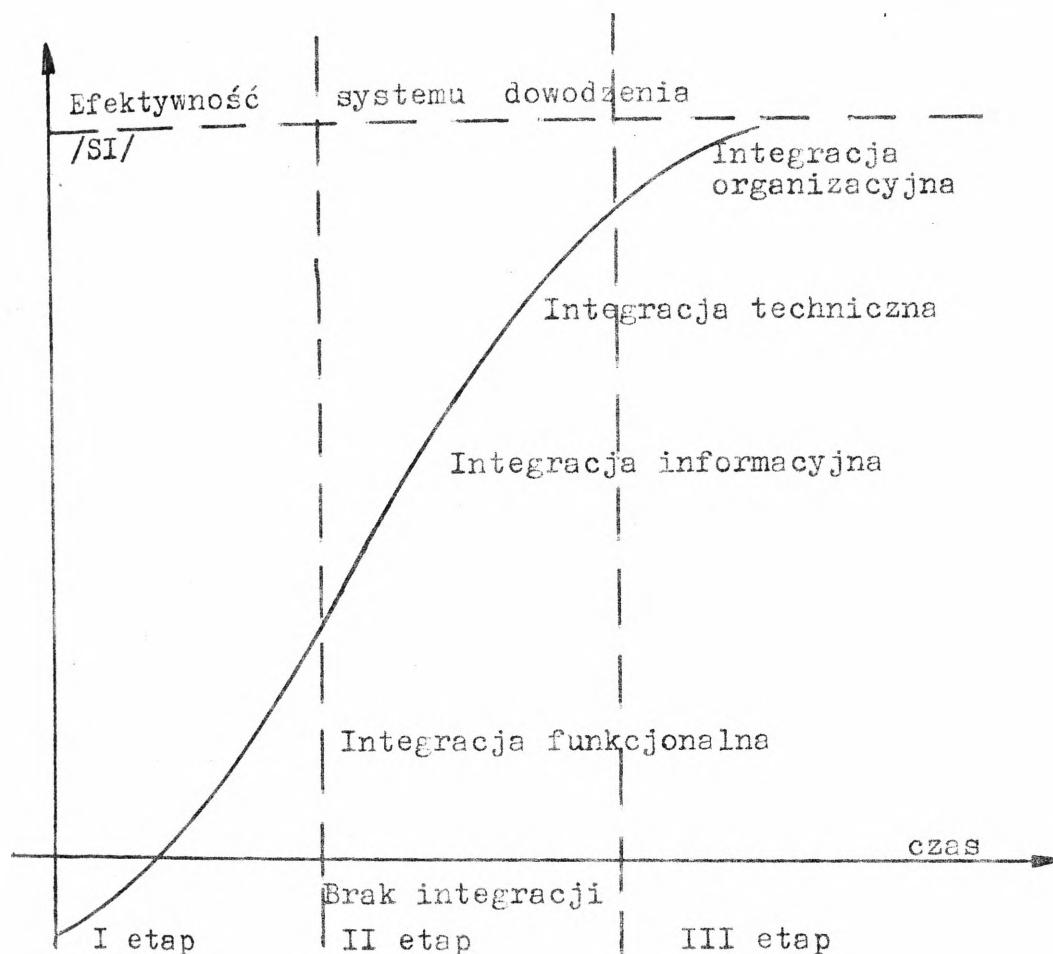
- 3/ poziom integracji technicznej, polegającej na współpracy jednostek przetwarzania za pośrednictwem transmisji danych, skąd wynikają potrzeby dopasowania do siebie konfiguracji systemów liczących na poziomie sygnałów, kodów maszynowych i formatu danych, instrukcji maszynowych i języków programowania;
- 4/ poziom integracji organizacyjnej, polegający na podporządkowaniu poszczególnych systemów informatycznych jednemu centrum sterowania, które określa ich zadania bieżące i perspektywiczne, koordynując ich współdziałanie.

Uzasadnione jest przyjęcie hipotezy, że przejście z jednego poziomu integracji na poziom następny jest związane z przyrostem efektywności systemów informatycznych, ocenianej oczywiście z punktu widzenia stopnia zaspokojenia potrzeb i wymagań systemu dowodzenia. Ze wzrostem efektywności systemów informatycznych rosną możliwości ich wykorzystania w systemach dowodzenia i tym samym następuje wzrost efektywności procesu dowodzenia.

Tę hipotetyczną zależność ilustruje rysunek /2.2/ [104]
Wdrożenie polowego zautomatyzowanego systemu dowodzenia ZT wskaże, na ile prawidłowa jest ta zależność.

B. Możliwości zastosowania informatyki w systemach dowodzenia SZ PRL

Jednym z najnowszych kierunków współpracy specjalistów Wojska Polskiego ze specjalistami armii państw - członków



Rys. 2.2. Hipotetyczna zależność efektywności zautomatyzowanych systemów dowodzenia od jakościowych form rozwoju systemów informatycznych.

Układu Warszawskiego, a zwłaszcza Armii Radzieckiej, jest wykorzystanie informatyki na potrzeby dowództw i sztabów, zwane w armiach sojusznicych automatyzacją dowodzenia. Co oznacza w praktyce automatyzacja dowodzenia? Jest to wyposażenie dowództw i sztabów w najnowocześniejsze, techniczne środki automatyzacji procesów informacyjnych oraz kierowania środkami walki, wdrożenie do praktyki wojsk zautomatyzowanych systemów dowodzenia i kierowania, a co najistotniejsze - efektywne ich wykorzystanie przez dowódców oraz oficerów sztabu.

Niełatwym problemem w procesie automatyzacji jest wyposażenie organów dowodzenia w odpowiednie środki techniczne. Osiągnięcia nauki i techniki oraz możliwości produkcyjne państw socjalistycznych pozwalają wytwarzać najnowocześniejszą technikę dla organów dowodzenia: szybko działające i utajniające środki łączności oraz transmisji danych, elektroniczne maszyny cyfrowe najnowszych generacji, aparaturę do przygotowania nośników danych, urządzenia do zapisywania, powielania i odtwarzania dokumentów tekstowych i graficznych, wozy dowódcze i sztabowe, zapewniające ochronę i wygodne warunki pracy oraz inną technikę dowodzenia.

Jednak pełne wyposażenie organów i punktów dowodzenia w sprzęt techniczny, a zwłaszcza w technikę obliczeniową, wymaga długiego czasu oraz ogromnych nakładów finansowych. Wydatki na technikę obliczeniową, jej oprogramowanie, a następnie eksploatację - jakkolwiek są znaczne i nie zawsze przynoszą natychmiastowe efekty - zwracają się z korzyścią i zmniejszają dysproporcje między rozwojem środków walki a procesem dowodzenia.

Jak pokazuje praktyka, wydajność pracy zautomatyzowanych elementów dowództw i sztabów wzrasta 5-6 razy, a w niektórych przypadkach 10-15 razy. Ponadto dochodzą jeszcze tzw. efekty niewymierne, z których najważniejszymi są lepsze warunki do podejmowania i realizacji decyzji. W konsekwencji automatyzacja zwiększa możliwości bojowe wojsk. Według publikacji amerykańskich zastosowanie systemu Tacfire do kierowania ognia

artylerii dywizji równoważne jest zwiększeniu wyposażeniu wojsk lądowych o 2000 dział artyleryjskich.

Wymagane duże nakłady finansowe, potrzeba zaangażowania znacznej liczby wykwalifikowanych specjalistów, a także inne czynniki powodują, że niewiele armii na świecie jest w stanie samodzielnie sprostać piętrzącym się trudnościom i doprowadzić do pełnej automatyzacji dowodzenia wojskami. Stąd też w latach sześćdziesiątych, po pierwszych próbach automatyzacji procesów i systemów dowodzenia wojskami, zrodziła się potrzeba współpracy armii państw - członków UW w tej nowoczesnej dziedzinie. Jako pierwsi zgłosili swój akces do współpracy towarzysze radzieccy, którzy w tym okresie mieli już znaczne osiągnięcia w mechanizacji i automatyzacji zarówno codziennej działalności dowództw i sztabów, jak też ich pracy w czasie ćwiczeń. Współpraca w tym okresie przebiegała bez jakiegoś określonego planu. Była to wymiana doświadczeń na drodze dwustronnych kontaktów specjalistów - informatyków poszczególnych armii. Jednym z przełomowych momentów we współpracy międzysojuszniczej w dziedzinie automatyzacji dowodzenia była pierwsza narada przedstawicieli sztabów generalnych, przeprowadzona w Polsce w 1968 r. z inicjatywy Sztabu Generalnego WP. Na naradzie wytyczono główne kierunki prac w zakresie automatyzacji dowodzenia, określono specjalizację poszczególnych armii sojuszniczych, dokonano podziału zadań oraz sprecyzowano zasady i tryb współpracy podczas realizacji wspólnych zamierzeń. Pierwszym poważnym wspólnym przedsięwzięciem było opracowanie

jednolitych wymagań taktyczno-technicznych, stawianych zautomatyzowanym systemom dowodzenia wojskami na współczesnym polu walki.

Kolejnym krokiem w rozwoju współpracy międzysojuszniczej w zakresie doskonalenia dowodzenia za pomocą elektronicznej techniki obliczeniowej /ETO/ było utworzenie w Sztabie Zjednoczonych Sił Zbrojnych UW etatowej komórki automatyzacji dowodzenia wojskami. W kraju, w drugiej połowie lat osiemdziesiątych, dokonano integracji podstawowego potencjału projektowo-wdrożeniowego informatyki na szczeblu centralnym i powołano Wojskowy Instytut Informatyki. Główne zadanie, jakie postawiono instytutowi, to projektowanie i wdrażanie wieloszczeblowych rozwiązań informatycznych, głównie na potrzeby szczebla centralnego, oraz prowadzenie prac rozwojowych dla całych sił zbrojnych.

Rozpoczął się nowy etap współpracy międzysojuszniczej w tej nowej dziedzinie. Wyodrębniono dziedziny współpracy, a mianowicie:

- organizacja i metodyka efektywnego wykorzystania środków informatyki w pracach organów dowodzenia;
- oprogramowanie zadań dotyczących działalności sztabów i wojsk;
- zastosowanie środków informatyki we wspólnych ćwiczeniach;
- wymiana i uogólnienie doświadczeń w dziedzinie informatyki;
- budowa zautomatyzowanych systemów dowodzenia rodzajów sił zbrojnych oraz rodzajów wojsk i służb.

Wykonane opracowania organizacyjno-metodyczne mają szczególne znaczenie dla dalszych przedsięwzięć projektowo-wdrożeniowych w dziedzinie automatyzacji procesów dowodzenia, ponieważ przedsięwzięcia ujednoczenia wszystkich składających się na nie czynników. Pod bezpośrednim kierownictwem organu automatyzacji Sztabu ZSZ z udziałem specjalistów armii sojusznicznych opracowano wojskowy słownik informatyczny, zasady i sposoby jednolitego kodowania informacji, wzory sformalizowanych dokumentów bojowych dla rodzajów wojsk, ujednoczono wymagania w zakresie stosowania ETO itp.

Zautomatyzowane systemy dowodzenia - mówiąc w dużym uproszczeniu - składają się z następujących elementów: środki /techniczne/, siły /specjaliści obsługujący technikę/, i metody /algorytmy i programy zadań wykonywanych przez specjalistów za pomocą techniki/. Za technikę odpowiada przemysł, za szkolenie specjalistów - szkolnictwo i producent sprzętu, a za opracowanie metod - organy dowodzenia oraz użytkownik systemu, a więc ten, dla którego rozwiązuje się zadania na EMC. Dorobek w dziedzinie informatyki osiągnięty wspólnym wysiłkiem armii sojusznicznych jest duży i stale rośnie. Konieczność stałego podnoszenia gotowości bojowej wojsk oraz ciągłego doskonalenia dowodzenia wojskami stawia się przed informatykami armii sojusznicznych coraz to inne zadania. Autonomiczne wykorzystanie ETO nie zadawała już dowódców i oficerów sztabu wszystkich szczebli dowodzenia, bowiem nie zapewnia ono zdecydowanego zwiększenia operatywności dowodzenia.

Dlatego też specjaliści informatycy armii sojusznicznych skierowali obecnie wysiłek na zastosowanie wydajniejszej techniki obliczeniowej i nowych technologii przetwarzania oraz przesyłania informacji. Można tu wymienić zastosowanie mobilnej techniki obliczeniowej rozmieszczanej na polowych punktach dowodzenia, połączonej kanałami transmisji danych z punktami abonenckimi znajdującymi się bezpośrednio w miejscu pracy oficerów sztabu. Przykładem takiego rozwiązania jest zautomatyzowany system dowodzenia związku taktycznego PASUW-ZT, obecnie wdrażany do naszych wojsk. Powstaje on w kooperacji państw sojusznicznych UW /w tym również Polski/, a głównym koordynatorem prac jest Związek Radziecki. Pierwszy taki system został już wyprodukowany i sprawdzony podczas badań specjalnych w ZSRR. Jest aktualnie wdrażany w ZSRR, Bułgarii i NRD. W Polsce przewiduje się wprowadzenie pierwszego zestawu tego systemu w 1986 r. a kolejne w latach 1988-1990.

2.2. Charakterystyka zautomatyzowanego systemu dowodzenia wojskami dywizji /DZ.DPanc/ - PASUW-ZT

Aby móc dokonać analizy i oceny efektywności zautomatyzowanego systemu dowodzenia PASUW-ZT, należy przynajmniej w ogólnym stopniu scharakteryzować powyższy system, gdyż aktualnie w naszej literaturze wojskowej taki opis nie występuje. Charakterystyka ta została napisana w oparciu o dostępne autorowi materiały źródłowe w języku rosyjskim oraz notatki osób biorących udział w szkoleniu w Związku Radzieckim.

2.2.1. Struktura organizacyjna PASUW-ZT

Zautomatyzowany system dowodzenia **szczebla** taktycznego PASUW-ZT obejmuje punkty dowodzenia i kierowania oddziałami i pododdziałami dywizji zmechanizowanej i pancernej. Jest on przeznaczony do podwyższenia operatywności, ciągłości i skrytości dowodzenia i kierowania we wszystkich rodzajach działań bojowych prowadzonych przez dywizję. Składa się on z wzajemnie powiązanych /sprzężonych/ pod względem informacyjno-technicznym następujących podsystemów dowodzenia:

- podsystemu ogólnowojskowego,
- podsystemu wojsk raketowych i artylerii /WRiA/,
- podsystemu wojsk obrony przeciwlotniczej /OPL/ i grupy dowodzenia bojowego lotnictwem /GDBL/.

Podsystem ogólnowojskowy stanowi podstawową część składową systemu i wobec pozostałych systemów spełnia rolę kierowni-

czą i koordynującą, łącząc je w jednolity system dowodzenia. Ogólna struktura organizacyjno-techniczna zautomatyzowanego systemu dowodzenia i łączności przedstawiona jest na rys.2.3. Podstawę w/w podsystemów kierowania są zespoły środków automatyzacji /KSA - kompleks środków automatyzacji/ punktów dowodzenia, rozmieszczonych na wozach dowódczo-sztabowych /WDSz/ i wozach specjalnych /WS/. Wozy te wyposażone są w środki transmisji danych, łączności oraz informatyki.

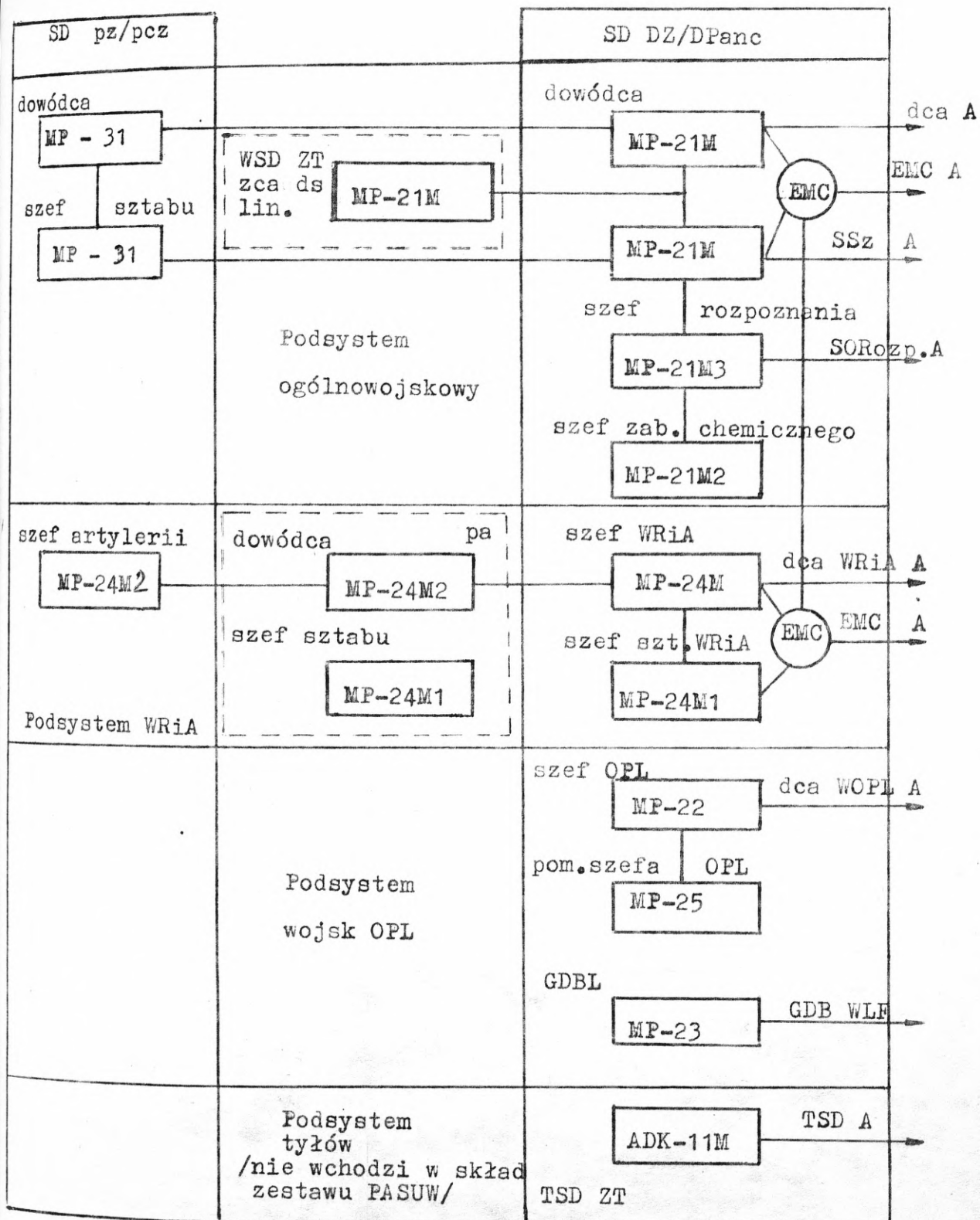
Zespoły środków automatyzacji na WDSz i WS wykorzystywane są na punktach dowodzenia DZ/DPanc i pułków w połączeniu z niezautomatyzowanymi środkami dowodzenia i kierowania /wozami dowodzenia i aparatowniami/.

A. Podsystem ogólnowojskowy.

Podsystem ogólnowojskowy obejmuje zespół środków automatyzacji i łączności dowództwa DZ/DPanc, wydziału operacyjnego sztabu dywizji, punktów kierowania szefa rozpoznania i szefa służby chemicznej.

Struktura organizacyjna podsystemu ogólnowojskowego zawiera następujące elementy powiązane relacjami łączności:

- stanowiska dowodzenia /SD, WSD lub ZSD/ dywizji: dowódca dywizji, szefa sztabu dywizji, zastępca dowódcy ds. liniowych, szef zabezpieczenia chemicznego, szef wydziału rozpoznawczego dywizji;
- tylowe: stanowisko dowodzenia /TSD/ dywizji: kwatermistrz



Rys. 2.3. Struktura organizacyjno-techniczna PASUW-ZT.

i zastępca dowódcy ds. technicznych, /bez elementów zestawu PASUW/;

- stanowiska dowodzenia pułków /SDpz/pcz/: dowódca pułku, szef sztabu pułku;
- tylowe stanowiska dowodzenia pułków /TSD pz/pcz/: kwatermistrz i zastępca dowódcy pułku ds. technicznych /bez elementów zestawu PASUW/.

Na SD dywizji rozwijane są następujące WDSz i WS:

- WDSz MP-21M - dowódcy dywizji,
- WDSz MP-21M - szefa sztabu dywizji,
- WDSz MP-21M3 - szefa rozpoznania dywizji /SWR/,
- WDSz MP-21M2 - szefa zabezpieczenia chemicznego dywizji /SZChem/,
- WS BETA-3M - elektroniczna maszyna cyfrowa /EMC/ sztabu dywizji,
- WDSz MP-21M - zastępcy dowódcy dywizji ds. liniowych na WSD /ZSD/ dywizji.

Na SD pz/pcz jest zespół środków automatyzacji dowódcy i szefa sztabu pułku oraz szefa rozpoznania pułku. Obejmuje on WDSz MP-31 dowódcy pułku i WDSz MP-31 szefa sztabu wraz z szefem rozpoznania pułku.

B. Podsystem wojsk rakietowych i artylerii dywizji

Podsystem ten obejmuje zespół środków łączności i automatyzacji punktów dowodzenia i kierowania oddziałów i pododdziałów WRiA dywizyjnej.

W ramach tego podsystemu rozwijane są następujące WDSz i WS:

a/ na SD dywizji:

- WDSz MP-24M - szefa WRiA dywizji,
- WDSz MP-24M1 - szefa sztabu WRiA dywizji,
- WS BETA-3M - EMC sztabu WRiA dywizji;

b/ na SD pułku artylerii:

- WDSz MP-24M2 dowódcy pułku artylerii,
- WDSz MP-24M1 szefa sztabu pułku artylerii;

c/ Na SD pz:

- WDSz MP-24M1 szefa artylerii pułkowej.

C. Podsystem wojsk OPL i GDBL

Obejmuje on zespół środków automatyzacji i łączności punktu kierowania szefa OPL dywizji, w ramach którego rozwijane są następujące WDSz:

- MP-22 - szefa OPL dywizji,
- WS MP-25 - pomocnika szefa OPL dywizji /do przetwarzania informacji radiolokacyjnej/.

W podsystemie GDBL znajduje się zespół środków automatyzacji punktu kierowania grupy dowodzenia lotnictwem. W dywizji elementem tego systemu jest WDSz MP-23 dowódcy GDBL.

Struktura organizacyjno-funkcjonalna oraz wzajemne powiązania informacyjne w systemie dowodzenia dywizji wyposażonej w zautomatyzowany system dowodzenia PASUW-ZT przedstawia załącznik nr 1.

Zbiorczy wykaz wozów dowódczo-sztabowych PASUW-ZT i wozów specjalnych tego zestawu oraz ich przeznaczenie przedstawione jest w załączniku 2.

Schemat strukturalny tego systemu pokazany jest na zał. 3.

2.2.2. Wyposażenie techniczne zautomatyzowanego systemu dowodzenia i łączności PASUW-ZT

Obecne techniczne środki dowodzenia umownie można podzielić na następujące grupy:

- środki łączności /radiowe, radioliniowe, przewodowe, sygnalizacyjne, poczty polowej/,
- środki zdobywania informacji /przyrządy rozpoznania skażeń, stacje radiolokacyjne, technika podczerwieni, przyrządy obserwacyjne, meteorologiczne, rozpoznania artyleryjskiego, aparatura nawigacyjna i telewizyjna itp./,
- środki dokumentowania i powielania dokumentów /aparatura zapisu dźwięku, maszyny do pisania i kopiowania, zestawy pamięci i przyrządy kreślarskie, wzory dokumentów itp./,
- środki opracowywania informacji i wykonywania obliczeń operacyjno-taktycznych /maszyny liczące, elektroniczna technika obliczeniowa/,
- samochody dowódczo-sztabowe /na transporterach kołowych, gąsienicowych, aparatownie/.

Środki techniczne zautomatyzowanego systemu dowodzenia znacznie różnią się od obecnie stosowanych.

Pełny wykaz technicznych środków dowodzenia w zautomatyzowanym systemie dowodzenia przedstawia zał. 4.

W obecnym systemie dowodzenia dywizji istnieje 15 typów wozów dowodzenia o bardzo zróżnicowanym wyposażeniu. Natomiast w zautomatyzowanym systemie dowodzenia kompleks środków automatyzacji /KSA/ może być wykorzystywany do wykonywania różnych funkcji i zadań, w związku z tym w systemie zautomatyzowanym stosuje się wozy o uniwersalnym zastosowaniu z możliwością wykorzystania ich przez kilku dowódców różnych szczebli oraz szeregu osób funkcyjnych. Zmniejsza się przez to ilość wozów dowodzenia i nadaje się do wyposażenia wozów dowodzenia w środki automatyzacji i nowe środki łączności.

A. Wyposażenie wozów dowodzenia PASUW-ZT w środki informatyki

Wozy dowódczo-sztabowe typu MP-21M

Podstawowym elementem informatycznym WDSz /MP-21M, MP-21M2, MP-21M3/ jest minikomputer pokładowy 1W57M sterujący pracą środków automatyzacji.

W zależności od wersji wozu komputer ten posiada różne oprogramowanie.

Minikomputer 1W57M jest wyposażony w prosty system operacyjny umożliwiający współbieżną pracę wszystkich urządzeń. Urządzenia zewnętrzne do minikomputera są dołączone poprzez sterownik 71N pełniący rolę multipleksera.

Podstawowe parametry minikomputera 1W57M są następujące:

- długość słowa - 24 bity,

- rozkazy jednoadresowe, jeden rejestr modyfikacji,
- jeden rejestr uniwersalny /akumulator/,
- szybkość operacji na jednym słowie ok. 50 tys./sek.,
- prosty system przerwań,
- ferrytowa pamięć stała 16 kilobajtów do przechowania programów i stałych danych,
- ferrytowa pamięć buforowa 1 kilobajtów,
- ferrytowa pamięć półstała przeznaczona do przechowania 64 znaków,
- operacje na liczbach podwójnej długości.

Zestaw urządzeń zewnętrznych jest następujący:

- klawiatura specjalizowana D34, służąca do przygotowania /redagowania/ telegramów sformalizowanych,
- klawiatura 94N służąca do wprowadzania informacji alfanumerycznej,
- drukarka ACPU-64 przeznaczona do wydruku wyprowadzanej informacji,
- dwa monitory ekranowe WK 175 podłączone przez wspólną jednostkę sterującą służące do kontroli treści redagowanego telegramu /sformalizowanego i niesformalizowanego/ i do wyświetlania treści odbieranej informacji, w tym również sygnałów alarmowych,
- urządzenie 47N służące do bezpośredniego wprowadzania współrzędnych z mapy /skala mapy 1:50 tys., 1:100 tys./,
- urządzenie 1A003 przeznaczone do bezpośredniego nanoszenia na mapę odbieranej informacji w dwóch kolorach /czerwonym i niebieskim/,

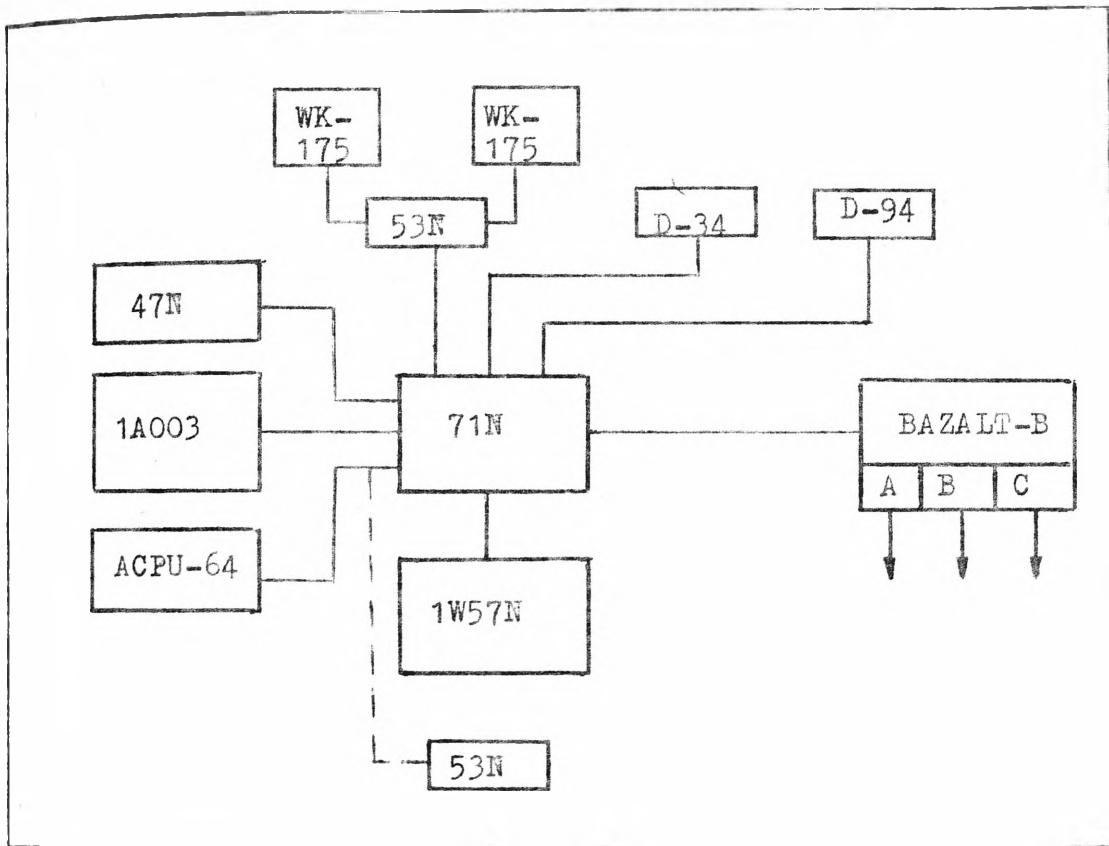
- trzykanałowe urządzenie transmisji danych typu BAZALT-B,
- urządzenie transmisji danych jednostronne 53N /odbiornik/ tylko w wozie MP-21M2 służące do odbioru informacji o skażeniach.

Kompleks środków automatyzacji WDSz MP-21M /wszystkich wersji wykonania/ przeznaczony jest do:

- przygotowania sformalizowanych i niesformalizowanych dokumentów bojowych lub sygnałów alarmowych oraz ich przekazywania do innych wozów dowodzenia SD DZ/DPanc, do EMC BETA-3M, względnie do stanowisk dowodzenia jednostek podległych /w sieci transmisji danych/,
- odbiór informacji z urządzenia BAZALT-B, jej przetworzenia i zobrazowanie na monitorze, naniesienie na mapę lub wydrukowanie na drukarce,
- odbiór sygnałów alarmowych.

Schemat blokowy środków informatyki WDSz MP-21M przedstawia rys. 2.4. gdzie:

- 71N - multiplekser,
- D-34 - klawiatura specjalizowana /do informacji sformalizowanej/,
- D-94 - klawiatura alfanumeryczna,
- 1W57M - minikomputer /steruje obiegiem informacji między urządzeniami wejścia-wyjścia/
- 1A003 - automat rysunkowy,
- 47N - czytnik współrzędnych z mapy,
- BAZALT-B - 3-kanałowe urządzenie transmisji danych,



Rys. 2.4. Schemat blokowy środków informatyki wozu dowódczo-sztabowego MP-21M.

- ACPU-64 - drukarka znakowa,
- WK-175 - monitor ekranowy,
- 53N - jednostka sterująca.

Wozy dowódczo sztabowe typu MP-24M

Podobnie jak w MP-21M podstawowym elementem informacyjnym w WDSz MP-24M /wszystkich wersji/ jest minikomputer 1W57M. Wszystkie urządzenia zewnętrzne są również identyczne, a zatem ich przeznaczenie oraz parametry są takie same. Różnica występuje jedynie w zawartości pamięci stałej minikomputera 1W57M oraz w różnym wykonaniu klawiatur specjalizo-

wanych D-34. Klawiatura D-34 w WDSz MP-24M przystosowana jest do przekazywania pojęć, haseł i symboli wykorzystywanych w podsystemie WRiA.

Wozy dowódczo-sztabowe typu MP-22 i wóz specjalny MP-24

W oparciu o powyższe wozy tworzony jest podsystem OPL dywizji, z którym ściśle współdziała WDSz MP-23 /dcy GDBL/. Wyposażenie i przeznaczenie urządzeń informatycznych w poszczególnych wozach jest następujące.

WDSz MP-22

Przeznaczony jest do automatyzacji procesów kierowania oddziałami i pododdziałami OPL dywizji, wykorzystywany w charakterze wozu dowódczo-sztabowego punktu kierowania OPL w składzie ZT.

Podstawowym elementem sterowania w tym wozie jest minikomputer 1W57M ze specjalizowanym oprogramowaniem. Minikomputer 1W57M służy do przyjmowania i przetwarzania informacji radiolokacyjnej oraz krótkich meldunków od urządzeń transmisji danych radiolokacyjnych typu S-231 /od podwładnych/ i AJ-011 /od przełożonego/. Po przetworzeniu informacja jest zobrazowana na wskaźniku radiolokacyjnym 1A009. Wybór informacji wyświetlanej na wskaźniku oraz wprowadzenie dodatkowych informacji odbywa się przy pomocy dwóch specjalizowanych klawiatur i nastawnika kulowego. Dodatkowo informacja alfanumeryczna może być zobrazowana na monitorze ekranowym WK-175.

Wymiana informacji w sieci transmisji danych dowódcy dywizji

odbywa się przy pomocy jednokanałowego urządzenia typu BAZALT-A1.

Do obsługi urządzenia BAZALT-A1 i innych urządzeń zewnętrznych służy dodatkowy minikomputer /procesor peryferyjny/ 119N połączony z minikomputerem 1W57M. Informacje odbierane przez urządzenie BAZALT-A 1 mogą być zapamiętywane w pamięci komputera, zobrazowane na monitorze, lub wydrukowane na drukarce ACPU-64. Wymiana informacji /z wyjątkiem radiolokacyjnej/ z pododdziałami podległymi szefowi OPL odbywa się przy pomocy jednostronnych urządzeń transmisji danych /TD/ typu 53N /odbiornik/ 52N /nadajnik/. Oba te urządzenia podłączone są do minikomputera.

KSA w wozie MP-22 jako zautomatyzowany system informatyczny wozu dowódczo-sztabowego charakteryzuje się tym, że posiada:

- 6 kanałów automatycznej wymiany danych z zewnętrznymi abonentami organizowanych za pomocą sprzężenia KSA z UTD blokami S-23, AJ-011, 52N, 53N i urządzeniem BAZALT-A1,
- 2 kanały wydawania informacji na urządzenia zobrazowania /wskaźnik sytuacji i monitor ekranowy/,
- kanały wyprowadzania informacji na drukarkę ACPU-64,
- 4 kanały ręcznego wyprowadzania danych i komend,
- kanały automatycznego wprowadzania bieżących współrzędnych aktualnego położenia WDSz oraz danych topogeodezyjnych dla zorientowania w terenie.

Wóz specjalny MP-25

Podstawowym elementem sterowania w tym wozie jest zestaw minikomputerów /procesor peryferyjny/ 119N. Zadaniem zestawu jest przyjmowanie informacji radiolokacyjnej ze stacji, wstępna obróbka oraz przekazanie jej do szefa OPL na WDSz typu MP-22. Specjalizowane oprogramowanie minikomputerów umożliwia również zobrazowanie informacji radiolokacyjnej na lokalnych wskaźnikach 1A009.

Wóz dowódczo-sztabowy MP-23

Podstawowym elementem sterowania w tym wozie jest minikomputer 1W57M ze specjalizowanym oprogramowaniem. Urządzenia zewnętrzne połączone są do minikomputera poprzez specjalizowany /programowany/ multiplekser 136N. Minikomputer 1W57M przyjmuje dane o obiektach latających poprzez UTD typu S-23 i AJ-011. Informacja ta zobrazowana jest na wskaźniku 1A009. Informacja do przekazywania nabierana jest przy pomocy klawiatur specjalizowanych oraz nastawnika kulowego.

Wymiana danych w sieci TD dowódcy dywizji /dostęp do komputera BETA-3M/ odbywa się przy pomocy urządzenia transmisji danych /UTD/ typu BAZALT-A1.

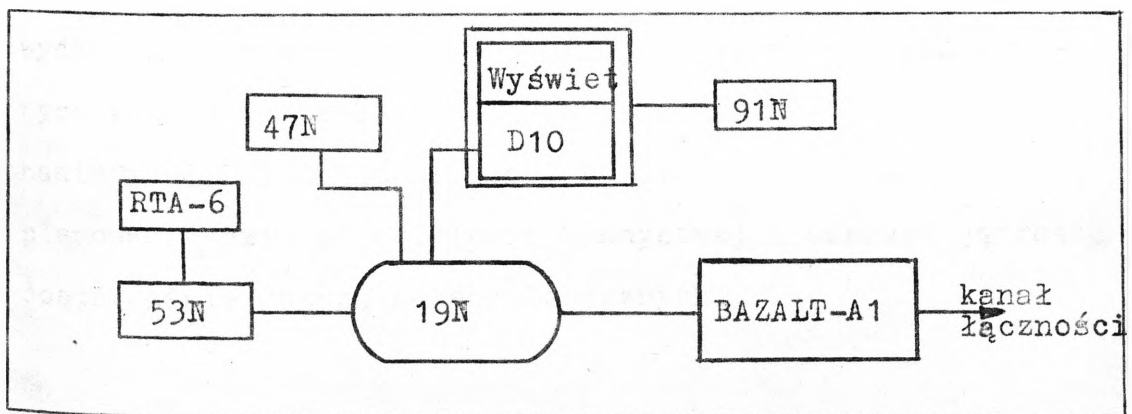
Informacja odbierana z tej sieci może być zobrazowana na monitorze ekranowym WK-175 lub wydrukowana na drukarce ACPU-64.

Wóz dowódczo-sztabowy MP-31

Jest on przeznaczony do wykorzystania w składzie stanowiska dowodzenia pułku /Pz/Pcz/. Elementem sterowania w tym

wozie jest sterownik programowy 19N. Zapewnia on sprzężenie i sterowanie wymianą informacji pomiędzy urządzeniami wejścia-wyjścia /D-10, 47N, RTA6/ z kanałami łączności MP-31. Sterownik przyjmuje od pulpitu redagowania telegramów D10 lub klawiatury alfanumerycznej 91N zapotrzebowanie na określone słowo, termin, znak lub symbol, wydaje ze swej pamięci stałej zapotrzebowanie na informację, podaje ją na wyświetlacz znaków i wpisuje do pamięci buforowej, z której to na dodatkowy rozkaz przepisuje treść do pamięci operacyjnej UTD BAZALT-A1. Ponadto przyjmuje od czytnika 47N wartości współrzędnych odczytywania z mapy i przelicza je po uwzględnieniu danych zawartych w pulpicie wprowadzania współrzędnych D26 /punkt bazowy, godło, skala mapy/ na wartości liczbowe odczytywanego punktu.

UTD BAZALT-A1 przeznaczone jest do automatycznej wymiany kodogramów w postaci transmisji telekodowej lub telegraficznej, w sieciach i kierunkach łączności zautomatyzowanego systemu dowodzenia. Schemat blokowy środków informatycznych WDSz MP-31 przedstawia rys. 2.5.



Rys.2.5.Schemat blokowy urządzeń informatyki WDSz MP-31.

Oznaczenia:

- 19N - sterownik programowy /3 bloki po 1024 słów
10 bitowych, 1 bufor 64 znakowy/,
- D10 - klawiatura specjalizowana,
- 91N - klawiatura alfanumeryczna,
- 47N - urządzenie wprowadzania współrzędnych z mapy,
- 53N - odbiornik TD,
- BAZALT-A1 - UTD jednokanałowe, z własnym buforem na 402
znaki,
- RTA-6 - dalekopis o szybkości 500 znaków na minutę,
3 rejestry /rosyjski, łaciński, cyfrowy/.

Wóz specjalny EMC typu BETA-3M.

Na SD dywizji rozwijane są dwa wozy specjalne typu BETA-3M. Jedna EMC obsługuje podsystem ogólnowojskowy, a druga podsystem WRiA dywizji.

Do podstawowych zadań WS BETA-3M należy:

- przechowywanie w pamięciach komputera danych o stanie wojsk własnych i przeciwnika;
- przyjmowanie meldunków i stała aktualizacja danych o wojskach własnych i przeciwnika;
- planowanie uderzeń jądrowych oraz prognozowanie skażeń;
- wydawanie uprawnionym osobom informacji o wojskach własnych i przeciwnika.

Ponadto w WS BETA-3M podsystemu WRiA:

- planowanie działań artylerii klasycznej i uderzeń jądrowych;
- dostarczanie danych meteorologicznych.

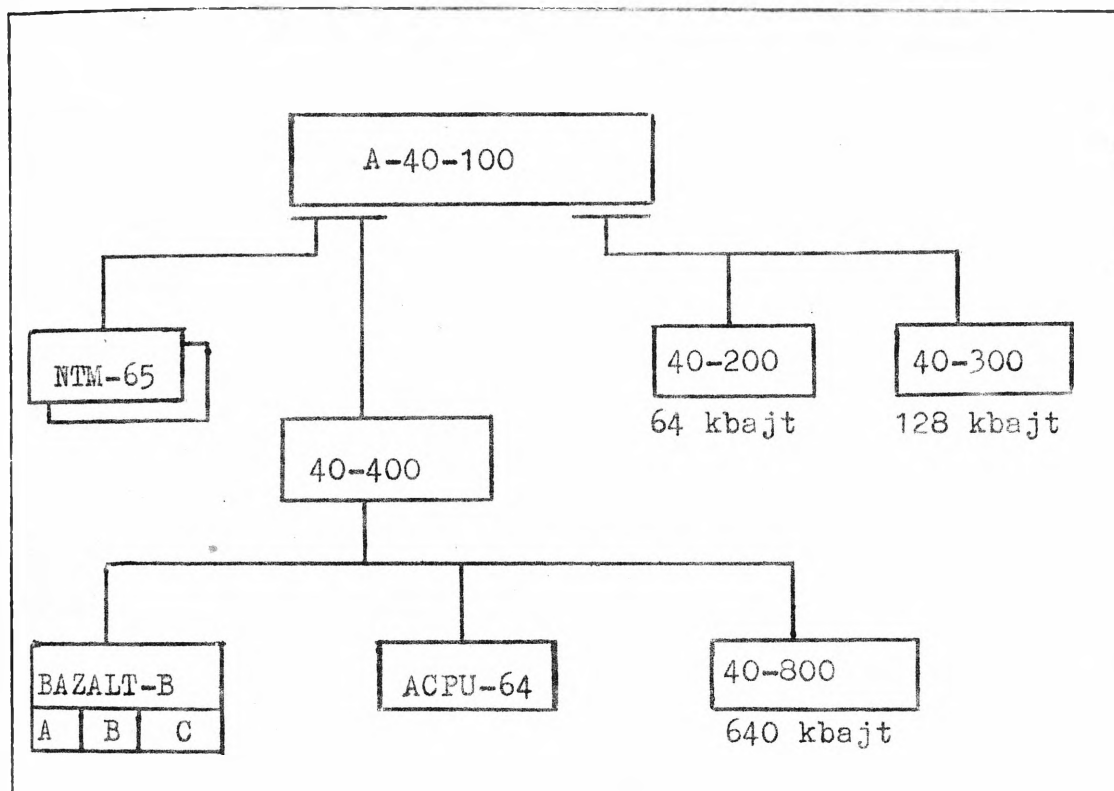
Podstawowym elementem BETA-3M jest komputer typu A-40 o następujących parametrach:

- architektura wzorowana na komputerach serii RIAD,
- długość słowa 32 bity, możliwość przetwarzania bajtów 8-bitowych, słów 16-bitowych oraz 64-bitowych,
- sterowanie mikroprogramowe,
- szybkość działania ok. 160 tys. operacji na sekundę,
- pamięć operacyjna 64 kilobajtów, pamięć programowa 128 kbajtów.

Komputer A-40 posiada specjalizowany system operacyjny umożliwiający współbieżną pracę urządzeń oraz priorytetową obsługę zadań. Do niego dołączone są następujące urządzenia zewnętrzne:

- pulpit głównego operatora,
- dwie pamięci kasetowe na taśmach magnetycznych LTM-57 o pojemnościach ok. 1 megabajtów,
- multiplekser służący do podłączenia drukarki ACPU-64,
- urządzenie transmisji danych BAZALT-B i pamięci ferrytowej 640 kbajtów.

Oprogramowanie komputera A-40 jest przystosowane do realizowanych zadań operacyjno-taktycznych. Przy inicjowaniu pracy systemu oprogramowania przepisywane jest z pamięci taśmowych do pamięci operacyjnej oraz do pamięci ferrytowej zewnętrznej. W celu zachowania żywotności systemu na wypadek zniszczenia /uszkodzenia/ BETA-3M zawartość pamięci ferrytowych składowana jest co godzinę w pamięci kasetowej /taśmowej/. Schemat blokowy komputera A-40 pokazany jest na rys. 2.6.



Rys.2.6.Schemat blokowy komputera A-40.

Oznaczenia na rys.

A-40-100 - procesor centralny mikroprogramowany,

40-200 - blok pamięci operacyjnej,

40-300 - blok pamięci programowej /na programy/,

40-400 - multiplekser,

40-800 - blok pamięci ferrytowej,

NTM-65 - taśma magnetyczna /kaseta, zapis równoległy bajtami/,

ACFU-64 - drukarka znakowa.

Urządzenia transmisji danych w wozach dowódczo-sztabowych
typu MP

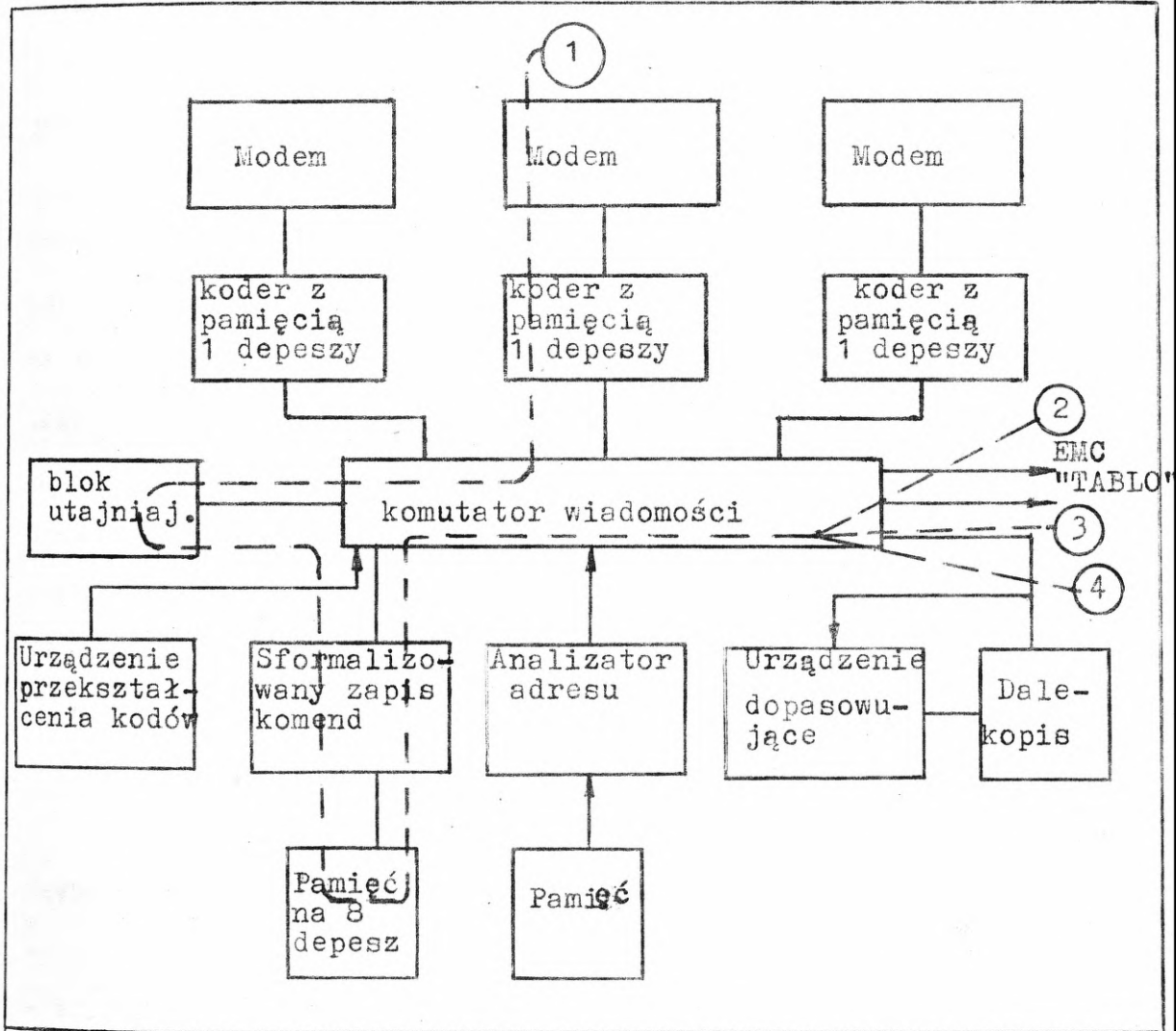
Do przekazywania danych w postaci telegramów wykorzystywane są UTD typu BAZALT-A1, BAZALT-B oraz urządzenie 53N /odbiornik/, 52N /nadajnik/.

Do przekazywania danych radiolokacyjnych w realnej skali czasowej wykorzystywane są urządzenia typu S-23 i AJ-011.

UTD typu BAZALT zapewniają:

- przekazywanie kodogramów z komutacją wiadomości na węzłach pośrednich. Węzły pośrednie posiadają bufor na maksymalnie 8 kodogramów 402 znakowych /BAZALT-B/,
- adresowanie wiadomości do konkretnego abonenta na czterech znakach adresu lub wysyłanie informacji na okólnik /do wszystkich abonentów sieci TD/,
- wprowadzenie programów adresacji i retranslacji w węzłach pośrednich z możliwością wykorzystania dróg okrężnych,
- przekazywanie informacji w trzech kategoriach pilności /w tym sygnałów alarmowych/,
- wyprowadzenie, zobrazowanie i dokumentowanie przekazywanej informacji w punktach retranslacji, o ile nadawca to zleca,
- przerywanie wymiany informacji telefonicznej prowadzonej w kanale łączności na rzecz transmisji danych,
- wydawanie wiadomości z komputera dla abonentów UTD uprawnionych znających odpowiednie hasła,
- przekazywanie danych na telefonicznych i telegraficznych łączach radiowych, radioliniowych i przewodowych.

Schemat blokowy UTD BAZALT-B przedstawia rys.2.7.



Rys.2.7. Schemat blokowy UTD BAZALT-B.

Bazalt A i B posiada wyjście "TABLO", na które wyprowadzane są bezpośrednio z kanału rozkazy /sygnały/ o postaci jednego z 40 znaków z pominięciem pamięci. Repertuar znaków: 27-litery, 9-cyfry, 4- /0,+,-,./ = 40. Urządzenia TD BAZALT -A

przeznaczone są do pracy na węzłach łączności do szczebla pułku. Mogą pracować na łączach radiowych /KF, UKF/, przewodowych i radioliniowych zarówno w kanałach telefonicznych jak i telegraficznych. Istnieje możliwość naprzemiennej pracy w kanale telefonicznym, przy czym BAZALT ma priorytet.

Przełączanie rodzaju pracy odbywa się w analizatorze informacji telefonicznej /odbiornik informacji binarnej/. Działa on na zasadzie czasu trwania elementu o określonej długości, wówczas przełącza się wyjście/wejście radiostacji na transmisję danych. Maksymalna przerwa w łączności telefonicznej nie powinna przekraczać 15 sekund /przy większym strumieniu informacji/. W tym czasie w słuchawkach słychać ton 1800 Hz.

Analizator adresu posiada:

- stałe i rezerwowe drogi okrężne,
- pamięta adres i trasę przesyłanej depechy /trasa może być zmieniana/.

Szybkość transmisji urządzenia:

- 1200 bit/s w kanałach radiowych,
- 50,100,200 bit/s w kanałach telegraficznych,
- 12000 bit/s /BAZALT-B iW/ w torze naturalnym, szerokopasmowym - przewodowym.

Stosowane długości znaków: 5 i 6 bitów.

Czas, po którym informacja znajdująca się w systemie zostaje wymazana:

- 12,5 minut przy 600 i 1200 bit/s,
- 27,5 minuty przy mniejszych szybkościach.

Zasięg taki sam dla sygnałów telefonicznych i transmisji danych /przewodowo - 15-20 km/.

Zautomatyzowany wóz dowodzenia ZWD-10

ZWD-10 wyposażony jest w następujące środki automatyzacji i transmisji danych:

- minikomputer UMJS-20,
 - pamięć kasetowa 2xPK-1,
 - wskaźnik panoramiczny-syntetyczny 2xWPS-12,
 - urządzenie nawigacji zliczeniowej
 - blok czasu astronomicznego
- } systemy mikroprocesorowe
- zespół transmisji danych - 4xZTD-31 /z mikroprocesorem współpracą z S-23-1/.

Jeden ZTD-31 współpracuje w sieci przekazywania danych /informacji cyfrowych/ z zespołami przekazywania komend umieszczonymi w środkach ogniowych w bateriach przeciwlotniczych,

- urządzenie transmisji danych - 52N/53N;

Środek transportu - MTLB-u.

ZWD-10 szefa OPL pz/pcz przekazuje w cyklu /~ 10s/ do podwładnych informacje o 10 obiektach.

ZWD-10 dowódcy prplot przekazuje do wyrzutni dane o dwóch obiektach.

B. Zestawienie środków informatyki zautomatyzowanego systemu dowodzenia PASUW-ZT

1. Elektroniczne maszyny cyfrowe średniej mocy - SD i TSD DZ /DPanc/. Instaluje się razem z UTD w transporterze opancerzonym. Szybkość działania 500 tys. podstawowych operacji /sek i pamięć operacyjna 32 kbajt, dyskowa 64 kbajt, zewnętrzna 512 kbajt. Zasilanie 27V.

2. Urządzenie do przygotowywania danych na taśmie perforacyjnej dla EMC.

Zapewnia perforację 6,7 i 8 ścieżkowej taśmy papierowej oraz kontrolę prawidłowości zapisu.

3. Czytnik taśmy perforowanej - do wprowadzenia informacji do EMC. Szybkość odczytu 1000 wierszy na sekundę z 6,7 i 8 ścieżkowej taśmy.

4. Klawiatura elektroniczna /maszyna licząca/ - do wykonywania obliczeń. Wszystkie punkty dowodzenia. System liczenia "dziesiętny", "+", "-", 0,05 sek, "x", ":" 0,35 sek, długość słowa 12 znaków. Wyświetlacz. Masa 4 kg, 220V, 27V.

5. Specjalny przelicznik do przetwarzania informacji radiolokacyjnej do wyprowadzenia na urządzenie zobrazowania sytuacji powietrznej.

Wszystkie punkty dowodzenia OPL. Obliczenia funkcji \sin i \cos w ciągu 8-10 μ s. Pamięć operacyjna 4 kilosłowa.

Pamięć dyskowa 8 kilosłów.

Długość słowa 18 znaków. Szybkość 200 kbajt/sek.

6. Alfaskop alfanumeryczny z pulpitem standardowym komend dla EMC - do zobrazowania przyjmowanej informacji alfanumerycznej oraz wprowadzenia informacji z kontrolą wizualną. SD dywizji i pułków. Ekran o przekątnej 25 cm. Wiersz 32 znakowy. Ilość wierszy 16. Alfanumeryczna klawiatura 263 znakowa. Jaskrawość 60 nitów. Częstotliwość powtarzania kadrów 33 Hz. Gabaryt znaków 5x3 mm. Liczba komend standardowych 32.

7. Wskaźnik zobrazowania sytuacji powietrznej - do zobrazowania i przetworzenia informacji radiolokacyjnej. SD i PD wojsk OPL.
Średnica ekranu 40 cm, średnica plamki - 0,3 - 0,4 mm.
Czas zobrazowania jednego symbolu 20-30 sek. Jaskrawość 60 nitów. Liczba wejść wizualnych 12. Liczba pozycji wejściowych do 10 dla każdej współrzędnej. Szybkość wymiany z EMC - 150 kbajt/s.
8. Elektroniczny wskaźnik sytuacji - do zobrazowania informacji dynamicznej na tle kartograficznym. SD OPZ. Szybkość wymiany informacji z EMC 150 kbajt/sek.
9. Drukarka alfanumeryczna szeregową - wyprowadzanie informacji alfanumerycznej do druku. Szybkość drukowania 30 znaków/sekundę.
10. Pulpit przygotowania sformalizowanych kodogramów do przygotowania i wprowadzania aformalizowanych kodogramów i przyjmowania sygnałów. SD i TSD pz/pcz. Przyjmowanie łącznie z sygnalizacją i kwitowaniem co najmniej 50 komend i sygnałów powiadamiania, wprowadzenie do kanału łączności transmisji danych do 160 sformalizowanych pojęć operacyjno-taktycznych.
11. Urządzenie zdejmowania współrzędnych - do automatycznego zdejmowania współrzędnych z mapy i wprowadzania ich do kanałów łączności teledacyjnej i do EMC SD, TSD DZ i pz.
Plansza 1000x600 mm. Dokładność zdejmowania współrzędnych 0,5 mm. Połączone z automatem kreślarskim.

12. Automat kreślarsko-graficzny do wyprowadzenia z EMC na mapę SD i ~~TSD~~ dywizji. Wymiary pola roboczego 1000x600 mm. Szybkość prowadzenia linii 5 cm/sek, średni czas naniesienia znaku 0,2 sek, ilość kolorów - 3, dokładność 0,5 mm.
13. Jednostronna aparatura TD - nadajniki lub odbiorniki - do jednostronnego przekazywania wiadomości. Objętość wiadomości do 100 znaków. Szybkość pracy od 100 do 1200 bodów. Praca w sieci radiowej lub na kierunku radiowym. Znakowa stopa błędów 10^{-5} .

C. Zestawienie środków łączności systemu PASUW-ZT

1. Radiostacje wozów dowodzenia typu MP

Radiostacje krótkofalowe: R-130, R-134.

Radiostacje ultrakrótkofalowe: R-111, R-173 /R-123/, R-862,
odbiornik R-173P.

2. Radiolinie: radiolinia horyzontalna AZID-1/D

3. Urządzenia transmisji danych: BAZALT-A1, BAZALT-B1, 52N,
53N- AJ-011, S-23.

Tabelaryczne pełne zestawienie środków informatyki i łączności zestawu PASUW przedstawia załącznik 5i5a natomiast podstawowe dane sprzętu łączności zawarte są w tabeli - zał. 6.

Podstawowy zestaw WDSz i WS dywizji ma być uzupełniony dodatkowymi wozami zautomatyzowanego dowodzenia:

- 1/ w podsystemie ogólnowojskowym - wprowadzenie śmigłowca rozpoznania skażeń /zakażeń/ przystosowanego do zautomatyzowanego przekazywania wyników pomiarów, które będą przekazywane

do WDSz szefa zabezpieczenia chemicznego. Ponadto dla potrzeb rozpoznania wprowadzone zostaną wozy specjalne typu RPOIR /ruchomy punkt odbioru informacji rozpoznawczej/ i BWR /bojowe wozy rozpoznawcze/ wyposażone w środki automatyzacji.

2/ W podsystemie WRiA wprowadzone będą do dywizjonu rakiet taktycznych /drt/ zautomatyzowane wozy dowodzenia w celu zapewnienia zautomatyzowanego dowodzenia pomiędzy szefem artylerii dywizyjnej i dowódcami dywizjonów oraz bateriami rakiet taktycznych.

3/ W podsystemie OPL - wprowadzenie zautomatyzowanych wozów dowodzenia do celów kierowania obroną przeciwlotniczą przez szefów OPL pułków pz/pcz i d-cy prplot.

Za pomocą w/w sprzętu łączności i informatyki zapewnia się zautomatyzowane dowodzenie w następujących relacjach:

1/ pomiędzy dowódcą dywizji, zastępcą dowódcy dywizji ds. liniowych i dowódcami pułków,

2/ pomiędzy szefem sztabu dywizji i szefami sztabów pułków,

3/ pomiędzy szefem artylerii dywizji /zastępcą szefa artylerii/ i szefami artylerii pułków zmechanizowanych, a także z dowódcami: pułku artylerii i drt,

4/ pomiędzy szefem OPL dywizji i szefami OPL pz i pcz, a także d-ca prplot,

5/ pomiędzy szefem zabezpieczenia dywizji i śmigłowcem rozpoznania skażeń,

6/ między wozami dowódczo-sztabowymi i wozami specjalnymi rozmieszczonymi na stanowisku dowodzenia dywizji /relacje wewnętrzne SD/.

Pozostałe osoby funkcyjne dywizji /np. funkcyjni rozmieszczeni na TSD/ wykorzystują nieautomatyzowane wozy dowodzenia i dowodzą metodami klasycznymi. Dowodzenie w relacjach pomiędzy organami dowodzenia pułków i batalionów realizowane jest w systemie dotychczasowym.

Sieć teledacyjna ZT stanowi wydzieloną sieć wtórną sieci telekomunikacyjnej systemu łączności dywizji i przeznaczona jest do transmisji danych.

Urządzenia transmisji danych posiadają możliwość realizacji komutacji wiadomości bez potrzeby stosowania wydzielonej łącznicy teledacyjnej. Emisje pracy środków radiowych dla teledacji: A3J i F3 /telefoniczna/ lub F1 i F6 /tlg/.

W sieciach teledacyjnych nie ma komutacji scentralizowanej lecz zdecentralizowana, tzn. wykorzystuje się liczne punkty komutacyjne zainstalowane w poszczególnych WDSz i WS, stanowiące składniki UTD ogólnego przeznaczenia.

UTD BAZALT-B umożliwia tranzytowanie wiadomości pomiędzy trzema dalekosiężnymi kanałami teledacyjnymi oraz w przypadku bezpośredniego wykorzystania kanałów przez dany wóz zapewnia sprzężenie dalekosiężnych kanałów teledacyjnych z odpowiednimi źródłami i ujściami danych. UTD BAZALT-A1 posiada koncentrator komutacyjny o ograniczonych funkcjach łączeniowych sprowadzających się do komutowania kanału teledacyjnego z urządzeniami końcowymi określonego wozu.

Schematy połączeń urządzeń informatyki i łączności wozów zestawu PASUW przedstawione są w załącznikach 7-13.

2.3. Technologia procesu dowodzenia w polowym zautomatyzowanym systemie dowodzenia PASUW-ZT

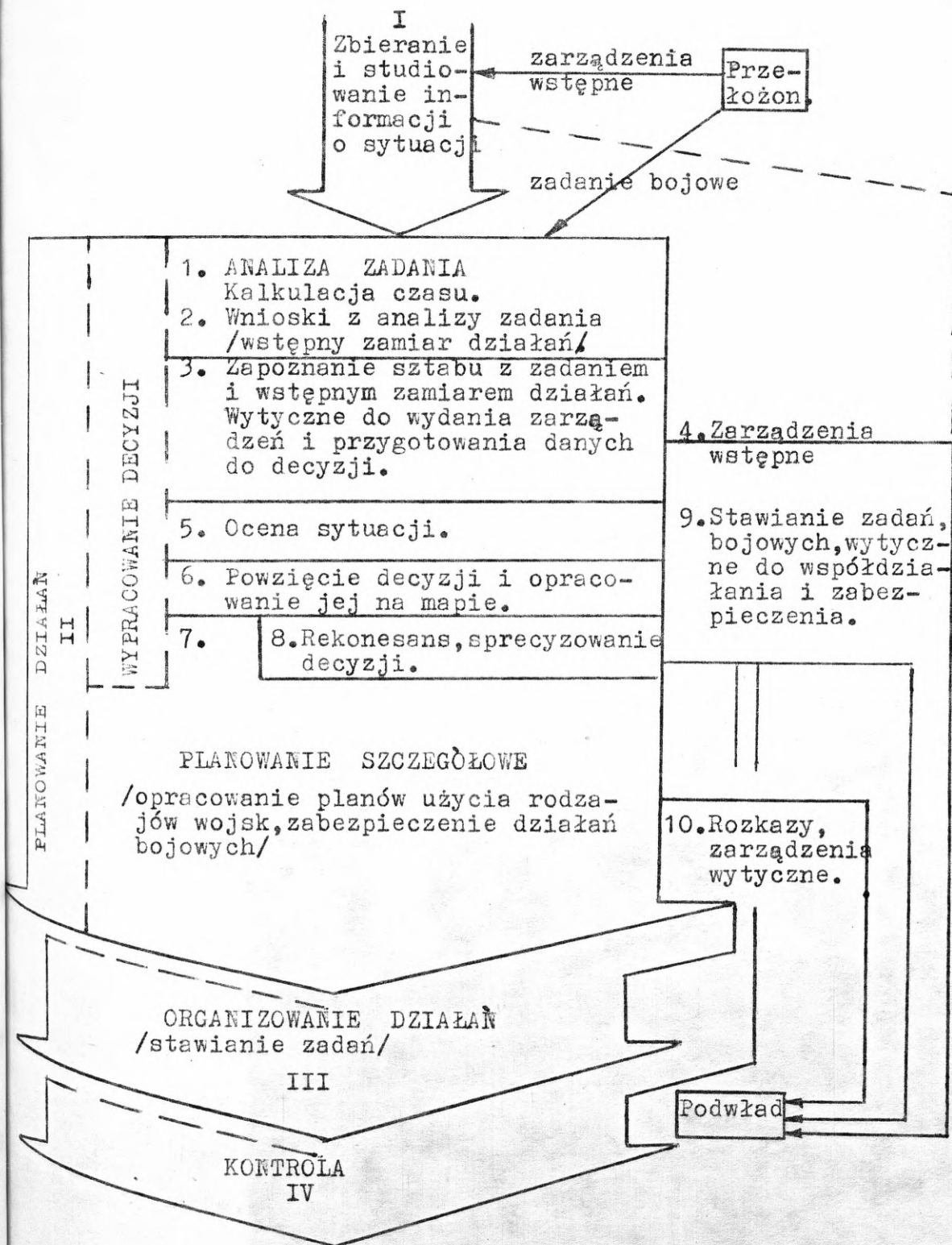
Proces dowodzenia z operacyjnego punktu widzenia traktuje się jako zamknięty cykl składający się z etapów i faz przedstawionych na rysunku 2.8. [23]

Zastosowanie informatyki możliwe jest prawie we wszystkich przedstawionych na schemacie etapach i fazach procesu przygotowania działań. W racjonalnie zorganizowanym i zaprojektowanym zautomatyzowanym systemie dowodzenia będzie możliwe: [117]

w I okresie - zebranie informacji o walczących wojskach /własnych i nieprzyjaciela/ oraz warunkach prowadzenia działań z równoczesnym jej zobrazowaniem i przekazaniem /wymianą/ między stanowiskami dowodzenia i ich komórkami organizacyjnymi;

w II okresie - opracowanie i analiza zebranych informacji dających aktualny obraz powstałej sytuacji umożliwiających ocenę możliwości przeciwnika i wojsk własnych oraz planowanie użycia rodzajów wojsk i służb;

w III okresie - przygotowanie i przesłanie środkami technicznymi niektórych elementów zadań;



Rys.2.8. Etapy i fazy procesu dowodzenia.

w IV okresie - przygotowanie danych liczbowych, które w czasie kontroli mogą być porównane z danymi uzyskanymi w wyniku planowania działań przez kontrolowaną jednostkę podległą.

W dalszej części pracy zostanie przedstawione w jakim stopniu znajduje zastosowanie w procesie realizacji zadań dowodzenia automatyzacja powyższych etapów i faz tego procesu.

2.3.1. Zabezpieczenie programowe zautomatyzowanego systemu dowodzenia PASUW-ZT

Wprowadzając na uzbrojenie elementy pilotowego wzorca PASUW-ZT należy zdawać sobie z tego sprawę, że system ten wprowadza zmianę technologii pracy dowódców i sztabów poprzez wprowadzenie nowych urządzeń informatycznych, które automatyzują proces dowodzenia.

Na podstawie analizy materiałów dotyczących zautomatyzowanych systemów dowodzenia sporządzono wykaz procesów, które powinny podlegać automatyzacji.

Są to:

[92]

1. Zbieranie, obróbka, dokumentowanie i zobrazowanie /nanoszenie na mapę/ danych o położeniu, charakterze działań wojsk własnych i nieprzyjaciela.
2. Przekazywanie danych o nieprzyjacielu i wojskach własnych do przełożonego, podległych i współdziałających stanowisk dowodzenia.

3. Zbieranie, przetwarzanie, dokumentowanie i przekazywanie danych o uderzeniach jądrowych, prognozowanej i rozpoznawanej sytuacji radiacyjnej oraz dawkach napromieniowania.
4. Zbieranie, przetwarzanie i zobrazowanie danych o sytuacji powietrznej.
5. Przeprowadzenie obliczeń taktyczno-operacyjnych.
6. Ocena sytuacji i określenie zamiaru przeciwnika.
7. Określenie zamiaru walki i podjęcie decyzji.
8. Nadawanie i odbiór do /z/ podległych stanowisk dowodzenia rozkazów i meldunków oraz sygnałów dowodzenia i powiadomienia.
9. Przeprowadzanie obliczeń dotyczących planowania ognia artylerii i uderzeń raketowych, formowanie i nadawanie rozkazów bojowych.
10. Formowanie i przekazywanie danych o potrzebach wsparcia lotniczego.
11. Przyjmowanie danych do podjęcia decyzji o odparciu nalotów lotnictwa nieprzyjaciela. Formowanie i przekazywanie rozkazów bojowych.

Jednak, jak wynika z przedstawionego wykazu, pozycja 6,7

i ~~12~~ musi obecnie pozostać niezautomatyzowana i będzie w gestii dowódcy i sztabu.

Zespół środków automatyzacji ZSD PASJW-ZT umożliwia zautomatyzowane i niezautomatyzowane dowodzenie wojskami z punktów kierowania będących w ruchu i na postoju w następujących rodzajach pracy:

- a/ zautomatyzowane dowodzenie z wykorzystaniem środków technicznych automatyzacji, łączności i transmisji danych WDSz /WS/ i węzła łączności z obliczeniem zadań operacyjno-taktycznych na EMC stanowiska dowodzenia dywizji. Ten rodzaj dowodzenia umożliwia automatyzację podstawowych procesów zbierania i przetwarzania danych o przeciwniku, wojskach własnych oraz sytuacji działań bojowych;
- b/ zautomatyzowane dowodzenie bez wykorzystywania EMC - umożliwia zbieranie, zobrazowanie i dokumentowanie informacji oraz jej wymianą między punktami dowodzenia i kierowania w sposób zautomatyzowany /ale bez obliczeń na EMC zagadnień informacyjnych i rachunkowych/ za pomocą środków technicznych WDSz i WS;
- c/ niezautomatyzowane dowodzenie - wykorzystywanie środków łączności WDSz /WS/ i WŁ bez wykorzystania środków automatyzacji i transmisji danych.

Przejsie od zautomatyzowanego do niezautomatyzowanego systemu dowodzenia nie powoduje konieczności realizacji czynności sterowania dodatkowego w celu zmiany systemu łączności. Odwrotne przejście wymaga odpowiedniej organizacji sieci transmisji danych wewnątrz i między punktami dowodzenia ze sztabem przełożonym i przy właściwym czasie planowania /wcześniejsze zaplanowanie takiej potrzeby/ jest możliwe również bez istotnych zmian w systemie łączności.

Automatyzację określonych czynności w procesie dowodzenia zabezpiecza EMC BETA-3M. Zabezpieczenie programowe systemu

przeznaczone jest do zbierania, przetwarzania, gromadzenia, rozdziału i wydawania informacji o położeniu, składzie i warunkach działań bojowych wojsk własnych i przeciwnika. W zależności od zawartości informacyjnej wykorzystuje się następujące typy wiadomości: [1]

- meldunki - o zawartości informacyjnej do przekazania i przetworzenia w EMC,
- zapytania - prośby o wydanie z EMC informacji, zestaw których zawarty jest w prośbie,
- rozkazy - informacje korekcyjne lub zmieniające reżim pracy EMC na okres przetwarzania jednej wiadomości przychodzącej /wejściowej/,
- zarządzenia /instrukcje/ - korekcja pakietów informacyjnych lub zmiana reżimu pracy EMC zgodnie z zarządzeniem,
- ewidencji /pokwitowania/ - potwierdzenia otrzymania wiadomości,
- odpowiedzi na zapytania - wydawanie odpowiedzi zainteresowanym.

Oprogramowanie BETA-3M dzieli się na:

1. Oprogramowanie uniwersalne:

- system operacyjny - specjalizowany, obsługa urządzeń zewnętrznych, współbieżne obliczenie zadań;
- programy usługowe - kopiowanie taśmy, wydruk itp.;
- teksty techniczne.

2. Oprogramowanie systemowe - szeregowanie kolejek, kolejka wyników /we, wy/.

3. Oprogramowanie specjalistyczne:

- zadania operacyjno-taktyczne /8 programów ogólnowojskowych, 5 programów WRiA/;
- zadania pomocnicze - nadawanie, zamiana, pamiętanie adresów i inne.

Przy pracy programów wykorzystuje się:

- słownik pamięci operacyjno-taktycznej,
- półstałe informacje o organicznym składzie wojsk własnych i przeciwnika,
- informacje o składzie abonentów.

W PASUW-ZT istnieje pełna formalizacja informacji oraz jednolity język systemu. Skrótów nazw są w języku rosyjskim /słownik bazowy/ oraz w słownikach dla poszczególnych punktów dowodzenia i osób funkcyjnych.

Do zadań realizowanych w podsystemie ogólnowojskowym zgodnie z zabezpieczeniem programowym należą zadania określone odpowiednimi symbolami cyfrowymi. I tak do zadań informacyjnych należą:

- Nr 1101 - zbiór i przetwarzanie danych o przeciwniku,
- 1111 - zbiór i przetwarzanie danych o stanie wojsk własnych,
- 1112 - zbiór i przetwarzanie danych o położeniu bojowym i charakterze działań wojsk własnych,
- 1151 - zbiór i przetwarzanie danych o wybuchach jądrowych,
- 1154 - zbiór i przetwarzanie danych o sytuacji promieniotwórczej.

Do zadań obliczeniowych należą:

- Nr 1102 - obliczenie bojowego i liczbowego składu ugrupowania przeciwnika,
- 1122 - obliczenie stosunku sił i środków,
- 1153 - obliczenia dotyczące prognozowania sytuacji promieniotwórczej.

W podsystemie wojsk raketowych i artylerii realizowane są następujące zadania.

Zadania informacyjne:

- Nr 1201 - zbiór i opracowanie danych o obiektach przeciwnika,
- 1211 - zbiór i przetwarzanie danych o położeniu i stanie wojsk raketowych i artylerii własnych.

Do zadań obliczeniowych należą:

- Nr 1221 - przygotowanie uogólnionej informacji o bojowym zastosowaniu WRiA,
- 1223 - obliczenia dotyczące planowania uderzeń jądrowych WRiA,
- 1227 - obliczenia dotyczące planowania ognia artylerii.

2.3.2. Sposób wykorzystania zautomatyzowanych stanowisk pracy osób funkcyjnych.

Wozy dowodzenia zestawu PASUW-ZT zostały wyposażone w urządzenia pozwalające wykorzystywać możliwości zabezpieczenia programowego EMC BETA-3M oraz realizację określonych czynności w sposób zautomatyzowany. Podstawowym urządzeniem wszystkich WDSz jest pulpit przygotowania sformalizowanych kodogramów /D10, D34/. Przy pomocy klawiatury tych pulpików "nabiera"

się terminy operacyjno-taktyczne i znaki alfanumeryczne podczas redagowania kodogramów sformalizowanych. Zbiór terminów, słów i znaków podany jest w instrukcji ŁTI.791.001 049/S. Ponadto pulpit zapewnia kontrolę optyczną /na wyświetlaczu/ informacji w czasie jej redagowania, przekazywania i odbierania. Posiada również wizualną kontrolę stanu kanału wymiany danych. Klawiatura pulpitu posiada 48 klawiszy /6x8 wierszy/.

Uwzględniając to, że klawiatura posiada 4 rejestry, to łącznie pulpit zawiera 192 frazy /sformalizowanych słów, znaków lub symboli/.

W położeniu przełącznika pierwszego rejestru przyciski oznaczają znaki alfabetu oraz cyfry. W położeniu drugiego rejestru przyciski oznaczają pojęcia związane z formowaniem meldunków o wojskach własnych /np. melduję, że dywizja zmechanizowana..., osiągnąłem rejon, natarcie rozpocząłem itp./.

W położeniu trzecim rejestru przyciski oznaczają pojęcia z formowaniem danych o nieprzyjacielu /np. nieprzyjaciel osiągnął rubież itp./.

W położeniu czwartym rejestru przyciski oznaczają pojęcia związane z zapotrzebowaniem sił i środków. Formowanie meldunku odbywa się następująco. Po naciśnięciu odpowiedniego przycisku na pulpicie sterującym oznaczającym rozpoczęcie formowania kodogramu na ekranie monitora po lewej stronie wyświetla się schemat kolejności formowania kodogramu /MP-21M/ i tak: w pierwszej linijsce pojawia się napis "adres odbiorcy" pod nim "adres nadawcy", "czas nadawania", "stopień pilności", "tekst" itp.

Jednocześnie w pierwszej linijce "adres odbiorcy" pojawia się znacznik, który oznacza, że trzeba przy pomocy pulpitu przygotowania sformalizowanych kodogramów naciskając odpowiednie przyciski /na pierwszym rejestrze/ wybrać odpowiedni adres odbiorcy. Jeśli tekst, zdaniem operatora, został wybrany prawidłowo, znacznik przenosi się przy pomocy przycisku pulpitu sterującego do drugiej linijki dotyczącej adresu nadawcy.

W ten sposób wypełnia się kolejno linijki /rubryki/ kodogramu korzystając z odpowiednich rejestrów pulpitu do przygotowania sformalizowanych kodogramów. Położenie jednostek, przedni skraj obrony /podstawa wyjściowa do natarcia lub linie rozgraniczenia itp./ podaje się z mapy. Do tego celu służy urządzenie do wprowadzania współrzędnych z mapy. Ma ono postać zagiętego "pióra" z przyciskiem. Aby wprowadzić współrzędne punktu z mapy, trzeba końcówką "elektronowego pióra" dotknąć punktu i nacisnąć przycisk. Wówczas automatycznie współrzędne punktu "x" i "y" zostaną wprowadzone do pamięci maszyny i wyświetlone na monitorze. Kierunek natarcia wprowadza się do kodogramu w postaci dwóch punktów w odpowiedniej kolejności po sobie następujących.

Po zakończeniu formowania kodogramu i sprawdzeniu jego tekstu na monitorze ekranowym - jego nadawanie odbywa się automatycznie po naciśnięciu na pulpicie sterującym odpowiedniego przycisku. Jednocześnie własna drukarka /dalekopis/ dokonuje wydruku nadawanego tekstu. Kodogram przez urządzenie transmisji danych i radiostację przekazywany jest do odbiorcy /indywidualnego lub okólnikowego/ zgodnie z adresem. Odbierany tekst

zostaje wprowadzany do pamięci minikomputera. Odbieranie kodogramu zwykłego sygnalizowane jest na dolnej linii monitora ekranowego niezależnie od stanu zajętości /pracy/ tego monitora. Wówczas osoba funkcyjna powinna nacisnąć odpowiedni przycisk - czyli potwierdzić jego odbiór. Po naciśnięciu tego przycisku automatycznie następuje wydruk przyjmowanego kodogramu, a jego tekst wyświetla się na ekranie monitora. Kodogramy związane z alarmowaniem lub powiadamianiem wojsk od razu po odbiorze wyświetlane są na tablicy alarmowania, a gdy ona jest zajęta, następuje miganie jego treści wymuszające wprowadzenie nowego sygnału na "tablo" alarmowania.

Wprowadzanie danych na mapę

Dane dotyczące położenia, charakteru działań wojsk własnych i przeciwnika wprowadzane są do pamięci maszyny cyfrowej. Do wyprowadzenia na mapę służy specjalne urządzenie zwane automatem rysunkowym. Przed rozpoczęciem wyprowadzania danych na mapę trzeba je rozmieścić na stole roboczym, na którym jest nacechowany punkt. Współrzędne tego punktu wprowadza się do komputera. Po zgraniu mapy z tym punktem i z kreską - związaną z siatką mapy - mapę mocuje się do stołu dwoma przyciskami na zawiasach. Po naciśnięciu przycisku na pulpicie sterującym, oznaczającym zamiar wyprowadzania danych na mapę, na ekranie monitora wyświetlane są współrzędne punktu, z którym na mapie należy zgrać znacznik automatu rysunkowego. Po naciśnięciu kolejnego przycisku automat rysunkowy zacznie wyprowadzać dane na mapę w odpowiednich kolorach.

2.3.3. Sposób adresacji i struktura depesz

Dokumentem wyjściowym do rozdziału adresów, kryptonimów i opracowanie programów adresów jest schemat adresowy, sporządzony na podstawie schematu organizacji transmisji danych. Na schemacie adresowym przedstawia się, w jaki sposób i którymi kanałami /A, B, C/ połączeni są abonenci wyposażeni w UTD BAZALT-A1 B. Każdemu abonentowi na schemacie nadaje się czteropozycyjny niepowtarzający się adres X_1, X_2, X_3, X_4 . X_i - symbol i -tej pozycji adresu/. Jeżeli ilość abonentów nie przekracza 40, to abonenci tworzą podstawową grupę adresową. W przypadku, gdy abonentów w zestawie jest więcej niż 40, to można organizować, oprócz wspomnianej wyżej grupy adresowej, jedną lub dwie dodatkowe grupy adresowe z ilością adresów w każdej z nich nie więcej niż czterdzieści.

Przynależność adresu abonenta do tej lub innej grupy adresowej określa symbol X_3 znajdujący się na trzeciej pozycji adresu. Symbole X_1 i X_2 na pierwszej i drugiej pozycji adresu są jednakowe dla abonentów grupy podstawowej i grup dodatkowych.

Do oznaczania wszystkich pozycji adresu mogą być wykorzystywane następujące symbole:

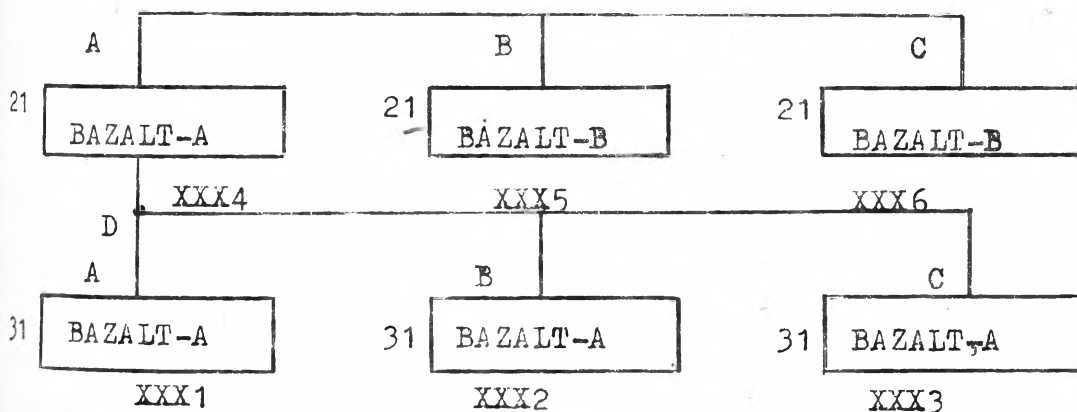
- litery alfabetu rosyjskiego,
- cyfry od 1 do 9,
- znaki "=", "-", ",", "/", łącznie 40 znaków.

Nadawanie adresu dla każdego konkretnego abonenta /w dowolnej grupie adresowej/ dokonuje się na drodze połączenia symboli stałych dla danej grupy adresowej, znajdujących się na pierwszych

trzech pozycjach adresu $/X_1 X_2 X_{30}, X_1 X_2 X_{31}, X_1 X_2 X_{33}/$ z jednym symbolem ze zbioru 40 symboli podanej wyżej, który to symbol ustawia się na czwartej pozycji, np. $X_1 X_2 X_{30} X_4^1$, gdzie X_4^1 jest jednym z 40 symboli nie powtarzających się w danej grupie adresowej.

Dla każdego abonenta zestawu PASJW powinien być opracowany program adresowania, który wprowadza się do UTD, zawierający w kodach umownych informację o swoim adresie i swoich kryptonimach, a także o adresach i kryptonimach wszystkich abonentów, z którymi może prowadzić wymianę danych.

Ogólny schemat adresacji przedstawiony jest na rys. 2.9.



Rys. 2.9. Ogólny schemat adresacji systemu PASJW-ZT.

Struktura depesz

1. Wprowadzanie z dalekopisu - żąda się konieczności wprowadzania, a po otrzymaniu zgody /identyfikator/ wprowadza się adres i informacje według formatu depeszy numer 1:

- rodzaj pilności - jeden znak,
- adres - pięć znaków,

- wiadomości - do 396 znaków

2. Wprowadzanie z komputera - czynności jak wyżej, a struktura depeszy według formatu depeszy nr 3:

- długość depeszy
- rodzaj pilności
- adres
- informacja

W BAZALCIE-B zawsze dwa kanały są przeznaczone do pracy półdupleksowej, a trzeci może być półdupleksowy. Kanały te wykorzystuje się w sposób następujący:

- jeden kanał do pracy wewnątrz WŁ SD dywizji,
- drugi kanał do współpracy z EMC,
- trzeci kanał do pracy z przełożonym.

Wykorzystując UTD BAZALT-B można pracować w sieci radiowej indywidualnie /na kierunku/ lub na okólnik. Przy pracy na okólnik depeszę formuje się według odpowiedniego formatu /formatu nr 7/ i przekazuje się dwukrotnie lub trzykrotnie /zależnie od jakości kanału/ i nie czeka na sygnał akceptacji. Przekazywanie odbywa się w simpleksie.

2.4. Analiza operatywności dowodzenia jako głównego wskaźnika efektywności systemu dowodzenia w dywizji /DZ/DPanc/.

"Wysoka operatywność dowodzenia jest podyktowana wyjątkową dynamicznością i intensywnością działań bojowych, w związku z czym dowódca ma coraz mniej czasu na powzięcie decyzji.

Dlatego też walka o czas, optymalne - racjonalne i rozsądne - jego wykorzystanie ma obecnie największe znaczenie w podejmowaniu decyzji i organizowaniu zadań" [31]

W celu dokonania pełniejszej analizy zadań dowodzenia niezbędne jest wprowadzenie pojęcia czasu krytycznego T_k . Czas krytyczny T_k to okres, po upływie którego dana informacja dezaktualizuje się. Jeżeli przy tym T_{cd} oznacza czas zużywany na cykl dowodzenia /przedstawiony w rozdziale I/, a T_{dz} - czas potrzebny wojskom na wykonanie zadania, to warunek operatywności dowodzenia przyjmie postać:

$$T_{cd} + T_{dz} < T_k$$

Wynika stąd, że im krótszy czasu zużywany na cykl dowodzenia, tym dłuższy jest czas przedstawiony do dyspozycji wojsk, a więc dowodzenie jest operatywniejsze.

Inna definicja operatywności dowodzenia mówi [23]:

Operatywność dowodzenia polega na sprawnej realizacji w jak najkrótszym czasie niezbędnych w danych warunkach przedsięwzięć dowodzenia, które umożliwią wykonanie zadania bojowego".

Osiąga się ją przez zapewnienie sprawnie działającego systemu rozpoznania, systemu łączności i przetwarzania danych, stosowanie właściwych metod podejmowania decyzji i przekazywania zadań bojowych wykonawcom oraz wprowadzenie do wyposażenia wojsk nowych technicznych środków dowodzenia i umiejętne ich wykorzystanie. Operatywność dowodzenia powinna zapewnić powzięcie decyzji i przekazanie zadań bojowych w takim czasie, który umożliwi skuteczne oddziaływanie na przeciwnika, stwarzając tym samym sprzyjające warunki do uzyskania nad nim przewagi.

2.4.1. Analiza operatywności dowodzenia w aktualnym systemie dowodzenia dywizji.

Operatywność dowodzenia uwarunkowana jest przede wszystkim zmniejszającym się czasem realizacji takich przedsięwzięć, jak zbieranie, przetwarzanie i przekazywanie informacji, oraz wzrostem wymagań dotyczących jakości dowodzenia. W II wojnie światowej na organizację działań bojowych w dywizji i w pułku przeznaczono średnio po 2-3 doby. Obecnie doświadczenia ćwiczeń wskazują, że czas ten wynosi: w dywizji 4-12 godzin, w pułku 3-8 godzin.

W toku wykonania zadania bojowego czas na powzięcie decyzji w dywizji i w pułku nie będzie przekraczał zazwyczaj kilkudziesięciu minut. Jeszcze mniejszą ilością czasu będzie dysponował dowódca na powzięcie decyzji i organizację działań w zakresie zwalczania środków napadu jądrowego, artylerii, stanowisk dowodzenia itp.

Uwzględniając czas przebywania na pozycjach startowych rakiet taktycznych potencjalnego przeciwnika, należy stwierdzić, że czas na podjęcie decyzji i przekazanie zadań bojowych do ich zwalczania nie powinien przekroczyć kilku minut. Istota operatywności dowodzenia polega na realizacji niezbędnych przedsięwzięć dowódczych w takim czasie, który zapewni skuteczne wykonanie zadania bojowego przez oddziały i pododdziały dywizji.

W omówieniu ćwiczenia LATO-78 minister obrony narodowej gen. armii Wojciech Jaruzelski powiedział: "podstawowym orężem w walce o czas jest operatywność dowodzenia a problem ciągłości, czyli niezawodności dowodzenia, wciąż zaostrza się. Stawia to wyższe wymagania w zakresie organizacji dowodzenia oraz budowania systemów łączności..."

Operatywność dowodzenia przejawia się nie tylko w skracaniu czasu obiegu informacji, w szybszym od przeciwnika podejmowaniu decyzji i przekazywaniu zadań bojowych, lecz także w takiej jakości i dokładności pracy organów dowodzenia, która zapewni maksymalną efektywność działania wojsk.

Z praktyki ćwiczeń wiadomo, że nawet najlepsza decyzja, powzięta i wprowadzona w życie za późno daje często skutek odwrotny od zamierzonego.

Stosowanie przy tym przeżytych metod dowodzenia i mało wydajnych środków technicznych stanowią główne przyczyny powstawania rażącej dysproporcji między możliwościami bojowymi a sprawnością dowodzenia nimi. Nowoczesne dowodzenie, to szybko podejmowanie decyzji, pozwalające na utrzymanie inicjatywy

działań drogą skutecznej reakcji na wszelkie poczynania nieprzyjaciela.

Z oceny dotychczasowego stanu realizacji zadań dowodzenia wynika [127], że organy dowodzenia zużywają około 60% czasu na zbieranie, opracowywanie i utrwalanie informacji o sytuacji, 10-20% na organizację operacji /walki/ oraz 10-20% na przekazywanie zadań bojowych. Największą ilość czasu zużywa się więc na drugoplanową działalność dowództwa. Przedstawione proporcje czasu wynikają z braku automatycznych i mechanicznych urządzeń do zbierania, przetwarzania, utrwalania i przekazywania informacji, a także z niedoskonałości środków łączności; w wielu przypadkach również z powodu słabego wykształcenia oficerów dowództw i sztabów. Dostarczenie dowódcy informacji, umożliwiających mu terminowe powzięcie decyzji jest podstawowym obowiązkiem sztabu i innych organów dowodzenia. Dotychczas stosowane techniczne środki dowodzenia w bardzo niewielkim stopniu wspierały dowódcę i sztab w wypracowywaniu decyzji. Nieznaczne wykorzystywanie EMC przez dowództwa szczególnie operacyjnego, a wręcz żadne w ogniwach taktycznych, wpływało na to, że podejmowane decyzje, mimo wysiłków oficerów, nie zawsze były największej jakości i czas realizacji cyklu dowodzenia był stosunkowo długi. Świadczyć o tym może materiał uzyskany na podstawie badań statystycznych w czasie ćwiczeń taktycznych z wojskami, ćwiczeń szkieletowych i treningowych sztabowych, gdzie uzyskano średnie czasy wykazywanych czynności przedstawione w tabeli 2.10 [6]

Lp.	Nazwa czynności	Średni czas wykonania /min/
1.	Opracowanie stosunku sił	29
2.	Przeprowadzenie kalkulacji możliwości broni jądrowej	24
3.	Przeprowadzenie kalkulacji wejścia dywizji do bitwy	37
4.	Opracowanie mapy decyzji i rozkazu bojowego	132
5.	Przekazywanie zadań bojowych	54
6.	Zbieranie i opracowywanie zdobytych informacji	132
7.	Określenie możliwości bojowych drt i artylerii	30
8.	Opracowywanie planu użycia drt i artylerii	141
9.	Organizacja OPL	138
10.	Organizacja łączności	212

Tab. 2.10. Średnie czasy poszczególnych czynności procesu dowodzenia.

Decydujący wpływ na całokształt pracy sztabu ZT ma przedsięwzięcie 4 o nazwie: "opracowywanie mapy decyzji i rozkazu bojowego". Jest ono złożonym ciągiem wielu czynności, kumulują się w nim zasadnicze prace i zadania wykonywane przez sztab dywizji. W opracowywaniu map decyzji i rozkazu bojowego biorą udział wszystkie komórki sztabu. Zsynchronizowanie pracy wszystkich komórek sztabu dywizji przy wyposażeniu ich w zauto-

matyzowane stanowiska pracy i doskonałe środki łączności doprowadzą do znacznego skrócenia czasu tak ważnej i pracochłonnej czynności. Można więc wyrazić przekonanie, że drogą usprawnienia procesu decyzyjnego są nowoczesne środki dowodzenia. Bez tych środków postęp może być nieznaczny, a przy osiągnięciu maksymalnego pułapu przy stosowaniu klasycznych metod dowodzenia, wręcz niemożliwy.

Należy oczekiwać, że poprawa sprawności dowodzenia wojskami nastąpi po wyposażeniu dowództw dywizji w polowe zautomatyzowane systemy dowodzenia i łączności, które pozwolą bardziej racjonalnie wykorzystywać przez dowódcę i sztab czas, przewidziany na przygotowanie i prowadzenie walki. Wówczas nastąpi zbliżenie rzeczywistego podziału czasu w procesie dowodzenia do podziału czasu oczekiwanego, który zakłada następujące jego wykorzystanie przez organy dowodzenia:

- na działalność informacyjną /tj. na zbieranie informacji o sytuacji i ustalenie aktualnego położenia stron/ - około 20% czasu,
- na działalność analityczno-twórczą /przetworzenie informacji, wypracowanie decyzji i planowanie walki/ - około 40% czasu,
- na działalność organizacyjno-kontrolną /organizowanie walki, kontrolowanie przygotowania wojsk do działań/ - około 40% czasu.

Porównanie rzeczywistego i modelowego podziału czasu na poszczególne rodzaje działalności wskazuje, że aktualnie występuje zjawisko niedopuszczalnego zubożenia czasu działalności analityczno-twórczej i organizatorsko-kontrolnej. Stąd istnieje

potrzeba dalszego doskonalenia systemu dowodzenia poprzez wyposażenie punktów dowodzenia oraz miejsc pracy osób funkcyjnych w EMC oraz automatyczne nadajniki i odbiorniki informacji tj. zorganizowanie systemu wymiany informacji w takiej postaci aby istniała możliwość komunikowania się z EMC. To zapewnia zautomatyzowany system dowodzenia PASJW-ZT. Wówczas dowódcy i sztaby będą w posiadaniu określonej rezerwy czasu, którą można przeznaczyć na rozstrzygnięcie dodatkowo wyłaniających się problemów.

Analiza specyfiki ogólnowojskowych systemów dowodzenia pozwala wnioskować, że przy badaniu efektywności tych systemów należy zwracać uwagę na łączenie metod zapewniających dokonanie kompleksowej oceny systemu jako całości z uwzględnieniem prawidłowości występujących w czasie prowadzenia walki. Aby jednak nie komplikować zadania optymalizacji systemu dowodzenia, ogólna liczba kryteriów efektywności powinna być jak najmniejsza, a przy tym taka, aby można określić jakie są możliwości spełnienia najważniejszych wymagań stawianych przed dowodzeniem współczesnymi działaniami bojowymi. Odpowiednio do tego celowe jest rozpatrzenie operacyjno-taktycznej i technicznej efektywności systemu dowodzenia wojskami w przypadku aktualnego systemu dowodzenia i wdrażanego zautomatyzowanego systemu dowodzenia. Przez efektywność operacyjno-taktyczną należy rozumieć całokształt cech charakterystycznych, określających w sensie ilościowym zdolność systemu dowodzenia do terminowego i odpowiedniego pod względem jakości rozwiązywania zadań. Określić w efektywność systemu dowodzenia w czasie prowadzenia walki,

ozn. uzyskać odpowiedź na pytanie, w jakim stopniu system odpowiada wymogom operacyjno-taktycznym w realnych warunkach sytuacji bojowej, przy określonych charakterystykach technicznych podstawowych urządzeń.

Przez efektywność techniczną systemu dowodzenia należy rozumieć ogół wskaźników odzwierciedlających pod względem ilościowym i jakościowym techniczną stronę systemu. Chodzi tu o wskaźniki określające możliwości techniczne aparatów i urządzeń przeznaczonych do pracy w czasie dowodzenia w warunkach ciągle zmieniającej się sytuacji bojowej.

Efektywność operacyjno-taktyczna znajduje się w prostej zależności od jakości technicznych środków dowodzenia, a w szczególności od urządzeń zbierania, przetwarzania i przekazywania informacji oraz wykonywania obliczeń operacyjno-taktycznych. Dlatego też na równi z oceną efektywności operacyjno-taktycznej wymagana jest także ocena efektywności technicznej tj. efektywności systemu łączności oraz systemu przetwarzania informacji.

Jednym z głównych kryteriów efektywności systemu dowodzenia jest operatywność procesu dowodzenia realizowanego w danym systemie dowodzenia, mierzona szybkością działania systemu dowodzenia w czasie organizacji walki i w toku walki. Szybkość dowodzenia mierzona jest z kolei czasem pełnego cyklu dowodzenia /czasem reakcji systemu dowodzenia/. Oceny szybkości funkcjonowania systemu dowodzenia wojskami można dokonać na podstawie cząstkowych wskaźników, które wpływają na ogólny czas trwania pełnego cyklu dowodzenia.

W charakterze takich wskaźników celowe jest wykorzystanie czasu na zbieranie, przetwarzanie i wydawanie informacji, niezbędnych podczas dowodzenia wojskami, a także czasu na podjęcie decyzji oraz czasu na postawienie zadań bojowych i doprowadzenie ich do wykonawców. Czasy te zostały szczegółowo przeanalizowane w rozdziale I.

Czas reakcji systemu dowodzenia będzie sumą poszczególnych czasów, natomiast intensywność przebiegu procesu dowodzenia można określić według zależności:

$$V_d = \frac{1}{T_{cd}}$$

gdzie:

V_d - intensywność przebiegu procesu dowodzenia
w 1/godz. /przy ustalonych jednostkach czasu/

T_{cd} - sumaryczny czas cyklu dowodzenia

Tak więc operatywność systemu dowodzenia jest funkcją poszczególnych czasów, lecz nie jest to funkcja prosta, lecz w pewnym stopniu uwikłana, gdyż czasy te zależą nie tylko od potencjału intelektualnego i możliwości twórczych dowódców i oficerów sztabu, a także od możliwości technicznych środków dowodzenia tj. systemu obiegu informacji /a w tym możliwości systemu łączności w zakresie szybkości przekazu informacji/, systemu przetwarzania informacji i powielania dokumentów oraz stosowanego systemu utajniania.

Aby dokonać porównania operatywności w przypadku dowodzenia sposobem klasycznym a dowodzenia w sposób zautomatyzowany należy poczynić pewne założenia:

po pierwsze - należy przyjąć, że istnieje porównywalny potencjał intelektualny i twórczy /osoby funkcyjne organów dowodzenia reprezentują zbliżoną wiedzę, doświadczenie oraz talent/;

po drugie - należy założyć, że czas zdobywania informacji przez organy rozpoznania jest porównywalny.

Dokonując tych uproszczeń, możemy porównać czas przetwarzania i przekazywania informacji, wynikający z zastosowania nowoczesnych środków informatycznych i łączności z czasem wykonywania tych czynności bez ich stosowania oraz porównać czas obiegu informacji wewnątrz stanowiska dowodzenia i między stanowiskiem dowodzenia dywizji a podległymi punktami dowodzenia.

A. Analiza obiegu informacji w aktualnie stosowanym systemie dowodzenia dywizji.

Model obiegu informacji musi być dostosowany do systemu dowodzenia, który wyraża się w dwóch postaciach: jako system stanowisk dowodzenia i jako zorganizowany proces dowodzenia. Organizacja systemu dowodzenia jest czynnikiem decydującym w tworzeniu i funkcjonowaniu systemu łączności, a zatem głównym czynnikiem sprawnego działania modelu informacyjnego. Obieg informacji można rozpatryć w układzie wewnętrznym, obejmującym przepływ informacji między komórkami lub osobami tego samego systemu dowodzenia i zewnętrznymi - obejmującymi sprzężenie informacyjne z organami dowodzenia wyższego szczebla, a także z otoczeniem.

Rozpatrując obieg informacji niedokumentowanych /w obu tych układach/ tj. wiadomości przekazywanych telefonicznie,

należy uwzględnić fakt, że aktualnie ruch telefoniczny realizowany jest w sposób ręczny z oczekiwaniem, a nie w trybie natychmiastowym - automatycznie. Nie zapewnia on wobec tego pożądanej terminowości uzyskiwanych połączeń. Ponadto, większość relacji telefonicznych /zwłaszcza w relacjach pułk - batalion/ jest nieutajniona. W związku z tym zachodzi potrzeba stosowania tabel sygnałowych i rozmówniczych, co dodatkowo wydłuża czas przekazania wiadomości.

Możliwości przekazywania wiadomości dokumentowanych za pomocą technicznych środków łączności na szczeblu taktycznym są w niedostatecznym stopniu przystosowane do praktyki dowodzenia. Podstawowym dokumentem wykorzystywanym w toku dowodzenia wojskami jest mapa z naniesioną sytuacją naziemną.

Natomiast stosowane dotychczas systemy łączności umożliwiają przekazywanie wiadomości dokumentowanych wyłącznie w formie tekstualnej, tj. telegramów /szyfrogramów lub kodogramów/.

Obieg informacji na SD dywizji przekazywanych do podległych oddziałów przedstawiają poniższe schematy /rys. 2.11, 2.12/.

W systemie dowodzenia ZT w większości przesyła się informacje adresowane, których obieg zobrazowany jest na w/w rysunkach.

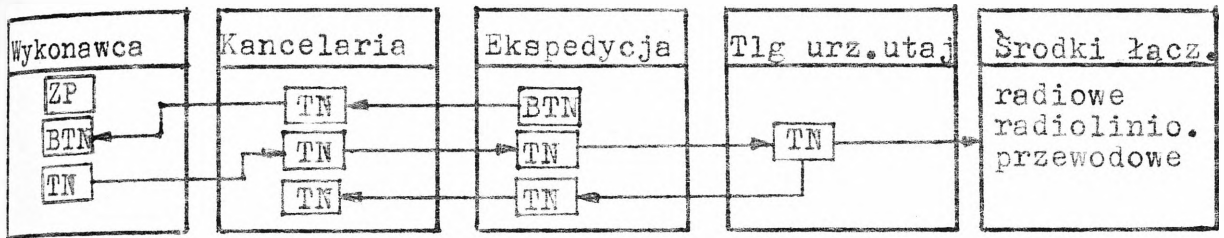
Jak wynika z ich analizy, informacja przebywa następującą

drogą: nadawca - kancelaria sztabu - ekspedycja telegraficzna - środki przekazu - czas przekazu i dalej w odwrotnej kolejności.

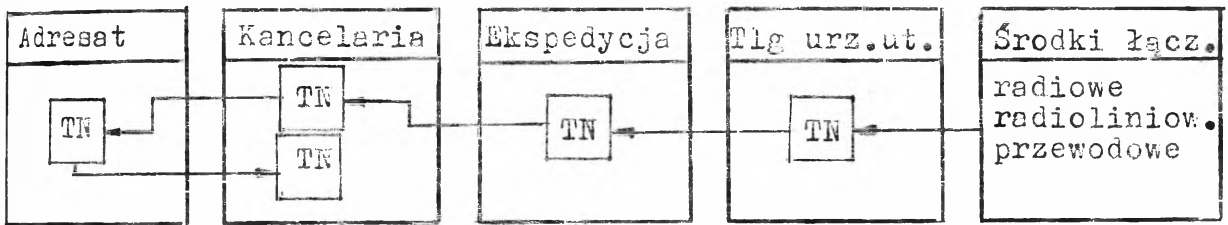
Ważnym kryterium wykorzystania łączności telegraficznej jest ustalenie czasu niezbędnego na przekazanie wiadomości telegraficznej za pomocą technicznych środków łączności od wykonawcy do adresata, przy równoczesnym uwzględnieniu czasu reakcji

Rys.2.11.Obieg telegramów niejawnych.

A. Telegramy niejawne wychodzące.



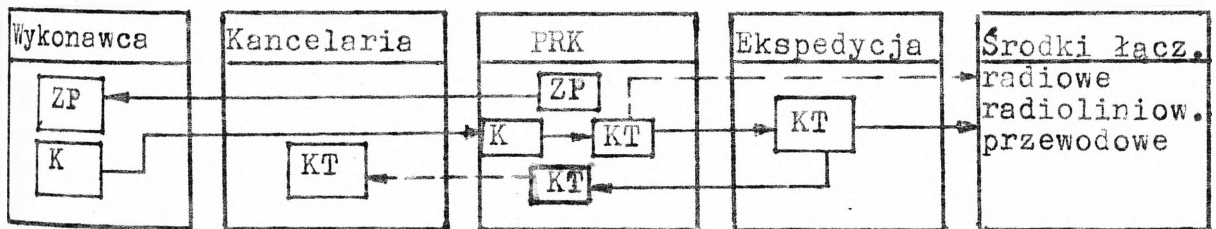
B. Telegramy niejawne wchodzące.



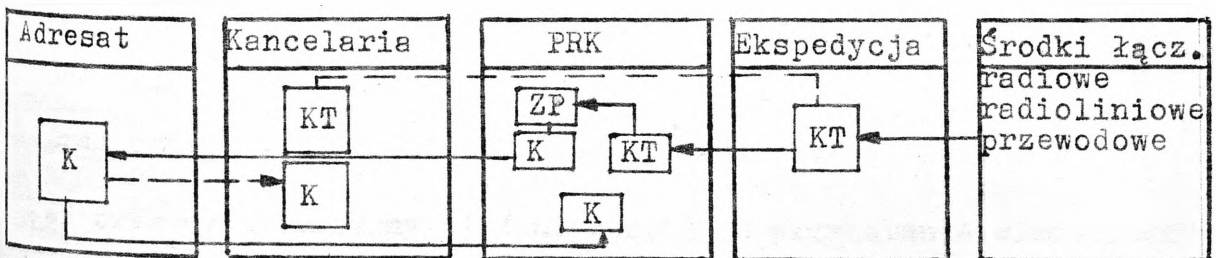
Oznaczenia: ZP-zeszyt pracy oficera, BTN-blankiet telegramu niejawnego, TN-telegram niejawny.

Rys.2.12.Obieg kodogramów /z wykorzystaniem dokumentów kodowych/.

A. Kodogramy wychodzące.



B. Kodogramy wchodzące.



Oznaczenia: K-kodogram, KT-kodotelegram, PRK-punkt ręcznego kodowania.

dowództw i sztabów. Czas ten związany jest z operatywnością łączności, tj. z jednym z najważniejszych wymagań stawianych systemowi łączności. Wymaganie to zostało scharakteryzowane w rozdziale I, przypomnę jednak, że najczęściej rozpowszechnionym wskaźnikiem efektywności łączności są czasy przebywania wiadomości w systemie łączności t_{SL} . Ze względu na oddziaływanie rozlicznych czynników czas t_{SL} nie okazuje się stały, a zmienia się w zależności od przesyłanych wiadomości tzn. faktycznie jest wielkością przypadkową /nimo określonych możliwości eksploatacyjnych środków łączności/.

Dlatego też najczęściej w charakterze współczynnika operatywności łączności wykorzystuje się wartość oczekiwaną czasu przybywania wiadomości w systemie łączności oraz wariancję czasu przebywania, która charakteryzuje stabilność pracy systemu łączności. Czym mniejsza wariancja czasu przebywania wiadomości w systemie łączności /przy innych różnych warunkach/, tym dokładniej można przewidzieć czas przybywania wiadomości w systemie łączności /SL/.

W praktyce wojsk łączności dla oceny operatywności łączności wykorzystywane są kontrolne normatywy przechodzenia wiadomości i normatywy wielkości procentowej przetrzymywanych lub opóźnionych telegramów

Czas obiegu wiadomości drukowanej obejmuje:

- a/ czas dystrybucyjny t_d niezbędny na przekazanie wiadomości od nadawcy do ośrodka nadawczego /po stronie nadawczej/ i od ośrodka odbiorczego do adresata /po stronie odbiorczej/;

b/ czas gotowości łączności $/t_{g1}/$, niezbędny na zestawienie połączenia, lub determinowany zajętością łączy lub urządzeń utajnających itp. do przekazania lub odbioru innej wiadomości;

c/ czas utajniania wiadomości $/t_m/$ niezbędny na opracowanie treści wiadomości utajnionej /po stronie nadawczej/ i jej odtworzenie /po stronie odbiorczej/;

d/ czas przekazywania wiadomości przez telegraficzny łańcuch telekomunikacyjny $/t_2/$.

Normy ogólnego czasu przechodzenia telegramów, od momentu przekazania przez nadawcę na eksploatację WŁ do momentu doręczenia adresatowi lub do organu szyfrowego po stronie odbiorczej przedstawia tabela 2.13.

Kanały łączności Rodzaj pilności informacji	Objętość /grup, słów/ i normy ogólnego czasu obiegu informacji w minutach.				
	bdb	db	dst	Zwiększenie ogólnego czasu na każde 50 gr. powyżej 100	Na opracowanie i dostarczenie adres na odbiorczym WŁ
1	2	3	4	5	6
1. Przy przekazywaniu telegramów przez przewodowe, radiowe i r/liniowe dalekopisowe kanały utajnione:					
- powietrze	3	5	-	-	natychmiast
- samolot	15	20	25	-	5
- poza kolejnością	15	20	25	5	5
- pilny	20	25	30	10	10
- zwykły	60	60	90	20	10

1	2	3	4	5	6
2. Przy przekazywaniu telegramów przez słuchowe kanały łączności:					
- powietrze	5	8	-	-	natychmiast
- samolot	15	20	25	-	5
- poza kolejnością	20	30	35	10	5
- pilny	25	35	50	20	10
- zwykły	60	60	90	30	30

UWAGA!

1. Normy czasu przebiegu telegramów zestawiono bez uwzględnienia czasu potrzebnego na ich kodowanie i rozkodowanie

Tabela 2.13. Normy ogólnego czasu przechodzenia telegramów.

Czas dystrybucyjny t_d może wahać się w granicach: tabela 2.14/ [82

Tab. 2.14,

Rodzaj wiadomości	Droga obiegu po stronie nadawczej	Droga obiegu po stronie odbiorczej	t_d min.
Telegram kodotelegram	Wykonawca-kancel.-ekspedycja WŁ - AUS lub aparatow. TI	AUS /aparat. TI/ -ekspedycja WŁ -kancel.-adresat	20
Szyfrogram	Wykonawca - AUS /aparatownia urzędzeń specj./	AUS - adresat	10
Średni czas dystrybucyjny			15

Czas gotowości łączności $t_{gł}$ określają wymagania stawiane systemowi dowodzenia i wynosi: /tab. 2.15/.

Tab. 2.15

Rodzaj wiadomości /wg kategorii pil./	Szczebel taktyczny	Szczebel operacyjny	Czas średni
I kat. pilności	2 minuty	2 minuty	20 minut
II kat. pilności	5 minut	10 minut	
III kat. pilności	15 minut	20 minut	

Czas utajniania wiadomości $/t_m/$ zależy od ilości słów zawartych w wiadomości drukowanej. Średni szyfrogram / telegram niejawny, kodogram/ może zawierać około 100 słów. Czas niezbędny na utajnienie i odtworzenie treści wiadomości zawierającej 100 słów oraz ich opracowanie wynosi /tab. 2.16/

Tab. 2.16

Rodzaj wiadomości	Czas utajniania	Czas odtworzenia
Szyfrogram	15 minut	15 minut
Telegram	0	0

Średni czas utajniania i odtwarzania wiadomości = 15 min.

Czas niezbędny na przekazanie wiadomości drukowanej przez telegraficzny łańcuch telekomunikacyjny $/t_2/$ zależy jest od zdolności przepustowej danego kanału łączności. Sygnał jednego znaku /litery, cyfry, interpunkcji, polecenia telegraficznego/ przekazywany za pomocą alfabetu MTA-2 obejmuje:

- sygnał startu - 20 ms,
- sygnały kodowe alfabetu /1-5/ - 5 x 20 ms = 100 ms,
- sygnał stopu lub spoczynku - 30 ms.

Łączny czas przesłania jednego znaku wynosi 150 ms.

Biorąc pod uwagę czas trwania jednego znaku telegraficznego można określić techniczną wydajność dalekopisów, która wynosi N_{tz} :

$$N_{tz} = \frac{1 \text{ godz.}}{150 \text{ ms}} = \frac{60 \cdot 60 \cdot 1000 \text{ ms}}{150 \text{ ms}} = 24000 \text{ znaków/godz.}$$

Uwzględniając, że jedna grupa/słowo/ zawiera średnio pięć znaków, a także polecenia telegraficzne /odstęp, powrót wałka itp./, łącznie grupa wymaga przekazania 6-7 znaków, techniczną wydajność dalekopisów w słowach przekazywanych w ciągu jednej godziny pracy można ocenić następująco:

$$N_{ts} = \frac{N_{tz}}{6-7} = \frac{24000}{6-7} = 3600 \text{ słów/godz.}$$

Taką wydajność można uzyskać w wypadku pracy taśmami perforowanymi zawczasu przygotowanymi przekazywanymi za pomocą dalekopisowych nadejników automatycznych, o ile nie następują w łańcuchu telegraficznym zniekształcenia. Uwzględniając jednak rzeczywiste uwarunkowania, praktyczna wydajność dalekopisów jest niższa od wydajności technicznej w wypadku bezpośredniej pracy w linię i wynosi w ciągu 1 godziny około 1400 grup /słów/.

Zdolność przepustowa systemu łączności jest determinantą operatywności/terminowości/ łączności i wywiera wpływ na czas reakcji systemu dowodzenia.

Prawdopodobieństwo terminowego przekazania wiadomości P_{zad} zależy od zdolności przepustowej systemu łączności.

Trzeba jednak zaznaczyć, że zdolność przepustowa systemu łączności jest zależna również od niezawodności systemu oraz sprawności personelu w zakresie obsługi i wykorzystania urządzeń łączności. Zdolność przepustowa systemu łączności dywizji została policzona w pracy [42].

Dla telegraficznych łańcuchów telekomunikacyjnych występują charakterystyczne straty, obniżające ich przepustowość wywołane:

- czynnościami eksploatacyjnymi /zestawienia połączenia itp./,
- niedociągnięciami organizacyjno-technicznymi /uszkodzenia techniczne sprzętu, opóźnienia w nawiązaniu łączności itp./,
- oddziaływaniem nieprzyjaciela na system łączności /radioelektronicznym i ogniowym/.

Tak więc, przy określaniu przepustowości łańcucha telegraficznego należałoby uwzględnić powyższe wielkości /nie zawsze jednoznacznie i łatwo określane, gdyż są to wielkości przypadkowe/ i wówczas zdolność przepustowa byłaby jeszcze niższa.

Przepustowość eksploatacyjna w działaniach bojowych dywizji jest określona i wynosi: [42]

- 1/ praca telegraficzna dalekopisem w kanałach simpleksowych radiostacji - 720 słów /grup/ na godzinę,
- 2/ praca telegraficzna dalekopisowa w kanałach dwuplexowych radiolinii - 1440 słów /grup/ na godzinę,
- 3/ praca telegraficzna kluczem w kanałach simpleksowych radiostacji - 200 słów /grup/ na godzinę,
- 4/ praca telefoniczna i telegraficzna dalekopisowa z urządzeniem utajniającym w kanałach radiowych i radioliniowych -

- 1220 grup na godzinę,

5/ - praca telefoniczna /rozmowa/ w kanałach radiowych i radioliniowych - 1440 słów /grup/ na godzinę.

Czas niezbędny do przekazania wiadomości drukowanej przez telegraficzny łańcuch telekomunikacyjny t_{Σ} o zawartości 100 słów wynosi 15 minut, uwzględniając, że średnia przepustowość łączności telegraficznej wiadomości drukowanej przez łańcuch telekomunikacyjny na współczesnym polu walki /z uwzględnieniem ww. czynników/ ocenia się na ok. 400 słów na godzinę [82], to łączny czas obiegu informacji T od nadawcy do adresata o zawartości 100 słów wynosi:

$$T = t_d + t_{p\lambda} + t_m + t_{\Sigma} = 15 + 15 + 20 + 15 \approx 1 \text{ godz.}$$

Jeśli uwzględnić, że czas reakcji dowództw i sztabów oraz wojsk na szczeblu pułku wynosi około 2 godziny, to wiadomość drukowaną zawierającą zadania dla wojsk nadawca powinien przekazywać do nadania z wyprzedzeniem czasowym wynoszącym łącznie na szczeblu taktycznym ok. 3 godziny.

Przy dynamicznie zmieniającej się sytuacji na współczesnym polu walki /szczególnie na szczeblach taktycznych/, zapewnienie terminowości telegraficznej /dokumentowanej/ przy wyprzedzeniu czasowym wynoszącym ok. 1 godziny /meldunki/ i 3-4 godziny /zadania dla wojsk/ jest niezadowalające.

Aktualnie na szczeblach taktycznych wykorzystanie możliwości telegrafii komutowanej jest niepełne. Łącznica telegraficzna zainstalowana w aparatuwni RWŁ-1M na szczeblu pułku umożliwia doprowadzenie pięciu dalekosiężnych łączy telegraficznych

/ w tym jedno za pośrednictwem przystawki PZS-3/. Jednak praca na tych łączach może być realizowana tylko z jednego dalekopisu odzewowego. Natomiast łącznica telegraficzna LTgD-23NN zainstalowana w aparatowni ATgSA /ZT/ umożliwia doprowadzenie 16 dalekosiężnych łączy telegraficznych i tylko siedmiu dalekopisów abonenckich.

Taka organizacja telegraficznych sieci łączności umożliwia z jednej strony wielokierunkowe zapewnienie dalekosiężnej łączności telegraficznej, z drugiej zaś ogranicza jej przepustowość /zależy od liczby dalekopisów/.

Szczególną uwagę w powyższej analizie zwrócono na przekazywanie wiadomości dokumentowanych, gdyż w tym tkwi istotna różnica między systemem dowodzenia i łączności obecnym a aktualnie wdrażanym do wojsk zautomatyzowanym systemem dowodzenia Pasuw-ZT.

B. Określenie szybkości reakcji systemu dowodzenia aktualnie stosowanego w dywizji.

Ogólny czas trwania cyklu dowodzenia oraz jego elementy składowe zostały przedstawione w rozdziale I. Analizując dane zawarte w pracy [6], w aspekcie możliwości czasowych systemu dowodzenia dywizji, mamy podstawę do stwierdzenia, że równoległa praca organów dowodzenia w zakresie planowania i organizowania natarcia na szczeblu dywizji umożliwia:

- opracowanie zarządzenia wstępnego i przekazania go pułkom w ciągu około 30-40 minut /36 min./, a pozostałym oddziałom
- około 60 minut /np. szefostwo artylerii opracowuje i przekazuje zarządzenie wstępne w ciągu 35 min., szef OPL -

w ciągu 49 min., wydz. łączności - 52 minuty, wydz. rozpoznawczy - 32 minuty/. W rezultacie podległe sztaby i oddziały mogą otrzymać zarządzenia wstępne i przystąpić do ich wykonania po upływie 90 minut od chwili otrzymania zadania bojowego przez dowódcę i sztab dywizji;

- przygotowanie przez wydziały i szefów rodzajów wojsk danych niezbędnych do powzięcia decyzji i zreferowania ich dowódcy w ciągu około 30-50 minut, na przykład wydział operacyjny czynności te wykonuje w ciągu 37 min., wydział rozpoznawczy - 43 min., szef artylerii - 30 minut;
- dokonanie oceny położenia i wysłuchanie wniosków szefów wydziałów i rodzajów wojsk przez szefa sztabu dywizji oraz przygotowanie przez niego propozycji decyzji i zameldowanie jej dowódcy w ciągu 85 minut;
- dokonanie oceny położenia, wysłuchanie wniosków szefów wydziałów i RW, a także propozycji szefa sztabu oraz powzięcie decyzji z mapy i ogłoszenie jej przez dowódcę dywizji w ciągu 1,5 godziny.

Innymi słowy, dowódca dywizji może postawić zadanie bojowe po upływie około 3,5-4 godziny od chwili otrzymania zadania bojowego od przełożonego, co jest uwarunkowane czasem trwania oceny położenia przeprowadzonej przez dowódcę dywizji /93 min./, czasem przekazywania zadań bojowych /około 1 godz./ oraz czasem zapoznawania oficerów sztabu z zadaniem bojowym dywizji i wydaniem wytycznych przez dowódcę /23'/.

Powyższy problem ilustrują również wyniki badań procesu dowodzenia dywizji w warunkach polowych przeprowadzone w ZSRR na bazie

klasycznego systemu dowodzenia zestawione w tabeli 2.17 [81] .

Tab. 2.17

Rodzaj działalności organów dowodzenia	Czas
1. Zbieranie danych o sytuacji	do 2 godz.
2. Ocena sytuacji	do 2,5 godz.
3. Realizacja obliczeń dotyczących:	
a/ stosunku sił i środków	do 1 godz.
b/ porażenia ogniowego środkami klasycznymi	do 3 godz.
c/ porażenia bronią jądrową	do 1 godz.
d/ prognozowanie stref skażeń	do 1 godz.
4. Postawienie zadań bojowych	ok. 70 min.
Czas cyklu dowodzenia	
/Łączny czas wypracowania decyzji i przekazania zadań/	ok. 4-5 godz.

Przyjmując czas trwania cyklu dowodzenia średnio 4-5 godzin, możemy określić intensywność procesu dowodzenia dywizji aktualnie stosowanego na tym szczeblu: V_d

$$V_d = \frac{1}{t_{cd}} = \frac{1}{/4-5/godzin} = /0,25-0,20/ \frac{1}{godz.}$$

Tak więc, operatywność dowodzenia, będąca głównym wskaźnikiem efektywności systemu dowodzenia może być wyrażona liczbowo w przypadku klasycznego systemu dowodzenia i wynosi 0,25÷0,20.

Wskaźnik ten przy ustalonych jednostkach czasu będzie zawierał się w granicach 0,1 i może służyć do porównania efektywności dwóch systemów na bazie eksperymentu rzeczywistego /uwzględnia operatywność SŁ i przetwarzania danych/.

2.4.2. Analiza operatywności dowodzenia w zautomatyzowanym systemie dowodzenia - PASUW-ZT.

A. Obieg informacji w zautomatyzowanym systemie dowodzenia.

Najistotniejszą rolę w obiegu informacji w systemie zautomatyzowanym spełniają linie transmisji danych oraz urządzenia końcowe, obsługiwane przez osoby funkcyjne systemu dowodzenia. Wozy zestawu PASUW stanowią 10-15% wszystkich WDSz i środków łączności dywizji. Daje to w przypadku organizacji w całej dywizji 300 relacji łączności niecałe 10% wszystkich sieci łączności. Jednakże automatyzacja obejmuje najważniejsze elementy dowodzenia i sieci łączności. Szerokie, w tym przypadku, wykorzystywanie urządzeń transmisji danych pozwala na znaczne zwiększenie wymiany wiadomości dokumentowanych, przy czym ocenia się, że przy pomocy automatyzowanych systemów wymiany danych i łączności - 80% wiadomości przekazywanych będzie w teleinformatycznych kanałach łączności a tylko 20% wiadomości transmitowanych będzie przy pomocy telefonicznych i telegraficznych kanałów łączności. Priorytet w sieci zintegrowanej ma zawsze transmisja danych przed rozmową telefoniczną. Organizacja sieci transmisji danych przy pomocy kanałów radiowych, radioliniowych i przewodowych przedstawiona jest na

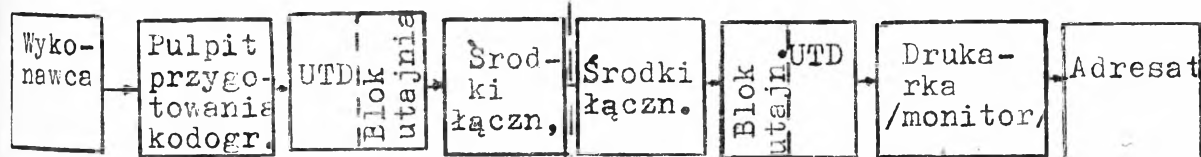
na schematach /zał. 14-18/. Obieg informacji w przypadku korzystania z łączności teledacyjnej zostanie znacznie skrócony poprzez zmniejszenie liczby punktów zatrzymań oraz dzięki technicznym możliwościom urządzeń transmisji danych.

Biorąc pod uwagę znaczne skrócenie czasu formowania, kodowania i przesyłania kodogramów, czas na przekazanie zadań /otrzymanie meldunków/ jest zdecydowanie krótszy w stosunku do obiegu informacji w klasycznym systemie dowodzenia. I tak, podczas badań wzorca podstawowego czas przekazywania informacji /czas przebywania wiadomości w kanale łączności/ między bezpośrednio połączonymi obiektami przy średniej intensywności strumienia informacji /równej 0,2/ z prawdopodobieństwem 0,9 wynosił:

- dla komend i sygnałów dowodzenia o zakresie do 16 znaków
- 5,8 sek. /w wymaganiach - 30 sek./,
- dla wiadomości I kategorii pilności o zakresie do 250 znaków -
19,9 sek. /w wymaganiach - 1 min./,
- dla wiadomości II kategorii pilności o wielkości do 800 znaków - 48,8 sek. /w wymaganiach - 3 min./ 1 .

Rezultaty doświadczenia wykazały, że sieci transmisji danych podczas przekazywania w nich komend, sygnałów dowodzenia i wiadomości posiadają zdecydowanie lepsze charakterystyki wiernościowo-czasowe przy zwiększeniu potoków przekazywanych informacji, a także przy przekazywaniu informacji po drogach zawierających 1-2 punkty retranslacji. Wynika to z zastosowania automatycznych dajników i drukarek o dużych szybkościach zapisu /64 zn/sek./ oraz systemu transmisji danych z komutacją wiadomości.

Wymiana wiadomości dokumentowanych na szczeblu taktycznym niemal w całości odbywa się za pomocą urządzeń transmisji danych o dużym stopniu dyspozycyjności. Zastosowanie w zautomatyzowanych WDSz automatów kreślarskich, urządzeń do zdejmowania współrzędnych z mapy, monitorów ekranowych, pulpity sformalizowanych kodogramów, wskaźników sytuacji powietrznej i planszetów elektronicznych w poważnym stopniu przybliżyło sposób przekazywanych wiadomości do praktyki dowodzenia. Urządzenia transmisji danych posiadają aparaturę utajniającą, która utajnia przekazywaną wiadomość w realnym czasie trwania sensu łączności, co eliminuje potrzebę ręcznego kodowania oraz stratę czasu na przekazanie wiadomości do utajniania. Obieg informacji na szczeblu taktycznym w tym przypadku przedstawia schemat. /rys. 2.18/



Rys. 2.18. Obieg informacji w systemie zautomatyzowanym.

Urządzenia końcowe do przekazywania informacji dokumentalnej przeniesione z WŁ do miejsc pracy osób funkcyjnych, tj. do WDSz.

Zastosowanie odpowiednich urządzeń końcowych i sterowników umożliwia skrócenie do minimum czasu formowania, kodowania i zobrazowania informacji. Czas dyspozycyjny waha się od kilkunastu do kilkudziesięciu sekund - dla krótkich komend i sygnałów alarmowych,

do kilku minut - dla wiadomości II kategorii pilności.
 Podstawowe parametry urządzeń transmisji danych PASUW-ZT,
 charakteryzujące zdolność przepustową i prawdopodobieństwa
 przekazania informacji przedstawione są w tabeli 2.19. [128].

Tab. 2.19.

Charakterystyka kanałów transmisji danych					
Typ UTD	Ilość kana- łów	Szybkość prze- kazywania in- formacji /bit/sek/	prawdopodobieńs. przekazania informacji		Układy pracy
			operacy. tactycz.	radiolo- kacyjne	
BAZALT-B	I	1200 /50,100,200, 1200 w przyszłości/	0,98	-	simpleks
	II	1200 /50,100,200/	0,98	-	simpleks
	III	1200 /50,100,200	0,98	-	simpleks /dupleks/
BAZALT-A1	jedno- kana- łowe	1200 /50,100,200/	0,98	-	simpleks
AJ - 011	"-	1200 /600/	0,99	0,96	simpleks /dupleks/
S-23-1	"-	1200	-	0,96	simpleks
52N/nad/	"-	1200	0,9999	-	simpleks /półdupl./
53N/odb/	"-	1200	0,9999	-	simpleks /półdupleks/

UWAGA!

1. W nawiasach podano możliwe układy pracy i szybkości transmisji.
2. UTD zdalnego wprowadzania /jednostronna/ danych - 52N i 53N umożliwiają pracę we wspólnej sieci TD

i łączności telefonicznej w maksymalnej ilości korespondentów do 15.

3. Wartości prawdopodobieństw przekazania informacji w sieciach transmisji danych osiągalne są w kanałach łączności, w których stopa błędów jest nie większa od 10^{-2} .

Szybkość przekazywanych informacji jest ograniczona możliwościami kanałów analogowych, które wykorzystywane są do transmisji danych. Sieć telefoniczna przystosowana jest do przesyłania informacji analogowych.

Sygnaly cyfrowe przed przesłaniem do takiej sieci należy przekształcić w sygnaly ciągłe. Do tego służy urządzenie zwane modemem stosowane w przypadku transmisji danych. Modulator dokonuje przekształcenia sygnału cyfrowego w sygnał ciągły /moduluje sygnałem cyfrowym ciągły sygnał nośny o odpowiednio dobranej częstotliwości/ a demodulator wykonuje przekształcenie odwrotne. W typowym kanale telefonicznym występują zakłócenia, które nie mają istotnego wpływu na przebieg łączności telefonicznej. Średnia częstość występowania błędów przy transmisji danych z małą lub średnią prędkością może dochodzić do 10^{-5} . Dla większości zastosowań informatycznych ta stopa błędów jest niedopuszczalnie wysoka. Aby zapewnić wykonywanie i korygowanie błędów, dane przed transmisją poddaje się kodowaniu. W wyniku tego procesu elementy danych zostają wydłużone przez dodanie nadmiarowych informacji, które przy odbiorze wykorzystuje się do poprawy wierności.

Urządzenia końcowe w tym systemie mają następujące parametry:

a/ drukarka alfanumeryczna;

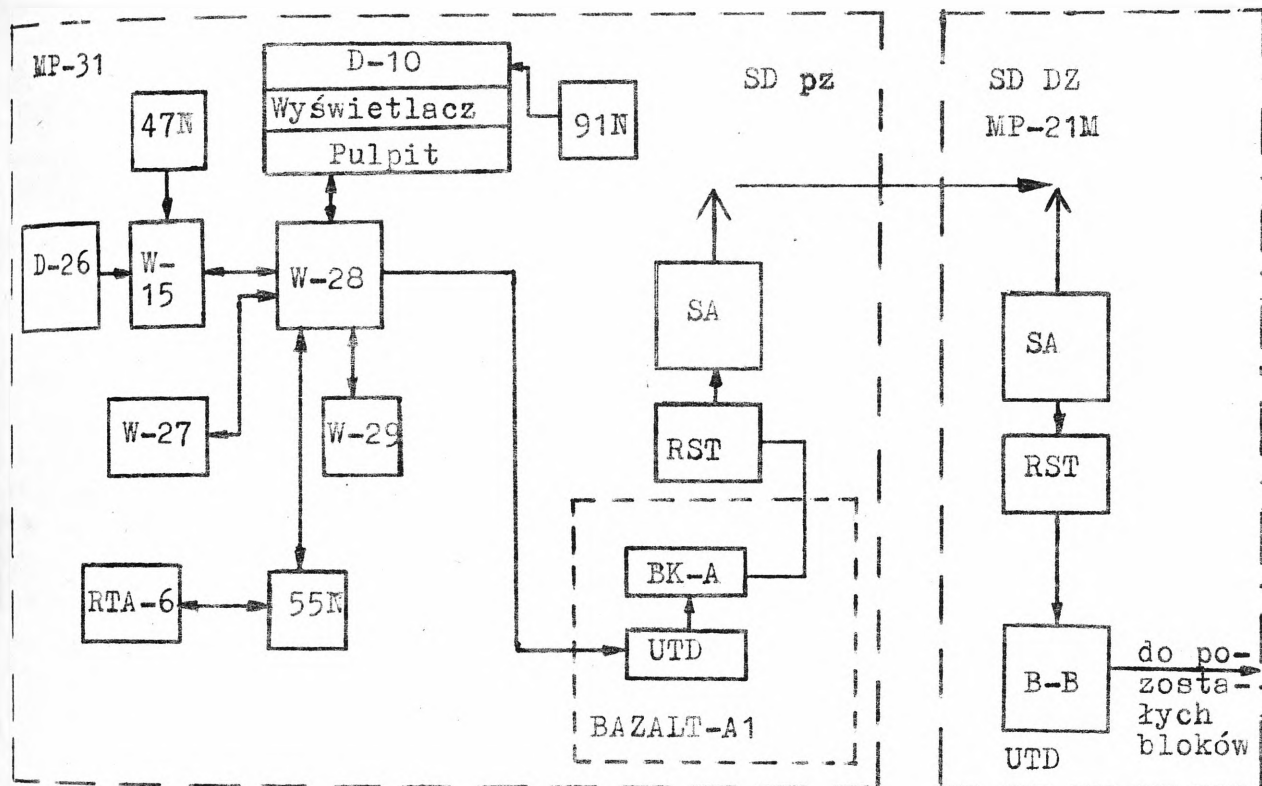
- szybkość - nie mniejsza jak 60 znaków na sekundę;

- liczba znaków w wierszu - 64;
- alfabet - 96 znaków;
- b/ dalekopis RTA-6 /stosowany również jako drukarka/;
- - szybkość 500 znaków na minutę /przy wydruku/;
- liczba znaków w wierszu - 69;
- liczba rejestrów - 3.

Szybkość wprowadzania informacji za pomocą pulpitu przygotowania sformalizowanych kodogramów - 1-2 pojęcia na sekundę. Możliwości przepustowe ograniczone są z reguły szybkością działania urządzeń końcowych transmisji danych oraz ilością kanałów. Przy tej samej liczbie kanałów decydują możliwości urządzeń końcowych i kwalifikacje osób je obsługujących. Wydajność eksploatacyjna tych urządzeń jest nieporównywalnie lepsza od wydajności eksploatacyjnej dalekopisów stosowanych w obecnym systemie dowodzenia jako środków do przekazywania wiadomości dokumentowanych.

Nadawanie i odbiór informacji w systemie zautomatyzowanym można prześledzić na przykładzie obiegu informacji realizowanego z wozu dowódczo-sztabowego dowódcy pułku MP-31 w relacji SD pułku - SD dywizji.

Schemat blokowy traktu obiegu danych podczas "nabierania" informacji /czynność redagowania i przygotowania informacji/ i przekazywania jej w kanał łączności przedstawia rysunek 2.20. Opis powyższych czynności, przedstawiony poniżej, przedstawia możliwości tych urządzeń w zakresie utajniania przesyłanych wiadomości oraz ich bezbłędnego /wiernego/ przekazu.



Rys. 2.20. Schemat blokowy traktu obiegu danych w relacji WDSz MP-31 - WDSz MP-21M

Oznaczenia:

- RTA-6 - dalekopis /wykorzystywany jako drukarka/;
- D-26 - pulpit do naboru godka i skali mapy;
- 47N - czytnik współrzędnych;
- D-10 - pulpit do redagowania kodogramów sformalizowanych wraz z wyświetlaczem alfanumerycznym;
- 91N - klawiatura alfanumeryczna /standardowa/;
- SA - sprzęgacz antenowy;
- RST - radiostacja pokładowa;
- 55N - zmiennik kodu i translacja dalekopisowa;
- W-15 - blok przelicznika współrzędnych;

- W-27 - blok pamięci stałej sterownika programowego 19N;
- W-28 - blok sprzężenia i sterowania wymianą danych;
- W-29 - blok zasilaczy i pamięci adresowej;
- BK-A - blok komutacji;
- UTD - pozostałe bloki i układy funkcjonalne UTD BAZALT-A1.

W bloku W-28 każdy przychodzący znak z bloku W-27 /z pamięci buforowej/ dopełniany jest elementem kontrolnym i w kodzie szeregowym wydawany jest na UTD BAZALT-A1. Element kontrolny dopełnia każdy znak do nieparzystej sumy jedynek, co pozwala na rozeznanie przez UTD, czy informacja przyjmowana jest bezbłędnie. Każda informacja do pamięci operacyjnej UTD BAZALT-A1 może być wprowadzana z jednoczesnym jej dokumentowaniem /wydrukiem/ lub bez dokumentowania. Wprowadzanie bez dokumentowania pozwala operatorowi na redagowanie w sposób praktycznie ciągły, ponieważ czas blokady magistrali odbiorczej /na czas przepisywania informacji z pamięci buforowej do pamięci operacyjnej/ nie przekracza 0,1 sek. Jeżeli zaś informacja ta ma być dokumentowana, to blokada magistrali odbiorczej od pulpitu D-10 zależy od czasu wydruku.

W wozie typu MP-31 do wydruku wykorzystywany jest dalekopis RTA-6, którego szybkość wydruku nie przekracza 6 znaków na sekundę. Uwzględniając pojemność wyświetlacza pulpitu D-10 /36 znaków/ i szybkość wydruku - czas blokady magistrali odbiorczej będzie krótszy niż 6 sekund. Oprócz pamięci stałej, w opracowaniu i formowaniu kodogramu, w urządzeniu 19N wykorzystuje się również półstałą pamięć adresową. Pamięć ta wraz

ze swym wyposażeniem adresowym rozmieszczona jest w bloku W-29. Zapewnia ona przekazywanie informacji dotyczącej adresowej części kodogramu wprowadzenie informacji adresowej dokonuje się bezpośrednio w bloku W-29. Po otrzymaniu od sterownika 19N /wW-29/ sygnału "koniec wprowadzania" w UTD BAZALT-A1 rozpoczyna się automatyczna "obróbka" informacji tj. formowanie i utajnianie kodogramu. W procesie utajniania kodogramu dopełnia się w specjalnym przemienniku sygnałów, do najbliższej co do wielkości gradacji standardowej i formuje się grupa zabezpieczenia, niezbędna do sprawdzenia tożsamości kodogramu przy jego odtajnieniu po stronie odbiorczej. Te czynności odbywają się automatycznie bez udziału operatora. Do dopełnienia kodogramu do długości standardowej i formowanie grupy zabezpieczenia, wykorzystuje się znaki binarne kodu specjalnego, wytwarzanego w przemienniku specjalnym sygnałów /BAZALT-TM"/. Utajniony kodogram z urządzenia BAZALT-TM wpisywany jest do pamięci kanałowej UTD BAZALT-A1, z którego jest wydawany automatycznie po wydaniu komendy na przełączenie radiostacji z odbioru na nadawanie. Służbowa część kodogramu /korekcja, start fazowy i gradacja długości/ przekazywane jest w kanał łączności bez kodowania kodem cyklicznym, gdyż jest ona szumoodporna.

Pozostała część kodogramu /informacyjna/ przekazywana jest w kanale łączności z wykorzystaniem szumoodpornego kodowania kodem cyklicznym.

Jeżeli w ciągu zadanego czasu, sygnał "pokwitowanie" nie zostanie odebrany z kanału łączności, to UTD BAZALT-A1 spowoduje automatyczne przełączenie radiostacji na nadawanie i powtórne

przekazanie kodogramu. Cykl powtarzania jest łącznie trzykrotny. Jeżeli po trzecim razie nie będzie pokwitowania odbioru, to UTD wysyła sygnał "brak łączności" do pulpitu D-10, gdzie zapala się odpowiednia lampka. W UTD BAZALT-A1 przewidziany jest układ pracy pozwalający na ponowne nadawanie kodogramu nie przekazanego w pierwszym seansie łączności, gdyż treść kodogramu nie przekazanego /z braku pokwitowania/ nie zostaje skasowana, lecz nadal jest przechowywana w pamięci UTD, tak długo, dopóki operator nie naciśnie na pulpicie D-10 odpowiedniego klawisza /"NACZAŁO"/. Informacja przyjęta z kanału łączności poddawana jest wstępnemu opracowaniu w UTD BAZALT-A1, które polega na poprawieniu niektórych błędów powstałych w kanale łączności w czasie jej przekazywania, po czym wpisana zostaje do pierwszej pamięci operacyjnej UTD. Z pamięci operacyjnej podawana jest na urządzenie BAZALT-TM w celu odtajnienia. Jeżeli podczas odtajnienia kodogramu, po grupie zabezpieczenia, stwierdzone zostają błędy /zniekształcenia/, bądź też występują niezgodności znaczników czasowych lub adresu, to kodogramu taki jest odrzucany. Jeżeli wynik sprawdzenia wypadnie pozytywny, to treść przyjętego kodogramu zostanie przepisana do drugiej pamięci operacyjnej UTD, gdzie jest przechowywana do czasu wydania jej na sterownik. Oprócz tego UTD przełącza radiostację na nadawanie i wysyła w kanał łączności potwierdzenie o przejęciu informacji.

UTD umożliwia ponadto analizę i opracowanie kodogramów pod kątem ich "starzenia się" w czasie przechodzenia przez kanał łączności. Za kodogramy "przestarzałe" uważa się te, które

przy odbiorze nie spełniają jednego z poniższych warunków: [128]

a/ - przy szybkościach transmisji w kanale łączności 1200 bit/sek.

$$t_{\text{odb.}} = t_{\text{nad.}}; \quad t_{\text{odb.}} = t_{\text{nad.}} \pm t$$

b/ - przy szybkościach nie większych niż 200 bit/sek.

$$t_{\text{odb.}} = t_{\text{nad.}}; \quad t_{\text{odb.}} = t_{\text{nad.}} \pm t; \quad t_{\text{odb.}} = t_{\text{nad.}} \pm 2t;$$

$$t_{\text{odb.}} = t_{\text{nad.}} \pm 3t; \quad t_{\text{odb.}} = t_{\text{nad.}} \pm 4t$$

gdzie: t - czas jednego odstępu znacznika czasowego, wynoszący 5,625 min;

$t_{\text{odb.}}$ - znak czasu w urządzeniu odbiorczym abonenta w chwili przyjęcia kodogramu;

$t_{\text{nad.}}$ - znak czasu w urządzeniu stacji nadawczej w chwili przekazania kodogramu.

Urządzenie transmisji danych BAZALT-A1 zapewnia wymianę danych w telefonicznym kanale łączności jednotorowym tworzonym przy wykorzystaniu środków radiowych KF i UKF, stacji radioliniowych i troposferycznych lub linii przewodowych zwielokrotnianych urządzeniami TN /metodą modulacji częstotliwości/.

Kanał ten powinien odpowiadać następującym warunkom:

a/ - szerokość pasma przenoszonych sygnałów 300 - 3400 Hz;

b/ - tłumienność wynikowa w stosunku do tłumienności minimalnej /5,23 dB/ w paśmie 600-3000 Hz nie powinna przekraczać:

- w paśmie 300-400 i 3.300-3400 Hz - -8,7 dB

- w paśmie 400-600 i 3000-3300 Hz - -6,09 dB;
- c/ - współczynnik zniekształceń nieliniowych nie powinien przekraczać 15%;
- d/ - stabilność częstotliwości w kanale łączności /rozsynchronizowanie/ nie powinna przekraczać 30 Hz;
- e/ - stosunek sygnał/szum - nie gorszy niż 5:1;
- f/ - ilość modemów na łączu - nie więcej niż 3.

Zautomatyzowany system dowodzenia PASUW-ZT likwiduje również niedomagania w zakresie wykorzystania elektronicznej techniki obliczeniowej. Osoby funkcyjne wyposażone w wozy dowódczo-sztabowe PASUW otrzymały dostęp do banku danych EMC BETA-3M / w zakresie im przysługującym/ i mają możliwość rozwiązywania określonych zadań operacyjno-taktycznych.

B. Ocena operatywności dowodzenia w zautomatyzowanym systemie dowodzenia PASUW-ZT.

Zastosowanie środków PASUW-ZT, jak wykazało dywizyjne ćwiczenie dowódczo-sztabowe, w sposób zasadniczy podwyższyło operatywność i trwałość dowodzenia. Uśrednione wskaźniki czasowe pracy sztabu dywizji i sztabów wojsk raketowych i artylerii uzyskane w czasie ćwiczenia przeprowadzonego w ZSRR przedstawia tabela 2.21. [1]

W czasie ćwiczenia dywizyjnego przekazano /przyjęto/ w systemie zautomatyzowanym przez środki łączności około 10 tysięcy kodogramów.

W systemie OPL i lotnictwa przekazano i przyjęto sposobem zautomatyzowanym 3830 kodogramów /w tej liczbie w realnej skali czasu - 3454 wiadomości/.

Tab. 2.21

ZAMIERZENIA	Wskaźniki czasowe				
	Bez zasto- sowania PASUW	Na ćwiczeniu dowódczo-sztabowym DPanc z użyciem PASUW			
		9.X-10X	9.00-11,00 10.X	11.00.10X -8.30.11X	8.30-17.00 11.X
1. Zbiór informa- cji o położe- niu i sytuacji wojsk.	do 1 godz.	do 35 min.	21-34min	18-38min	25-30 min 52 min po przekaza- niu do- wództw na WSD dy- wizji
2. Obliczenia:					
- dotyczące stosunku sił i środków stron;	do 1 godz.	do 5 min	8 min	-	-
- dotyczące pla- nowania raże- nia ogniowego	2 godz. 40min	28 min	12 min.	13 min	16 min
- prognozowanie możliwych stref skażeń promienio- twórczych przy zastoso- waniu broni jądrowej	do 1 godz.	do 10min	8 min	8 min	10 min
3. Postawienie /udokładnienie/ zadań:					
- pułkom I rzutu	30 min	do 15min	do 8 min	do 15 min	do 15 min
- pułkom II "	10 min	4min	-	4min	44 min

Ocena efektywności kompleksu środków automatyzacji była realizowana w oparciu o podstawowe procesy funkcjonowania systemu:

- doprowadzenie komend dowodzenia i sygnałów powiadamiania;
- zbiór, przesyłanie i przetwarzanie informacji o położeniu, składzie i charakterystyki działań bojowych swoich wojsk i wojsk przeciwnika, a także o warunkach działań bojowych;
- prowadzenie obliczeń i przygotowywanie danych do podjęcia decyzji.

Wyszczególnienie oraz ilościowe wartości wskaźników efektywności KSA /wskaźniki czasowe operatywności dowodzenia/ szczegółowo przedstawiane są w tabeli 2.22. Wyniki te zostały uzyskane w procesie realizacji dywizyjnego ćwiczenia dowódczo-sztabowego, sprawdzającego kompleksowe funkcjonowanie ZSD PASJW-ZT, a w szczególności sprawdzającego zautomatyzowane rozwiązywanie zadań związanych z odbiorem, przetwarzaniem /wydawaniem/ informacji radiolokacyjnej i rozkazów bojowych na stanowisku dowodzenia dywizji. Wielkość wskaźników efektywności przy pracy niezautomatyzowanej były uzyskane metodami ocen ekspertów. Ocena efektywności przeprowadzona została metodą porównania wybranych wskaźników operatywności dowodzenia /parametry czasowe/ systemu zautomatyzowanego, które otrzymano w trakcie kompleksowego sprawdzania /badań/ oraz ćwiczeń dowódczo-sztabowych ze wskaźnikami /parametrami/ - analogicznymi, otrzymanymi w trakcie sprawdzania systemu klasycznego /niezautomatyzowanego/ dowodzenia. [1]

Tab. 2.22

Wskaźniki efektywności i jego wymiar	Wartość wskaźnika		Stosunek wskaźników efektywności systemu nie- zautomatyzowa- wanego do systemu zauto- matyzowanego
	System niezauto- matyzowany	System zauto- matyzowa- ny	
1	2	3	4
1. Średni czas doprowadzania /przekazywania/ komend dowodzenia oraz sygnałów powiadomienia w minutach:			
SD armii - d-ca DPanc	9	1	9
d-ca DPanc - d-ca pcz	6-7	1	6-7
d-ca DPanc - szef służby chemicznej	7-8	1	7-8
d-ca DPanc - szef sztabu DPanc	2	1	2
d-ca DPanc - szef OPL DPanc	3-4	1	3-4
d-ca DPanc - szef Wydz. Rozp. DPanc	3-4	1	3-4
d-ca DPanc - szef WRiA DPanc	3-4	1	3-4
d-ca DPanc - EDB lot- nictwa	3-4	1	3-4
2. Średni czas zbioru danych o położeniu wojsk włas- nych i przeciwnika na SD dywizji w minutach:			
- za pułki,	do 40	10-15	2,5-4
- za podległe oddziały i pododdziały OPL na PK OPL dywizji,	do 30	15	2
- za podległe oddziały pododdziały artylerii na PK WRiA dywizji,	do 40	15-20	2-2,5
- za dywizję w całości	do 60	25-40	1,5-2
3. Średni czas przekazania informacji /do 50 znaków/ o wybuchach jądrowych do d-cy dywizji w minutach:	15	4	4

1	2	3	4
4. Średni czas przekazania i przetwarzania informacji /do 16 znaków/ o użyciu przez przeciwnika broni chemicznej w minutach.	do 10	1	10
5. Średni czas zbierania danych o sytuacji chemicznej i promieniotwórczej w działaniu dywizji w min.	do 40	20-25	1,5-2
6. Średni czas przygotowania na PK WRiA nieplanowanego uderzenia rakietowego oraz doprowadzenie komend do szczelb dywizyjnego /drt/, w minutach.	10-12	1,8	5-7
7. Średni czas przekazania sygnałów wezwania lotnictwa z PK GDB AL w minutach.	do 10	1-2	5-10
8. Średni czas doprowadzenia zarządzeń bojowych /do 400 znaków/ do wojsk w minutach			
- d-ca DPanc - d-ca pcz	12-15	6	2-2,5
- SDA - d-ca DPanc	12-17	6	2-3
9. Średni czas przeprowadzenia obliczeń operacyjno-taktycznych na SD dywizji w min.			
- stosunek sił i środków stron walczących	do 20	5-8	2,5-4
- prognozowanie sytuacji o skażeniach promieniotwórczych	do 60	4-10	6-15
- możliwości ogniowe WRiA	20	4	5
- planowanie użycia artylerii:			

1	2	3	4
a/ przygotowanie artyleryjskie	60	12	5
b/ artyleryjskie wsparcie ataku	30-40	4	8-10
c/ ześrodkowanie ognia,	do 15	3	5
d/ ogień zaporowy	do 10	4	2,5
10. Ilość /objętość/ informacji o sytuacji powietrznej na PK OPL ZT i celach	4-5	60	12-15
11. Ilość celów przekazywanych w sygnałach powiadomienia na PK szefa OPL /w podsystemie OPL/	4-5	do 20	4-5
12. Średni czas pracy szefa OPL podczas wykonywania analizy sytuacji powietrznej, powzięcie decyzji i postawienie zadań ogniowych w sekundach			
- na jeden cel	41	14	3
- na dwa cele	51	24	2
- na trzy cele	69	32	2
- na pięć celów	nie realizowano	49	-
- na dziesięć celów	-"-	102	-
13. Ilość grup samolotów /śmigłowców/ jednocześnie naprowadzanych na cele naziemne	3/5/	3/5/	1
14. Strefa kierowania samolotem i śmigłowcami, km	2-5	50-65	10-32

Jak wynika z analizy powyższych wskaźników czasowych i ilościowych zastosowanie środków automatyzacji i przetwarzania informacji w systemie dowodzenia dywizji pozwoliło istotnie podwyższyć operatywność dowodzenia oddziałami i pododdziałami DZ

/DPanc/ i skrócić czas realizacji podstawowych procesów dowodzenia w porównaniu z dotychczas stosowanym klasycznym systemem dowodzenia. Uogólniając, można stwierdzić, że skrócenie to nastąpiło w poniższym stosunku:

- w przekazywaniu komend i sygnałów dowodzenia - 2-9 razy;
- przy zbiorze danych o sytuacji - 1,5 - 4 razy;
- przy przeprowadzeniu obliczeń operacyjno-taktycznych - 2,5-15 razy;
- przy przygotowaniu nieplanowanego uderzenia jądrowego - 5-7 razy;
- przy przekazywaniu zarządzeń bojowych - 2-3 razy;
- przy analizie sytuacji, podjęciu decyzji i postanowieniu zadań - 2-3 razy;
- przy przekazywaniu sygnałów wezwania lotnictwa - 5-10 razy.

Podwyższenie operatywności realizacji podstawowych procesów dowodzenia i kierowania pozwoliło skrócić czas na organizację boju dywizji, a w tym na zbiór danych o położeniu wojsk, wykonanie niezbędnych obliczeń operacyjno-taktycznych, podjęcie decyzji, postawienie i doprowadzenie zadań do wojsk i otrzymanie od nich meldunków o 2-3 razy.

Łączny czas wypracowania decyzji i postawienia zadań w tym przypadku wynosi więc około 2-2,5 godziny. Korzyści czasowe na działalność informacyjną, wynikające z wprowadzenia automatyzacji a uzyskane na podstawie badań praktycznych ilustruje poniższe zestawienie. /Tab. 2.23/

Dzięki temu w procesie realizacji zadań dowodzenia nastąpiło zbliżenie procentowego podziału czasu dowodzenia na poszcze-

Tab. 2.23

Szczebel dowodzenia	Czas niezbędny na działalność informacyjną w systemie dowodzenia		Zysk na czasie
	Aktualny stan	w przypadku systemu zautomatyzowanego	
Dywizja	ok. 2 godz.	ok. 40 min.	ok. 3 razy
Pułk	ok. 1,5 godz.	ok. 20 min.	ok. 4 razy

gólne czynności dowodzenia do podziału modelowego, co obrazuje poniższe zestawienie. /Tab. 2.24/

Tab. 2.24

Procentowy podział czasowy / Etapy	Praca techniczna i informacyjna	Działalność twórcza i analityczna	Działalność kierownicza i organizatorska
Bez automatyzacji dowodzenia	50%-60%	15%-20%	25%-30%
Z automatyzacją dowodzenia	15%-20%	30%-40%	30%-40%

Z analizy dokumentów uzyskanych po przeprowadzeniu badań doświadczalnych PASJW-ZT w ZSRR wynika również, iż oprogramowanie użytkowe w EMC BETA-3M użytej w tym systemie odpowiada współczesnym wymaganiom operacyjno-taktycznym. Wyraża się to w zgodności czasów rozwiązywania zadań operacyjno-taktycznych do wymaganych dla potrzeb operatywnego dowodzenia wojskami podczas przygotowania i wejścia do działań bojowych dywizji oraz jakości form dokumentów wyjściowych i wejściowych stosowanych przy rozwiązywa-

niu zadań na EMC. Właściwy jest również skład niezbędnych osób SD dywizji, którzy mogą otrzymać rezultaty rozwiązań zadań operacyjno-taktycznych, a także stopień szczegółowości informacji i decyzje jej wydania przez EMC tym osobom. Analiza przeprowadzonej pracy wykazała, że w procesie ćwiczenia dowódczo-sztabowego wystąpiło 410 zgłoszeń /zapotrzebowania/ na rozwiązanie zadań operacyjno-taktycznych dla potrzeb systemu ogólnowojskowego, z których opracowano 318. Nie opracowane zgłoszenia spowodowane były błędami operatorów i uszkodzeniami aparatury. Nie zrealizowanych zapotrzebowań z powodu błędów programowych nie było.

Analiza rezultatów ćwiczenia wykazuje, że zadania operacyjno-taktyczne oznaczane numerami 1101, 1102, 1111, 1112, 1122, 1151, 1153, 1154 odpowiadają współczesnym wymaganiom operacyjno-taktycznym, a czasy rozwiązywania tych zadań w ogólności odpowiadają potrzebom operatywności dowodzenia wojskami podczas przygotowania i w czasie prowadzenia działań bojowych przez dywizję. Przyjęte formy dokumentów wejściowych i wyjściowych są racjonalne, a wykaz osób otrzymujących rezultaty rozwiązań tych zadań oraz stopień ich szczegółowości jak i sposób ich wydania zostały określone prawidłowo.

Analiza wyników ćwiczenia wykazała też, że w czasie pracy woźów dowódczo-sztabowych podsystemu wojsk rakietowych i artylerii wystąpiło 438 zgłoszeń do rozwiązania przy pomocy EMC, z których rozwiązana 373. Przyczyny nie opracowanych zadań były podobne do wymienionych wcześniej w podsystemie ogólnowojskowym.

Przyjmując, uzyskany w ćwiczeniu, średni czas cyklu dowodzenia /w przypadku zastosowania automatyzacji i transmisji danych doprowadzonej bezpośrednio do użytkowników/ za 2-2,5 godziny, możemy określić współczynnik operatywności dowodzenia dla tego przypadku. Korzystamy z tej samej zależności jak w przypadku systemu klasycznego, a mianowicie:

$$V_{sz} = \frac{1}{T_{cdz}} = \frac{1}{2-2,5/\text{godz}} = /0,50 - 0,40/ \frac{1}{\text{godz.}}$$

gdzie: V_{sz} - intensywność procesu dowodzenia
 T_{cdz} - czas cyklu dowodzenia w systemie zautomatyzowanym

Dla oceny operatywności wystarczy bezpośrednio porównać wyżej otrzymany wskaźnik z obliczonym wcześniej dla systemu dowodzenia klasycznego.

$$V_{sk} = 0,25-0,2; \quad V_{sz} = 0,5-0,4$$

Widzimy więc, że $V_{sz} > V_{sk}$

Dla oceny wzrostu efektywności zautomatyzowanego systemu dowodzenia w stosunku do systemu tradycyjnego wykorzystujemy wskaźnik oceny określony w pierwszym rozdziale pracy jako:

$$E_{op \max} = \frac{T_{cdk} - T_{cdz}}{T_{cdk}} = \frac{5 \text{ godz} - 2 \text{ godz}}{5 \text{ godz}} = \frac{3}{5} = 0,6$$

$$E_{op \min.} = \frac{4-2,5}{4} = \frac{1,5}{4} = 0,37$$

W przypadku powyższym efektywność względna wzrosła maksymalnie o 60% w stosunku do efektywności systemu dowodzenia klasycznego. Wskaźnik ten jest właściwy do zastosowania przy porównywaniu różnych systemów. Oczywiście brany jest tutaj pod uwagę tylko czasowy wskaźnik efektywności wynikający z kryterium operatywności. Jednak wskaźnik ten ujmuje globalnie cały szereg czynników i jest możliwy do wyznaczenia w sposób empiryczny, na podstawie przeprowadzonych doświadczeń z zastosowaniem obu rodzajów systemów dowodzenia.

Stopień operatywności dowodzenia należy we współczesnych warunkach uważać za jeden z zasadniczych wskaźników efektywności funkcjonowania systemu dowodzenia i przyjmuje się, że bezsprzecznie jest on głównym i decydującym kryterium efektywności dowodzenia.

2.5. Rola człowieka w zautomatyzowanym systemie dowodzenia w aspekcie efektywności dowodzenia.

Wprowadzenie zautomatyzowanego systemu dowodzenia to proces dynamiczny, wymagający długofalowego i wszechstronnego przygotowania dowódców i sztabów do pracy w nowych warunkach, gdyż w systemach zautomatyzowanych wyraźnie wybija się rola człowieka /w odróżnieniu od systemów automatycznych/. Żadne bowiem urządzenie techniczne - nawet najdoskonalsze - nie zastąpi człowieka w dziedzinie przewidywania, planowania, organizowania, decydowania, pobudzania do działania, kontrolowania itp. W takich dziedzinach jak intuicyjne wnioskowanie, poznawanie różnorodnych zjawisk, form, postaci, talent dowódczy itp. człowiek ma ogromną przewagę nad urządzeniami technicznymi. Wiadomo przecież, że każdy proces dowodzenia i kierowania wojskami, to splot różnorodnych funkcji, które wiążą się i przenikają tworząc jednolity, ukierunkowany i ciągły proces typu dynamicznego. Jedną z zasadniczych funkcji w procesie dowodzenia jest przy tym zdolność podejmowania trafnej decyzji, która rzutuje w sposób zasadniczy na ogólną zdolność kierowania wojskami. Zastosowanie środków automatyzacji i EMC w procesie dowodzenia wojskami jest ściśle uwarunkowane możliwością formalizacji tych funkcji człowieka, które może przejąć maszyna. Przy tym jest to problem współpracy człowieka z maszyną, a właściwa współpraca polega przede wszystkim na umiejętności porozumiewania się z maszyną w sposób efektywny, zrozumiały i łatwy

dla obu stron. Proces zbliżania użytkownika do maszyny rozwija się między innymi dzięki opracowywaniu coraz to nowych języków algorytmiczno-problemowych i form wymiany informacji między człowiekiem a maszyną. Jednakże rola człowieka w tego rodzaju procesach jest nadal zasadnicza, bo środki automatyzacji - choć wykonują różnorodne czynności formalne - nie są w stanie zastąpić go jako elementu myślicy i twórczego.

"Stosując środki automatyzacji w procesie wypracowania i podejmowania decyzji przekazujemy komputerowi to, co zrobi on najlepiej i szybciej od człowieka, a człowiekowi pozostawiamy to, co może wykonać tylko on" [29]

Rola dowódcy w procesie zbierania i przetwarzania informacji oraz wyborze optymalnego wariantu decyzji jest dominująca. Żaden bowiem aparat matematyczny ani komputer nie pomoże, jeżeli dowódca nie złączy istoty i sensu zadania bojowego, nie sformułuje precyzyjnie celu działania, nie określi podstawowych parametrów przyszłej walki, nie sprecyzuje zakresu, objętości i jakości informacji niezbędnych do wypracowania decyzji.

Proces zbierania informacji uważa się często za zabieg czysto techniczny. Tymczasem u jego podstaw powinny leżeć twórcze poszukiwania i dążenie do rozwiązania problemu przy możliwie ograniczonej ilości informacji. Tylko twórcza myśl dowódcy i jego sztabu zdolna jest określić, jakie dane o sytuacji bojowej są niezbędne do powzięcia decyzji. Komputera zaś dowódca może użyć do określenia użyteczności zebranych informacji. A zatem można powiedzieć, że między dowódcą /sztabem/

i komputerem wstepuje ścisłe współdziałanie, w którym dowódca /sztab/ zachowuje swoje predyspozycje i zdolności do wykorzystania komputera oraz interpretacji i spożytkowania otrzymanych wyników. Przygotowanie sztabów do pracy w zautomatyzowanych systemach dowodzenia wymaga upowszechnienia wśród oficerów zasad teoretycznych, z jednoczesnym uwzględnieniem specyfiki dowodzenia w rodzajach sił zbrojnych, wynikającej z poziomu dotychczas stosowanych środków automatyzacji, posiadanego doświadczenia, realizowanych zadań itp. Trudniejsze /niż w wojskach OPK czy lotnictwie/ będzie przygotowanie dowódców i sztabów wojsk lądowych, a w szczególności tych związków taktycznych, gdzie wdrożony będzie system PASUW. W wojskach tych głęboko zakorzenione są tradycyjne metody dowodzenia i trudno będzie pokonać barierę psychologiczną i przełamać nieufność oraz obawę przed bezpośrednim zetknięciem się z techniką informatyczną. Aby wykorzystać możliwości płynące z zastosowań informatyki w dowodzeniu, dowódcy i sztaby muszą poznać zasady pracy na zautomatyzowanych stanowiskach dowodzenia i opanować sztukę bezpośredniego z nich korzystania. Zautomatyzowane systemy dowodzenia pozwalają szybko, sprawnie i z dużą dokładnością opracować większą ilość informacji, jeśli jest ona odpowiednio dostosowana do wykorzystania w EMC. Przygotowanie informacji w takiej postaci wymaga zapisania jej w ściśle określonym porządku z wykorzystaniem odpowiednich skrótów, instrukcji i haseł. Rezultaty otrzymane z EMC są także sformalizowane.

Ponadto należy opanować manualne czynności wykonywane na urządzeniach końcowych systemu informatycznego. Dlatego wykorzystanie możliwości zautomatyzowanego systemu dowodzenia /ZSD/ wy-

maga starannego przygotowania ludzi do pracy. Od tradycyjnych sposobów radykalnie różni się obrazowanie sytuacji, które w ZSD przedstawione jest na monitorach i wydrukach za pomocą specjalnych symboli i cyfr. Do ich odczytania oraz korzystania z osobistych stanowisk pracy potrzebne są odpowiednie nawyki oraz wprawa. Indywidualne zautomatyzowane stanowiska pracy zazwyczaj instalowane są dla osób wchodzących w skład ścisłego dowództwa. Pozwalają one uzyskiwać niezbędne dane z EMC w postaci tekstowej i graficznej, przekazywać i odbierać komendy, sygnały dowodzenia i powiadamiania oraz przesyłać rozkazy /zarządzenia/ podwładnym itp. W prasie zachodniej np. podkreśla się [32], że wprowadzenie środków automatyzacji do dowodzenia wymaga od osób funkcyjnych umiejętności przygotowania i przekazywania danych w postaci sformalizowanej, obsługiwanie urządzeń wprowadzających dane do systemu oraz porozumiewania się z EMC, zdolności odbierania sformalizowanych informacji, analizowania ich i przygotowywania na tej podstawie propozycji do decyzji dowódcy, wiedzy o eksploatacyjnych możliwościach środków technicznych ZSD, a także o zasadach ich różnorodnego zabezpieczenia.

Można sądzić na podstawie praktyki doświadczeń zachodnich specjalistów wojskowych, jak również doświadczeń strony radzieckiej, że wyżej wymienione wymagania są niezbędne do spełnienia przez osoby funkcyjne, aby efektywnie wykorzystać możliwości ZSD. Nie oznacza to jednak, że osoby kierownicze w dowództwach /sztabach/ muszą zawsze osobiście pracować

na technicznych środkach automatyzacji. Mają one przede wszystkim zajmować się twórczą pracą dowódczo-sztabową. Muszą jednak znać możliwości ZSD i zasady pracy ze środkami automatyzacji, aby w razie konieczności móc się nimi bezpośrednio posłużyć. Należy liczyć się z faktem, że w pierwszym okresie wdrażania ZSD, na indywidualnym stanowisku pracy razem z dowódcą i szefem sztabu powinien znajdować się specjalista z zakresu ZSD. Funkcje specjalistów powinny sprowadzać się głównie do przygotowania pytań dla EMC oraz meldunków i zażądań zgodnie z wytycznymi przełożonych, a także do opracowania uzyskanych danych i ich meldowanie. W dalszej fazie wykorzystania ZSD osoby funkcyjne dowodzenia powinny doskonalić swoje umiejętności tak, aby móc bezpośrednio, bez pomocy specjalistów obsługiwać urządzenia końcowe zainstalowane na swoich stanowiskach pracy.

Praktyka wykorzystania ZSD w armiach rozwiniętych państw kapitalistycznych [23] dowodzi również, że w wielu organach dowodzenia po wprowadzeniu środków automatyzacji oficerowie musieli pokonać barierę psychologiczną wiążącą się z brakiem zaufania do informacji i wyników obliczeń uzyskiwanych za pomocą środków ZSD. Bariere tę łatwiej pokonać w warunkach sprawnej pracy wszystkich elementów i rodzajów zabezpieczenia systemu, ścisłego zaplanowania wymiany informacji, znajomości przez oficerów zasad stosowania ZSD oraz organizacji jego matematycznego, informacyjnego i lingwistycznego zabezpieczenia. Warunkiem efektywnego zastosowania ZSD, jak podkreślają specjaliści zachodni, jest bezwzględne przestrzeganie przez osoby funkcyjne tzw. dyscypliny informacyjnej. Idzie tu nie tylko

o pełne dotrzymanie ustalonych terminów wysyłania /dostarczania/ informacji, lecz także o ich właściwą formalizację. Rygor dotyczy również organizacji zapotrzebowań na wydawanie informacji z EMC oraz rozwiązywanie różnych zadań. Najmniejsze nawet zakłócenie porządku przekazywanej informacji, warunków formalizacji języka przyjętego w ZSD, przejawianie przez kogośkolwiek dodatkowej inicjatywy może sprawić, że dane nie wpłyną ani do EMC, ani do adresata lub trafią tam z opóźnieniem, wskutek czego nie zostaną w ogóle wykorzystane w procesie dowodzenia. Techniczne środki automatyzacji wywierają wpływ również na metody pracy poszczególnych osób funkcyjnych. Typowym tego przykładem jest proces wykonywania dokumentów sformalizowanych.

Przygotowanie sztabów i dowódców do pracy za pomocą ZSD wymaga rozwiązania wielu problemów natury operacyjno-taktycznej, organizacyjnej i psychologicznej. Na szczególną uwagę zasługuje tutaj przygotowanie kadr i podwyższenie ich kwalifikacji. Należy to rozwiązywać stopniowo, z zachowaniem stałej gotowości sztabów do wypełniania swoich funkcji.

Na przykład [56] w Narodowej Armii Ludowej NRD, jednocześnie z perspektywnym przygotowaniem specjalistów do eksploatacji obsługiwanie technicznego urządzeń stosowanych w ZSD - w Wyższych Szkołach Oficerskich rozpoczyna się przygotowanie dowódców i oficerów sztabu do pracy w nowych warunkach, co kontynuuje się w czasie ich służby w jednostkach i nauki w akademiach. Począwszy od 1970 roku w WSO RSZ słuchacze w ciągu 3 lat otrzymują przygotowanie z zakresu automatyzacji

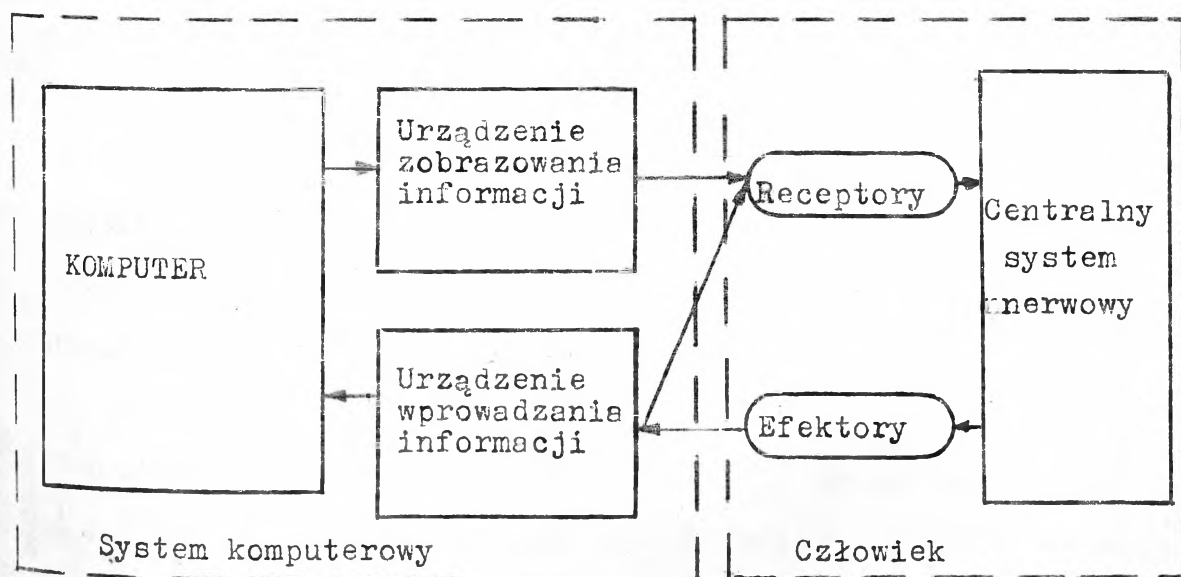
dowodzenia wojskami. Ogólny czas na to wynosi 40-50 godzin. Ponadto słuchacze odbywają praktykę z zakresu stosowania odpowiednich środków w czasie ok. 120 godzin. Słuchacze akademii podczas zajęć wykorzystują również do realizacji postawionych zadań środki automatyzacji procesów dowodzenia wojskami.

W naszych siłach zbrojnych realizowany jest program nauczania z zakresu informatyki i automatyzacji systemów dowodzenia w ramach Akademii Sztabu Generalnego WP. Obecnie zmierza się do tego, aby istotę przygotowania kadry dowódczo-sztabowej w ASG WP do działania w zautomatyzowanych systemach dowodzenia było komputerowe wspomaganie procesów decyzyjnych.

Ogólnie można sformułować wniosek, że najtrudniejsze problemy w automatyzacji mają swoje źródło nie tylko w technice informatycznej, lecz w konieczności właściwego przygotowania kadr do racjonalnego wykorzystania elektronicznych maszyn cyfrowych. Przygotowanie do pracy w ZSD w znacznej mierze zależy od stosunku dowódców i sztabów do nowych metod dowodzenia, od umiejętności łączenia specjalistycznej wiedzy operacyjno-taktycznej ze ścisłą znajomością możliwości systemów informatycznych. Efektywność zautomatyzowanego systemu dowodzenia będzie wysoka wówczas, gdy dowódcy i sztaby posiadają umiejętność praktyczną korzystania z ich cennych zalet. Tylko pełna współpraca człowieka z maszyną w ZSD pozwoli na osiągnięcie wymienionych korzyści w postaci zwiększonego wskaźnika efektywności mierzonego czasem reakcji systemu.

Działalność ludzką i umiejętności człowieka trudno skwantyfikować i porównać konkretną miarą, są to czynniki niewymierne, lecz jednak rzutują zdecydowanie na działalność całego systemu i jego ogólną efektywność.

Zautomatyzowany system dowodzenia jest systemem socjotechnicznym tzn. systemem, w którym urządzenie techniczne jest jednym elementem, zaś człowiek /zespół ludzki/ - innym elementem tego systemu. Okazuje się, że człowiek w łańcuchu "człowiek-technika-człowiek" jest ogniwem najsłabszym w sensie niezawodności [108]. W powyższym stwierdzeniu nie chodzi o pomniejszenie roli człowieka, chodzi jedynie o to, że takie tylko funkcjonalne ujęcie systemu "człowiek - technika" może stać się źródłem wzrostu efektywności całego systemu. Schemat blokowy systemu "człowiek-elektroniczna maszyna cyfrowa" ilustruje rysunek 2.25.



Rys. 2.25. Schemat blokowy systemu "człowiek - EMC".

W ZSD wyposażonym w urządzenia zobrazowania informacji współpraca operatora z komputerem ma charakter cykliczny. W tym systemie na jego efektywność działania mają istotny wpływ charakterystyki jakości działania operatora /osoby funkcyjnej/, do których należą:

- czas reakcji prostej i reakcji z wyborem,
- czas wykonania zadania i związana z nim przepustowość operatora,
- dokładność działania operatora,
- niezawodność działania operatora.

Rozwój i efektywność wykorzystania ZSD w dużym stopniu zależy od wzrostu integracji człowieka z komputerem.

W związku z koniecznością systemowego kształtowania efektywności układów "człowiek-technika informatyczna" rozpatrywanych jako całości, istnieje potrzeba odpowiedniego doboru i szkolenia kadr mogących wykorzystywać środki automatyzacji w dowodzeniu. Od tego bowiem będzie zależeć efektywność jego wykorzystania na polu walki.

Obserwacje osób, biorących udział w zajęciach wykorzystujących PASUW-ZT w Związku Radzieckim, potwierdzają możliwość nabycia wysokich umiejętności obsługi i korzystania przez dowódców i oficerów sztabu z urządzeń zautomatyzowanych stanowisk pracy oraz wykorzystania możliwości EMC.

Reasumując, należy stwierdzić, że:

- 1/ zautomatyzowane systemy dowodzenia nie zmieniają procesu dowodzenia wojskami, tylko jego metodykę i dokumentację;

- 2/ kompleksowa automatyzacja określa jej charakter systemowy. Oznacza to, że nie można ograniczyć się do wprowadzenia automatycznej i zautomatyzowanej techniki. Równocześnie należy zmienić dotychczasowy styl i metody pracy oraz struktury organizacyjne poszczególnych organów dowodzenia;
- 3/ musi nastąpić swego rodzaju symbioza człowieka z maszyną, co najbardziej uwiidacznia się w pracy dowódcy i sztabu pracujących w ZSD wojskami, a czego ilustracją jest tabela 2.26 [45]

Tab. 2.26

Czynności	Nakład pracy w %	
	Człowiek	Technika
1. Wyjaśnienie zadania	90	10
2. Ocena położenia	30	70
3. Powzięcie decyzji	75	25
4. Postawienie zadań bojowych	40	60
Planowanie operacji walki	60-70	30-40

- 4/ środki automatyzacji systemów dowodzenia powinny wspierać procesy myślowe człowieka rekompensując naturalne jego niedomogi /np. wpływ na jego zachowanie czynników subiektywnych, takich jak: strach, zmęczenie, podniecenie, wrażliwość oraz wyjątkowo długi czas - w stosunku do EMC - przyswajania informacji pochodzących z zewnątrz - ok. 0,1S/.

2.6. WNIOSKI

1. Problemy automatyzacji procesów dowodzenia i kierowania środkami walki zajmują istotne miejsce w całokształcie przeobrażeń, jakie zachodzą w siłach zbrojnych. Podjęcie prac naukowo-badawczych i projektowo-wdrożeniowych w dziedzinie automatyzacji procesów i systemów dowodzenia stało się dyrektywną koniecznością wynikającą z możliwości i charakteru współczesnych działań wojennych /walki, operacji/.
2. Istnieje konieczność wprowadzenia do sztabów nowoczesnej techniki / tj. wsparcia komputerowego i teleinformatycznego/ w celu osiągnięcia całkowitej zgodności między realnymi możliwościami taktyczno-technicznymi różnorodnych środków bojowych a zdolnością sprawnego kierowania nimi na współczesnym polu walki.
3. Główną miarą efektywności systemu dowodzenia dywizji jest czas cyklu dowodzenia /czas reakcji systemu dowodzenia/, tj. czas potrzebny na zebranie informacji sytuacyjnych, przetworzenie ich w informacje decyzyjne oraz przekazanie decyzji wykonawcom dla uruchomienia ich działania.
4. Charakterystyka systemu łączności i środków informatycznych zastosowanych w zautomatyzowanym systemie dowodzenia PASUW-ZT uwidacznia różnice pomiędzy klasycznym systemem dowodzenia i łączności a systemem zautomatyzowanym.

Różnice te w zasadniczej mierze sprowadzają się do:

- zastosowania nowych urządzeń końcowych systemu teleinformatycznego /odpowiadającym potrzebom praktyki dowodzenia/ oraz elektronicznych maszyn cyfrowych do obliczeń operacyjno-taktycznych,
- zmiany proporcji przesyłanych wiadomości ze względu na ich rodzaj: dotychczasowa przewaga wiadomości przekazywanych telefonicznie /70%-90%/ ustąpiła miejsce wiadomościom przesyłanym w sieci transmisji danych /teledacyjnej/- do 80%,
- odejście od komutacji kanałów /przestrzennej/ do komutacji wiadomości /czasowej/ w sieciach transmisji danych.

5. Jak wynika z analizy obiegu informacji dla systemów dowodzenia i łączności klasycznego i zautomatyzowanego, przyspieszenie przebiegu procesów informacyjnych można uzyskać przez:

- a/ skrócenie drogi obiegu informacji /zmniejszenie ilości ogniw, przez które przechodzi informacja w procesie dowodzenia/,
- b/ koncentrację informacji w jednym miejscu /centralnym banku danych - EMC/,
- c/ zwiększenie intensywności pracy organów dowodzenia dzięki wykorzystaniu elektronicznej techniki obliczeniowej oraz formalizacji przesyłanych dokumentów,
- d/ zwiększenie szybkości i wierności informacji przekazywanych w systemie łączności,
- e/ zwiększenie szybkości utajniania wiadomości przesyłanych w sieciach teledacyjnych.

6. Operatywność dowodzenia mierzona czasem cyklu dowodzenia jest głównym wskaźnikiem efektywności systemu dowodzenia dywizji /DZ, DPanc./.

7. Porównanie wskaźników czasowych ogólnego czasu dowodzenia realizowanego w systemie obecnym i zautomatyzowanym wskazuje na zdecydowaną przewagę zautomatyzowanego systemu dowodzenia.

Czas cyklu dowodzenia w tym systemie jest 2-3 krotnie krótszy /intensywność przebiegu procesu dowodzenia jest 2-3 krotnie większa/ od analogicznego wskaźnika w systemie dowodzenia klasycznym.

8. Wzrost efektywności dowodzenia w systemie zautomatyzowanym pozwala na bardziej racjonalne wykorzystanie czasu przez organy dowodzenia przewidzianego na poszczególne rodzaje działalności w procesie dowodzenia.

9. Wzrost efektywności dowodzenia w wyniku wprowadzenia zautomatyzowanych systemów dowodzenia i łączności jest zdeterminowany nie tylko nowoczesnymi środkami dowodzenia i łączności, lecz także umiejętnościami i sprawnością posługiwania się tymi środkami przez człowieka.

ROZDZIAŁ TRZECI

ANALIZA WYRÓŻNIONYCH WSKAŹNIKÓW EFEKTYWNOŚCI SYSTEMU ŁĄCZNOŚCI W ASPEKTCIE ICH WPŁYWU NA EFEKTYWNOŚĆ DOWODZENIA

3.1. Analiza i ocena trwałości systemu łączności dywizji /DZ, DPanc/.

Koniecznym warunkiem zabezpieczenia zadanego stopnia efektywności systemu dowodzenia jest wysoki stopień żywotności, niezawodności i odporności na zakłócenia funkcjonującego w nim systemu łączności z uwagi na to, iż system łączności /SL/ jest podstawową częścią składową systemu dowodzenia.

Surowym egzaminem trwałości systemu dowodzenia jest zachowanie zdolności dowodzenia, mimo wykonania przez przeciwnika uderzeń bronią jądrową lub innymi środkami rażenia najnowszych generacji /np. systemy rozpoznawczo-uderzeniowe/. O trwałości systemu dowodzenia będzie świadczyło to, w jakiej mierze okaże się on zdolny do funkcjonowania w powyższych warunkach.

Trwałość systemu dowodzenia jest w dużej mierze uzależniona od trwałości systemu łączności /jego żywotności, niezawodności i odporności na zakłócenia/, gdyż system łączności stanowi podstawową techniczną bazę materialną systemu dowodzenia.

3.1.1. Żywotność systemu łączności.

Żywotność systemu łączności oraz metody jej oceny stanowią istotny problem z uwagi na możliwe oddziaływanie zarówno

przeciwnika jak i otoczenia. Problem żywotności SŁ nie znajduje należytego odzwierciedlenia w naszej literaturze / z małymi wyjątkami/, dlatego też przedstawię nieco szerzej to zagadnienie na podstawie /nielicznej zresztą/ literatury radzieckiej [25,120] .

"Żywotność wojsk" traktuje się jako możliwość i zdolność organizmów /pododdziałów, oddziałów i ZT/ do przeciwstawienia się niesprzyjającym dla ich funkcjonowania /działania/ warunkom. Jest to więc całokształt przedsięwzięć /cech/ ułatwiających wojskom prowadzenie działań w trudnych warunkach oddziaływania wszystkich rodzajów broni nieprzyjaciela.

Przez żywotność systemu łączności będziemy rozumieć cechę systemową wyrażającą zdolność systemu do utrzymania niezbędnych relacji łączności dla potrzeb procesu dowodzenia /ciągłości dowodzenia/ w warunkach ogniowego oddziaływania przeciwnika oraz wpływu negatywnych czynników naturalnych /pory roku, warunków meteorologicznych, trzęsienia ziemi, powodzi itp./.

W odróżnieniu od niezawodności wyrażającej zdolność do działania, żywotność wyraża zdolność do przeżycia, a więc odporność na negatywne działanie niszczące. Utratę niezawodności wywołuje zdarzenie typu "uszkodzenie", utratę natomiast żywotności - zdarzenie typu "zniszczenie". Oddziaływanie przeciwnika przy pomocy środków walki radioelektronicznej powoduje chwilową utratę łączności bez fizycznego niszczenia środków łączności i potrzeby ich odtwarzania. Jednak szkody wynikłe z utraty ciągłości dowodzenia z tego powodu mogą być bardzo duże. Stąd cecha ta ma swój udział w kształtowaniu ogólnej trwałości systemu łączności i będzie przedmiotem rozważań w dalszej części pracy.

Dla potrzeb systemu dowodzenia /użytkownika/ ważne jest mieć wyobrażenie o tym , jaki będzie stan łączności przy oddziaływaniu określonego czynnika rażącego. Tego typu wyobrażenie można uzyskać przy pomocy współczynnika określającego prawdopodobieństwo "przeżycia" $/P_p/$ sieci dwubiegunowej danego SŁ w wypadku oddziaływania na nią czynników rażących, a także prognozowanym czasem odtwarzania T_0 .

Wymagania na żywotność systemu łączności mogą być wyrażone w następujący sposób:

$$D_{p\lambda} \geq D_{w\lambda}$$

gdzie: $D_{p\lambda}$ - średnia liczba elementów i relacji systemu łączności, która przetrwała,

$D_{w\lambda}$ - wymagana liczba elementów i relacji SŁ dla zabezpieczenia dowodzenia.

Przez elementy systemu łączności rozumiane są węzły i linie łączności, a w ramach węzłów poszczególne aparatownie i stacje łączności jak również wozy dowodzenia.

Innym określeniem żywotności jest też prawdopodobieństwo tego, że część linii łączności, która przetrwała w systemie, będzie nie mniejsza od zadanej:

$$P/D_{p\lambda} \geq D_{w\lambda} / \geq P_{zad}$$

Ilościową miarą żywotności systemu łączności jest prawdopodobieństwo jego "przeżycia" /przetrwania/ , to jest prawdopodobieństwo tego, że w przypadku oddziaływania na niego określonego czynnika rażącego jest on nadal zdolny do pracy /przynajmniej do wypełniania minimalnego zadanego zakresu swoich funkcji/.

Prawdopodobieństwo przeżycia elementu systemu łączności, przy założeniu, że oddziaływanie czynnika rażącego doszło do skutku, może być określone poniższą zależnością:

$$P_{p/e_i/} = P \left[U_{p/e_i/} > U_{z/e_i/} \right]$$

gdzie $U_{p/e_i/}$, $U_{z/e_i/}$ - zachowany i minimalny zadany stopień zdadności elementu systemu do pracy.

Natomiast prawdopodobieństwo przetrwania elementu SŁ charakteryzujące jego żywotność w ciągu określonego czasu Δt wyraża zależność:

$$P_{p/e_i, \Delta t/} = P_{pw/e_i, \Delta t/} \cdot P_{p/e_i/}$$

gdzie $P_{pw/e_i, \Delta t/}$ - prawdopodobieństwo tego, że w ciągu czasu Δt dany element ulegnie rażącemu oddziaływaniu.

A. Metody oceny żywotności systemów łączności.

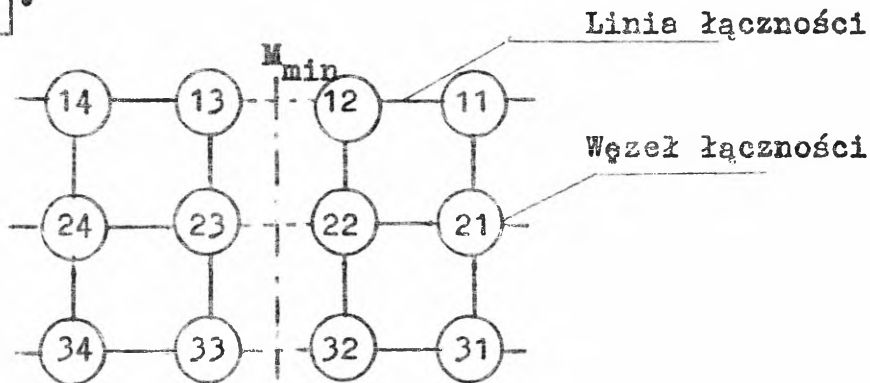
Podczas funkcjonowania polowych systemów łączności na współczesnym polu walki mogą oddziaływać nań różne ekstremalne zjawiska spowodowane wpływem różnorodnych negatywnych czynników zewnętrznych. W rezultacie tego oddziaływania mogą być porażone poszczególne elementy składowe systemu łączności. Takie sytuacje charakteryzują się zdecydowanym obniżeniem zdolności przepustowej systemu, a także zmianami strukturalno-topologicznymi aż do zerwania łączności pomiędzy poszczególnymi punktami dowodzenia.

Żywotność systemu łączności zależy od:

- 1/ organizacji struktury systemu /tzw. uodpornienie przestrzenne,

2/ żywotności elementów składowych systemu /tzw. uodpornienie punktowe/.

Dla oceny żywotności SŁ realizowanej w oparciu o strukturę systemu, wskaźnikiem żywotności jest prawdopodobieństwo przetrwania chociażby jednej drogi połączeń i przekazania wiadomości tą drogą. Najbardziej powszechnymi strukturami systemów łączności są struktury liniowe /osiowe/, gwiaździste i przestrzenne /siatkowe/. Dla ilustracji ww. wskaźnika posłużymy się rys.31 przedstawiającym fragment struktury przestrzennej SŁ [120].



Rys.31. Fragment struktury przestrzennej SŁ.

Prawdopodobieństwo naruszenia całości systemu według przekroju M_{min} /usunięcia wszystkich elementów, które prowadzi do zmiany struktury pierwotnej/ jest równe:

$$P/M_{min}/ = P/m_{12-13}/ \cdot P/m_{22-23}/ \cdot P/m_{32-33}/$$

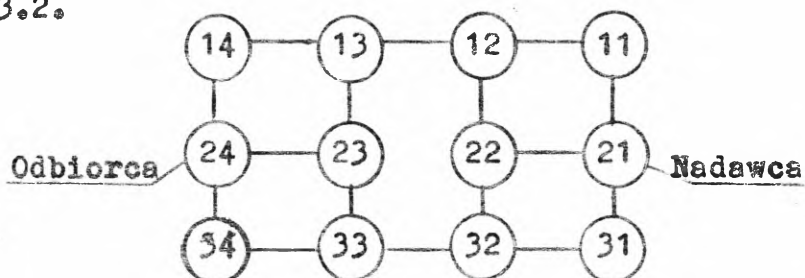
gdzie $P/m_{ij}/$ - prawdopodobieństwa uszkodzenia tych elementów.

Można określić najbardziej "słaby" przekrój, który da wartość prawdopodobieństwa uszkodzenia $P_{max}/M_{min}/$. Wielkością przeciwną jest prawdopodobieństwo przeżycia gałęzi /kierunku, relacji/ - W_{min} .

$$W_{min} = 1 - P_{max} \quad \text{/dla danego przekroju/}$$

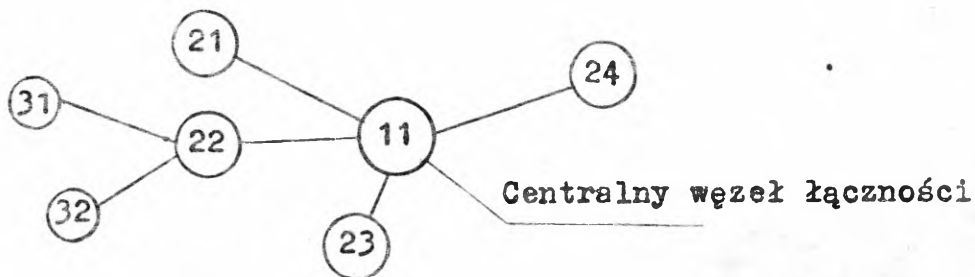
Jednakże takie formalne podejście do oceny żywotności nie uwzględnia funkcjonalnych właściwości środków łączności wykorzystywanych w danym systemie. Istnieją pewne ograniczenia liczby tranzytów na drodze połączeniowej, wynikające z możliwości urządzeń łączności. Wówczas np. struktura i jej spójność może nie być przerwana, a łączności nie uzyskamy ze względu na długość drogi połączeniowej, gdy ograniczenie tranzytowych węzłów łączności będzie do 5, a mamy sytuację jak na rys.3.2.

Rys.3.2.



W tym przypadku nie uzyskamy drogi połączeniowej J_{21-24} , gdyż mamy na drodze połączeniowej więcej niż 5 węzłów łączności.

Najmniejszą żywotność będzie posiadać system łączności o strukturze gwiazdzystej przedstawiony na rys. 3.3.



Rys.3.3. Fragment SŁ o strukturze gwiazdzystej.

Zniszczenie elementu centralnego struktury gwiazdzystej powoduje całkowite jej zburzenie. Stąd wniosek, że element centralny powinien być chroniony lepiej od innych składowych elementów tego systemu lub należy stworzyć zapasowy element centralny.

Z rozpatrzonych rodzajów struktur największą żywotnością dysponuje struktura przestrzenna /wielopowiazaniowa/, a duzo mniejsza struktury gwiazdziste i liniowe.

Czynniki okreslajace żywotność SŁ mogą być podzielone na dwie grupy:

- procesy i sytuacje powodujace uszkodzenia elementów systemu łączności,
- środki uwzględniane przy budowie systemów i właściwości środków łączności pozwalające podwyższyć spójność struktury i przeciwdziałać powstawaniu przerw w łączności.

Podstawowe czynniki wchodzące w skład pierwszej grupy są:

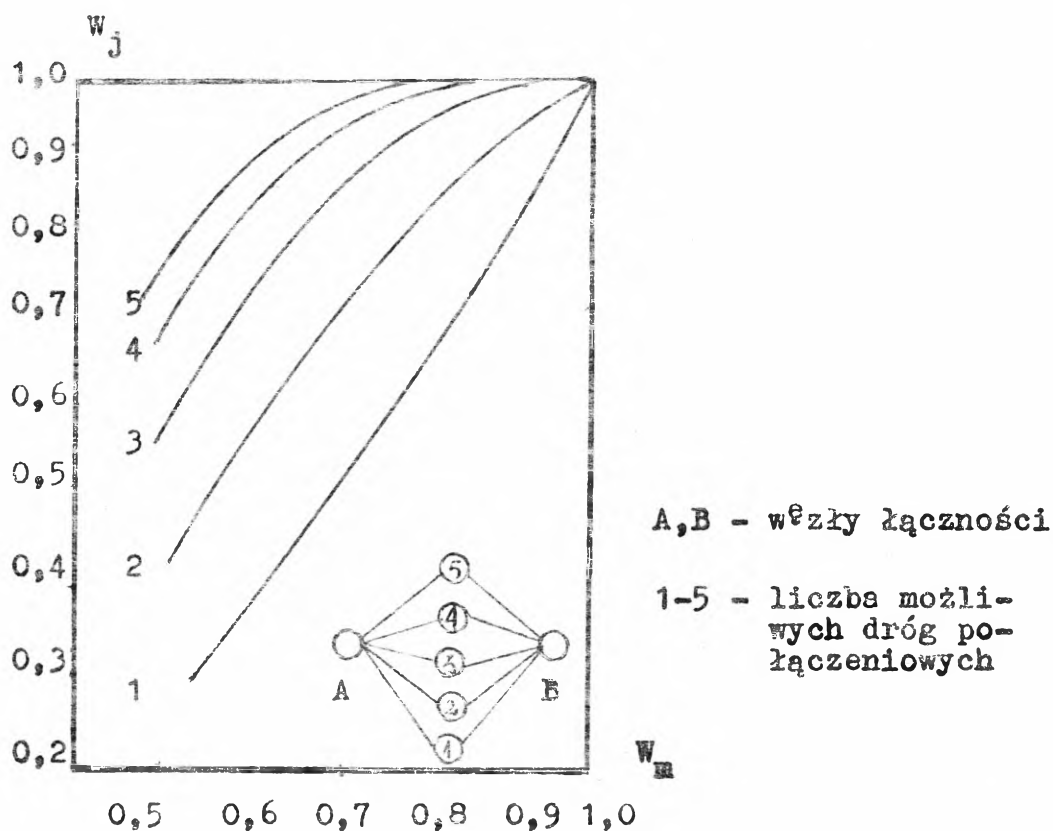
- agresywne oddziaływanie otaczającego środowiska,
- negatywne oddziaływanie sztucznych obiektów i urządzeń położonych w pobliżu elementów SŁ,
- ogniowe oddziaływanie przeciwnika,
- niedostateczna żywotność pojedynczych elementów SŁ.

Do grupy drugiej należą następujące czynniki:

- racjonalna budowa struktury i topologii sieci łączności,
- wykorzystanie wysoko niezawodnej i żywotnej aparatury łączności i środków kierowania łącznością,
- zastosowanie specjalnych środków ochrony systemu łączności.

Struktury przestrzenne systemów łączności mają wyższą żywotność dzięki możliwości realizacji połączeń przy pomocy kilku niezależnych dróg. Jednakże przy tym należy pamiętać, że efektywność wykorzystania dróg obejściowych nie jest jednokowa. Dołączenie każdej następnej drogi daje przyrost żywotności systemu, lecz wartość tego przyrostu z każdą następną drogą jest coraz mniejsza.

Przykład zależności prawdopodobieństwa przetrwania W_j kierunku łączności od prawdopodobieństwa przeżycia gałęzi W_m , stanowiących drogi połączeniowe danego kierunku łączności przy różnej liczbie /od jednej - krzywa 1 do pięciu - krzywa 5/ niezależnych połączeń przedstawiony jest na rys.3.4. 120 .



Rys.3.4. Zależność żywotności kierunku łączności od ilości dróg połączeniowych.

Aktualnie ocena żywotności systemów łączności może być realizowana z dużym przybliżeniem, orientacyjnie. Metody jej liczenia są też przybliżone. Poszczególne oceny żywotności systemu łączności prowadzi się oddzielnie dla obsługującego personelu, pomieszczeń i techniki łączności, w tej liczbie urządzeń ante-

nowych i przewodowych linii łączności. Na podstawie wskaźników cząstkowych obliczana jest całkowita ocena żywotności systemu. Do oceny tej potrzebne są dane wyjściowe o strukturze systemu łączności, o wzajemnym oddaleniu poszczególnych węzłów łączności jak i oddaleniu pojedynczych stacji i aparatowni łączności w ramach danego węzła, o stopniu ochrony danego obiektu przed każdym czynnikiem rażącym, odległości od centrum wybuchu środka rażenia, charakterystykach czynników rażących itd.

W warunkach współczesnej wojny największe porażenie systemu łączności mogą spowodować uderzenia bronią jądrową. Zbliżone rozmiarami zniszczeń będą też uderzenia przy pomocy broni o wysokiej precyzji rażenia /np. przy zastosowaniu systemów rozpoznaczo-uderzeniowych/. Nie będą jednak w tym wypadku występowały dodatkowe straty w wyniku oddziaływania pozostałych czynników rażących broni jądrowej. Dlatego też ocena odporności systemu łączności w warunkach uderzeń jądrowych może być przyjęta w charakterze wskaźnika jego żywotności.

Do oceny żywotności systemu należy znać prawdopodobieństwo przeżycia każdego elementu systemu. Prognozowanie tego prawdopodobieństwa - to złożone zadanie i jeden z głównych problemów oceny żywotności SL. Najistotniejszym jest prognozowanie skutków oddziaływania wybuchów jądrowych na elementy SL. To zadanie jest rozwiązywane metodami modelowania zmasowanych i grupowych uderzeń jądrowych z wykorzystaniem EMC.^{1/}

1/ Dudnik B. red. i inni: "Nadieżnost i žiwuczet sistiem swiazi". "Radio i Swiaż". Moskwa 1984 r.
Wyniki takiego prognozowania przedstawia załącznik nr 19.

W zależności od rejonu zajętego przez węzeł łączności, rodzaju i mocy wybuchu jądrowego, a także od innych warunków, określone elementy SŁ mogą być traktowane jako obiekty punktowe, liniowe lub przestrzenne. Zazwyczaj dany element SŁ zalicza się do obiektu punktowego, jeśli jego rozmiary liniowe nie przewyższają 0,2 promienia rażącego oddziaływania. Może być to grupa stacji czy aparatowni łączności lub też garnizonowy obiekt stacjonarny łączności, a nawet węzeł łączności niższych szczebli dowodzenia.

Prawdopodobieństwo rażenia obiektu punktowego, będącego celem, oblicza się z wzoru:^{1/}

$$P_r = 1 - e^{-c^2 \frac{R_r^2}{E^2}}$$

gdzie: e - podstawa logarytmów naturalnych

$c = 0,477$ - stała rozkładu normalnego,

R_r - promień rażenia,

E - prawdopodobne odchylenie centrum wybuchu od centrum celu /obektu/, tzw. średni błąd trafienia.

Jest to wzór na prawdopodobieństwo rażenia bezwzględne, tzn. że do celu dotarł pocisk i poraził go. Jednak dla ścisłości obliczeń należy uwzględnić prawdopodobieństwo zastosowania danego środka rażącego /wynikającego z potencjalnych możliwości przeciwnika/ oraz prawdopodobieństwo dotarcia do celu.

^{1/} Wzór ten jak i następne jest zaczerpnięty z pozycji opracowanej pod red. pła prof. Dudnika B. wcześniej cytowanej.

Wówczas powyższy wzór przyjmie następującą postać:

$$P_r = P_a \cdot P_t / 1 - e^{-c^2 \frac{R_r^2}{E^2}} /$$

gdzie: P_a - prawdopodobieństwo zastosowania danej broni,

$$0 < P_a < 1$$

P_t - prawdopodobieństwo trafienia obiektu łączności /obiekty punktowego/.

Obiekt punktowy łączności uchroni się /przeżyje/ z prawdopodobieństwem równym:

$$P_p = 1 - P_r$$

W przypadku zastosowania na element SŁ /np. na dany węzeł łączności / kilku /n/ pocisków w ciągu rozpatrywanego czasu Δt , prawdopodobieństwo jego przeżycia można określić jako iloczyn prawdopodobieństw P_p /wynikający z szeregowego oddziaływania środków rażenia/ wyrażony zależnością:

$$P_p/e_i, \Delta t/ = \prod_{j=1}^n \left[1 - P_a P_t / 1 - e^{-c^2 \frac{R_{rj}^2}{E_j^2}} / \right]$$

Oznaczenia wszystkie jak poprzednio, z tym że obliczenia powinny być odniesione do kolejnych /j-tych/ zastosowanych środków.

Prawdopodobieństwo przeżycia P_p oblicza się oddzielnie dla personelu obsługującego, uzbrojenia i wykorzystywanej techniki łączności. W charakterze całkowitej oceny żywotności przyjmuje się minimalną wartość, którą w warunkach uderzeń jądrowych określa się głównie uchronieniem obsługującego personelu.

Wówczas:

$$P_p/e/ = \min/P_{per.}, P_{ptech.}/$$

Tak więc, jeśli prawdopodobieństwa przeżycia są: personelu obsługującego z uwzględnieniem wozów specjalnych, w których się znajduje /lub innych pomieszczeń/ $P_{pper} = 0,5$, techniki łączności $P_{ptech} = 0,8$, to dla całości przyjmujemy $P_{p/e/} = 0,5$.

Przestrzenny element składowy systemu łączności, np. duży węzeł łączności, składa się ze zbioru elementów punktowych. W tym przypadku przy jego ocenie dotyczącej żywotności obliczenia prowadzi się według metodyki obliczania prawdopodobieństwa przeżycia jego części składowych, a następnie analizuje i ocenia stan elementu jako całości. Jeśli element przestrzenny nie może być rozdzielony /wg żywotności/ na niezależne części, to obliczenia są utrudnione i należy rozwiązywać je z pomocą elektronicznych maszyn cyfrowych lub specjalnych tablic-wykresów.^{1/}

Elementy SŁ mogą być też rażone przypadkowo, tj. wówczas, kiedy uderzenie jądrowe nastąpi w ich pobliżu, a wykonane będzie na inne interesujące przeciwnika obiekty. Takie przypadkowe rażenie obiektu łączności określane jest jako rażenie pośrednie. O tym, czy mamy do czynienia z rażeniem pośrednim obiektu łączności, decyduje odległość między epicentrum wybuchu a centrum obiektu. Jeżeli odległość tę oznaczymy przez d , to można uważać, że obiekt łączności jest celem, kiedy $d < 4E$, nie jest celem, gdy $d > 4E$, w tym przypadku E jest wartością średniego błędu trafienia celu. Metodyka tych obliczeń zawarta jest w literaturze radzieckiej [25]. Są to oceny probabilistyczne, jednak przybliżają one dane dotyczące żywotności systemu łączności i można dokonywać wyboru wariantów tych SŁ, które posiadają wyższy wskaźnik żywotności.

^{1/} Patrz Dudnik B. red.: "Nadieżnost i žiwucnost sistiem swia-

B. Sposoby podwyższenia żywotności systemów łączności.

Żywotność systemów łączności może być podwyższona dzięki zastowaniu przedsięwzięć organizacyjnych i inżynieryjno-technicznych.

Do głównych przedsięwzięć organizacyjnych należą:

- wprowadzenie do systemu nadmiaru strukturalnego i funkcjonalnego,
- realizacja zasady integracji współdziałających systemów łączności różnych resortów,
- stworzenie możliwości obejścia ważnych centrów przemysłowych / szczególnie dotyczy to stacjonarnych węzłów łączności i SŁ/,
- stworzenie mobilnych sił i środków łączności,
- zwiększenie elastyczności SŁ oraz sprawności kierowania nim.

Nadmiar strukturalny i funkcjonalny może być uzyskany drogą zwiększenia liczby węzłów i magistralnych linii łączności. Przy tym na każdym kierunku łączności należy wykorzystywać nie mniej niż trzy różnorodne środki łączności. Stwarza to możliwości realizacji uodpornienia przestrzennego SŁ, które w zasadniczy sposób decyduje o żywotności systemu w warunkach użycia broni jądrowej. Również w ramach poszczególnych węzłów łączności należy dążyć do przestrzennego rozśrodkowania wykorzystywanych środków łączności.

Integracja /dotycząca polowych i stacjonarnych SŁ/ zasadniczych systemów łączności określonych resortów daje większą możliwość wykorzystywania różnych dróg połączeniowych przy organizacji połączeń obejściowych, dzięki nadmiarowi strukturalnemu ogólnej sieci łączności.

Mobilność i elastyczność systemu łączności pozwala w krótkim czasie na reorganizację i odtwarzanie spójności systemu, jak również przy szybkich zmianach rejonów rozmieszczenia węzłów łączności na utrudnienie przeciwnikowi w lokalizacji poszczególnych obiektów łączności.

Równocześnie z tym należy stosować inżynieryjno-techniczne przedsięwzięcia, do których przede wszystkim należą:

- podwyższenie stopnia ochrony środków łączności /stacji, aparatowni, wozów dowodzenia itp./ przed oddziaływaniem fali uderzeniowej,
- zastosowanie ochrony przed różnorodnym promieniowaniem, w szczególności przed oddziaływaniem promieniowania neutronowego /stosowanie osłon przeciwneutronowych/,
- stosowania środków ochrony przed impulsem elektromagnetycznym oraz wyładowaniami atmosferycznymi,
- stosowanie automatyzacji sterowania siecią łączności przy wykorzystywaniu przestrzennych SŁ,
- zastosowanie rozbudowy inżynieryjnej dla potrzeb techniki łączności oraz załóg sprzętu łączności.

Należy również pamiętać o ochronie środków łączności przed ewentualnym działaniem dywersyjnych grup przeciwnika.

Jak wcześniej podkreślono, żywotność elementów SŁ określa się przede wszystkim stopniem ochrony personelu obsługującego środki łączności. Dlatego też środki te powinny znajdować się w pomieszczeniach o podwyższonej trwałości i odporności na oddziaływanie wszystkich czynników rażących, aby zabezpieczyć normalne warunki pracy dla załóg i techniki łączności.

W pobliżu budynków, stacji i aparatuwni łączności /w szczególności systemów antenowych i fiderów/ nie powinno być innych przedmiotów, które pod naporem fali uderzeniowej mogą przemieszczać się i uszkodzić te obiekty łączności.

Aby uchronić środki łączności przed pożarem, należy oddalić je od wszystkich możliwych wtórnych źródeł pożaru w postaci zbiorników z paliwami czy gazem palnym.

Środki łączności powinny znajdować się w wozach opancerzonych o zwiększonej odporności na oddziaływanie fali uderzeniowej i pozostałych czynników rażących /powinny być hermetyzowane i wyposażone w urządzenia filtrowentylacyjne/.

W celu ochrony przed impulsem elektromagnetycznym aparatura łączności powinna być zabezpieczona na węźle specjalnymi urządzeniami uziemiającymi /odgromowymi/, wszelkie układy półprzewodnikowe i scalone powinny być umieszczone w specjalnych blokach ekranowych. Szczególnie dotyczy to aparatury z pamięcią magnetyczną. Uzyskanie odporności na impuls elektromagnetyczny w przypadku stosowania kabli przewodowych należy wiązać z rozwojem techniki światłowodowej.

Reasumując, należy stwierdzić, że przy projektowaniu i organizacji systemu łączności nie wolno pomijać możliwości oddziaływania różnorodnych czynników, które mogą naruszać strukturę i spójność systemu łączności, a tym samym uniemożliwić ciągłość dowodzenia wojskami. Stosując metody oceny żywotności systemu łączności możemy optymalizować struktury systemu, wybierając takie, które zagwarantują maksymalną żywotność w warunkach współczesnego pola walki.

C. Ocena żywotności systemu łączności dywizji /DZ, DPanc/.

Zgodnie z poglądami obowiązującymi w NATO [142], w ramach wsparcia jądrowego działań bojowych wojsk przewiduje się użycie takiej ilości przydzielonej amunicji jądrowej, która zapewni zniszczenie od 1/3 do 1/2 naszych sił i środków bojowych. Aby obniżyć zdolność bojową dywizji pierwszorzutowej przewiduje się wykonanie 9 ÷ 12 uderzeń jądrowych, z tego 6 ÷ 8 o mocy 2 kilotony każda i 3 ÷ 4 o mocy do 150 kiloton. W celu obezwładnienia dywizji wykonującej kontratak przewiduje się wykonanie 5 ÷ 6 uderzeń o mocy 30÷40 kt. Do 90% ładunków jądrowych może być przenoszone przez artylerię lufową. Może ona przenosić ładunki jądrowe na głębokość do 10÷12 km od przedniego skraju [47], czyli objąć zasięgiem między innymi węzły łączności /WŁ/ punktów dowodzenia pierwszorzutowych pułków, artylerii i WSD dywizji, a w natarciu również SD dywizji.

Uderzenia ładunkami jądrowymi o większej mocy zamierza się wykonywać środkami raketowymi i lotnictwem obejmując praktycznie całą głębokość ugrupowania dywizji.

Obiektów kwalifikujących się jako pojedyncze cele uderzeń w ugrupowaniu bojowym dywizji określa się na około 18÷26, [63,141]. Znajdują się wśród nich również WŁ stanowisk dowodzenia dywizji i pułków. Przyjmując, że przeciwnik w czasie jednego dnia walki jest w stanie wykonać 9÷12 uderzeń jądrowych na ugrupowanie dywizji i zakładając, że uderzenia te mogą być jednakowo prawdopodobne na interesujące przeciwnika obiekty, a wśród tych obiektów znajdują się również trzy WŁ stanowisk dowodzenia, to prawdopodobieństwo użycia broni jądrowej na pojedynczy WŁ stanowiska dowodzenia /dywizyjnego SŁ/ można obliczyć

następująco.

Korzystając z elementów rachunku prawdopodobieństwa i kombinatoryki, możemy napisać, że prawdopodobieństwo rażenia dokładnie jednego węzła łączności /np. WŁ SD dywizji/ wynosi:

$$P_{r1} = \frac{C_3^1 + C_{23}^{11}}{C_{26}^{12}} = \frac{\binom{3}{1} \cdot \binom{23}{11}}{\binom{26}{12}} =$$

$$= \frac{3!}{1! 2!} \cdot \frac{23!}{11! 12!}{26!} = \frac{21}{50} = 0,402$$

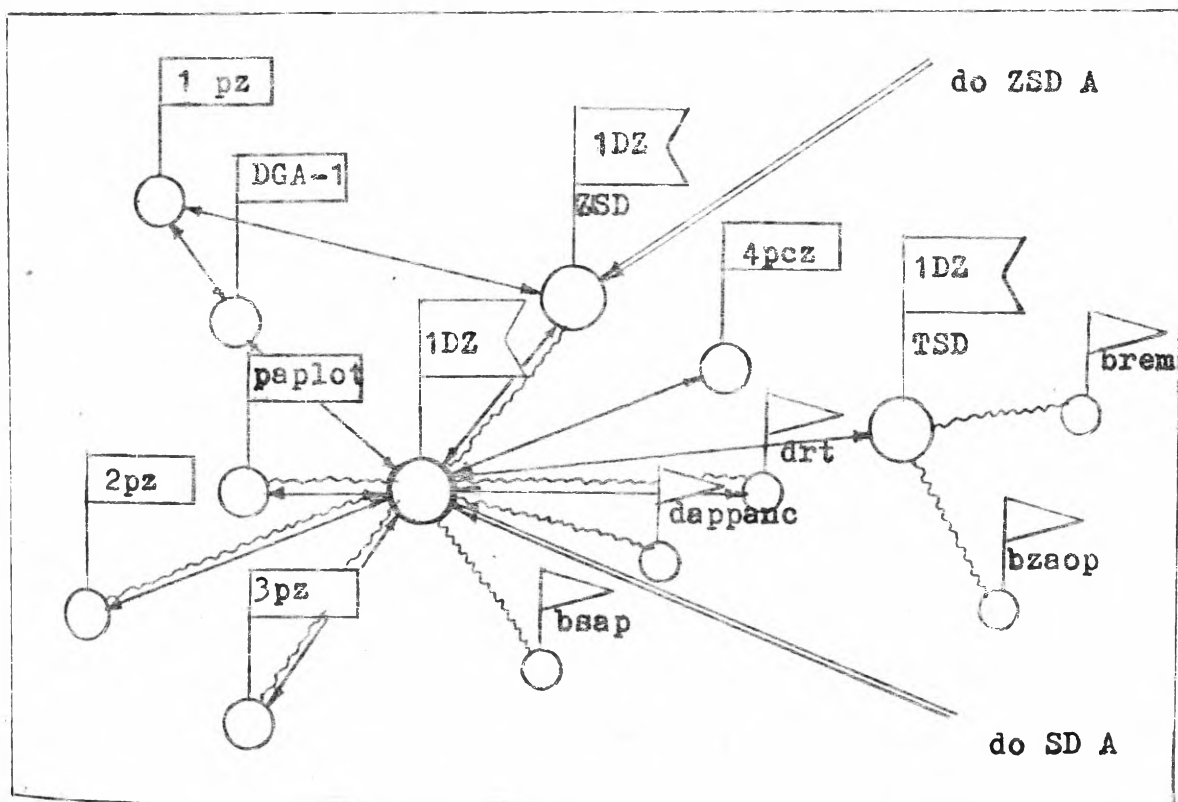
$$\frac{12! 14!}{26!}$$

Prawdopodobieństwo jednoczesnego rażenia dwóch lub więcej WŁ dywizyjnego systemu łączności maleje i wynosi dla dwóch - $P_{r2} = 0,33$, a dla trzech - $P_{r3} = 0,084$.

Aby móc ocenić żywotność systemu łączności dywizji, należy dokonać analizy struktury tego systemu. Dla potrzeb systemu dowodzenia dywizji /obecnego i zautomatyzowanego/ sieć telekomunikacyjna organizowana jest w układzie gwiazdzistym, tzn. organizowane są tylko bezpośrednie radiowe, radioliniowe lub przewodowe relacje łączności. Z relacji tych, w przypadku zautomatyzowanego systemu dowodzenia wydzielane są kanały telefoniczne dla potrzeb sieci teledacyjnej. Oznacza to, że SŁ dywizji charakteryzuje się strukturą jednopoziomową /tylko bezpośrednie relacje telekomunikacyjne/.

Uodpornienie przestrzenne systemu dowodzenia i łączności zapewnia się poprzez rozwinięcie miejsc pracy /również zautomatyzowanych/ na dwóch równoległe funkcjonujących stanowiskach

dowodzenia i węzłach łączności - SD i WSD/ZSD/ - dysponującymi każde wydzielonymi kanałami łączności do organizacji sieci teledacyjnej. Sieci telekomunikacyjne /w tym teledacyjne/ będą obejmowały dwa sprzężone układy gwiazdziste relacji łączności rozwijane z węzłów łączności stanowiska dowodzenia i wysuniętego /zapasowego/ stanowiska dowodzenia. Przykładowa struktura organizacyjna systemu przewodowo-radioliniowego dywizji w obronie przedstawiona jest na rys. 3.5.



Rys.3.5. Schemat łączności radioliniowej i przewodowej dywizji w obronie /wariant/.

System dowodzenia dywizji może być obezwładniony poprzez zerwanie powiązań informacyjnych między poszczególnymi jego ogniwami /uszkodzenie lub zniszczenie WŁ / lub w wyniku

obezwładnienia /zniszczenia/ poszczególnych stanowisk dowodzenia /grupy dowodzenia/. Przez obezwładnienie systemu dowodzenia rozumiemy zniszczenie jednego lub kilku najważniejszych ogniw tego systemu, lub też przerwanie relacji łączności między tymi ogniwami w układzie poziomym i pionowym.

Uważa się, że system dowodzenia jest zerwany, gdy nastąpiło:

- zerwanie 70%-80% relacji łączności,
- porażenie 50%-80% stanów osobowych i obsługa WŁ. [121]

Struktura sieci pierwotnej dywizyjnego systemu łączności jest głównym czynnikiem decydującym o żywotności systemu łączności. Żywotność struktury określa jej zdolność do zachowania pewnych wskaźników w wypadku zburzenia części struktury. Ponieważ zniszczenie elementu centralnego struktury gwiazdистой powoduje całkowite jej zburzenie, dlatego też do rozważań przyjmuję, że stopień porażenia WŁ stanowiska dowodzenia dywizji decyduje o żywotności systemu łączności dywizji. Dalsze obliczenia dotyczyć więc będą oddziaływania przeciwnika na pojedynczy węzeł łączności stanowiska dowodzenia dywizji.

W przypadku funkcjonowania dwóch sprzężonych ze sobą w sposób równoległy stanowisk dowodzenia /w tym i WŁ/, żywotność systemu łączności i dowodzenia wzrośnie. Uwzględnione to zostanie w końcowej fazie obliczeń.

W przypadku obezwładnienia SD i WSD/ZSD/ dywizji dowodzenie jej oddziałami przejmie SD jednego z pułków drugorzutowych. Przekazanie tego dowodzenia musi być jednak zaplanowane wcześniej należy podjąć szereg czynności organizacyjnych aby na czas uruchomić niezbędne relacje łączności.

Porażenie węzła łączności stanowiska dowodzenia lub wysuniętego /zapasowego/ stanowiska dowodzenia dywizji może być skutkiem uderzeń jądrowych lub lotnictwa z użyciem bomb klasycznych wykonanych przez przeciwnika. Należy więc rozpatrzyć prawdopodobieństwo przeżycia stanowisk dowodzenia dywizji w obu tych przypadkach.

I. Prawdopodobieństwo rażenia WŁ SD dywizji przez lotnictwo przeciwnika przy pomocy klasycznych środków rażenia.

Głównym wskaźnikiem charakteryzującym efektywność zastosowania bojowego lotnictwa jest wartość oczekiwana stopnia rażenia celu. Prawdopodobieństwo tego, że rejon rażenia pokryje dowolną powierzchnię obszaru celu równe jest stosunkowi wartości oczekiwanej rejonu rażenia celu do wielkości rejonu celu: [4]

$$M = \frac{M/S_r/}{S_c}$$

Uwzględniając, że rejon rażenia $/S_r/$ jest znacznie mniejszy od rejonu /wielkości obszaru/ celu $/S_c/$ i uwzględniając to, że wartość oczekiwana obszaru porażenia celu przy zastosowaniu jednego środka rażenia określa się jako iloczyn prawdopodobieństwa trafienia bomby w cel $/P/$ i wielkości rejonu rażenia bombą $/S_r/$

$$M/S_r/ = P \cdot S_r$$

to podstawiając mamy

$$M = \frac{P \cdot S_r}{S_c}$$

Jeśli na cel - w jednakowych warunkach będzie zastosowane n -środków rażenia /bomb/ - to prawdopodobieństwo pokrycia rejonu rażenia wewnątrz rejonu celu określa się wyrażeniem W_p /

$$W_p = 1 - /1 - M/n^n$$

Prawdopodobieństwo W_p jest wartością oczekiwaną wielkości rejonu rażenia przy nie mniejszym niż jednokrotnym rażeniem celu $/M_p/$ i zastosowaniu na cel n środków rażenia:

$$M_p = 1 - /1 - M/n^n$$

gdzie M - wartość oczekiwana stopnia porażenia celu przy zastosowaniu na niego jednego środka rażenia.

W niektórych przypadkach, kiedy wartość oczekiwana stopnia rażenia rejonu przy zastosowaniu danego środka jest niewielka, a liczba zastosowanych środków rażenia duża, to wartość oczekiwaną stopnia rażenia rejonu celu przy zastosowaniu n środków rażenia można obliczyć wg przybliżonego wzoru:

$$M_p = 1 - e^{-M \cdot n}$$

Przy małych wartościach M_p , zależność tę można znacznie uprościć rozkładając w szereg człon $e^{-M \cdot n}$ i ograniczając się tylko do pierwszych członów tego szeregu, wówczas $e^{-M \cdot n} = 1 - Mn$, stąd formuła dla określenia wartości oczekiwanej stopnia rażenia celu przyjmie postać:

$$M_p = M \cdot n \quad \text{dla } M \cdot n < 0,25$$

gdy $M \cdot n > 0,25$, to obowiązuje wzór poprzedni.

Zgodnie z literaturą [73,132], do niszczenia rozwiniętego stanowiska dowodzenia dywizji specjaliści wojsk NATO

wydzielają średnio 8 samolotów np. typu F-4E. Jeżeli przyjmiemy, że będzie użyte 8 samolotów, przy czym każdy z nich zrzuci serię 6 bomb klasycznych, wielkość rażenia każdą bombą wynosi średnio 1200 m^2 , rozmiar celu jest $0,25 \text{ km}^2$ /tj. wielkość rejonu węzła łączności SD dywizji bez radiostacji średniej mocy równa $600 \text{ m} \times 400 \text{ m}$ /, a prawdopodobieństwo trafienia bomby w cel wynosi $0,46$, to możemy określić wartość oczekiwaną stopnia rażenia WŁ SD w sposób następujący.

1. Określamy wielkość rejonu rażenia przez całkowity zrzut bomb S_p :

$$S_p = n \cdot S_{1p} = 6 \cdot 1200 \text{ m}^2 = 7200 \text{ m}^2$$

2. Określamy wartość oczekiwaną stopnia rażenia celu jednym bombardowaniem M :

$$M = \frac{P \cdot S_r}{S_c} = \frac{0,46 \cdot 7200 \text{ m}^2}{400 \text{ m} \cdot 600 \text{ m}} = 0,014$$

3. Określamy rejon rażenia /wartość oczekiwaną/ celu grupowym bombardowaniem łącznie:

$$\begin{aligned} M_p &= 1 - e^{-M \cdot n} = 1 - e^{-0,014 \cdot 8} = 1 - e^{-0,112} \\ &= 1 - 0,89 = 0,11. \end{aligned}$$

W tych warunkach średnio można oczekiwać, że stopień porażenia węzła łączności będzie wynosił około 11%. Prawdopodobieństwo przeżycia WŁ będzie więc równe $P_p = 1 - 0,11 = 0,89$.

Uwzględniając fakt, że WŁ SD dywizji zajmuje czasami większy rejon, tzn. ok. $0,3+0,5 \text{ km}^2$, to wówczas prawdopodobieństwo rażenia będzie jeszcze mniejsze, zmniejszy się jeszcze bardziej w warunkach osłony przeciwlotniczej SD dywizji.

Jednakże w przypadku użycia bomby kierowanej laserowo MK-32 skuteczność rażenia może być dużo większa. Tym niemniej, widzimy, że klasyczne środki napadu powietrznego nie decydują o prawdopodobieństwie przeżycia WŁ i systemu łączności.

II. Prawdopodobieństwo rażenia węzła łączności stanowiska dowodzenia dywizji w wyniku uderzeń jądrowych.

Najważniejszymi elementami każdego stanowiska dowodzenia są: grupa dowodzenia i węzeł łączności. Wyeliminowanie z pracy jednego z tych elementów może w decydujący sposób wpłynąć na funkcjonowanie systemu dowodzenia dywizji. Powierzchnia rejonu rozmieszczenia SD dywizji wynosi ok. 2-3 km². WŁ SD dywizji powinien być rozmieszczony od grupy dowodzenia w odległości 1 km, grupa radiostacji - 1-3 km od WŁ. Trzeba pamiętać o tym, że wszystkie wozy dowódczo-sztabowe znajdują się ze swymi środkami łączności na punktach pracy osób funkcyjnych grupy dowodzenia SD dywizji. Stanowią one grupę wozów dowodzenia WŁ i środki radiowe znajdujące się na ich wyposażeniu są podstawowymi środkami łączności systemu dowodzenia dywizji. Na szczeblu dywizji następuje ścisłe zespolenie większości mobilnych środków łączności z punktami pracy osób funkcyjnych. Mówiąc więc o żywotności systemu łączności, trzeba rozpatrywać ten problem w kategoriach żywotności systemu dowodzenia i łączności jednocześnie.

Można wnioskować, że największe zagrożenie stanowiska dowodzenia dywizji /wskutek obezwładnienia/ wystąpi podczas pracy na postoju, a zwłaszcza na rubieży wejścia do walki. Tam SD dywizji i pułków oraz WSD dywizji czy PO /PDO/ dowódców

pułków znajdują się w zasięgu większości raketowych /również artyleryjskich/ środków jądrowych przeciwnika. Potencjalny przeciwnik dysponuje haubicami 203,2 mm typu M110A-2 oraz wyrzutniami pocisków raketowych typu LANCE na szczeblu taktycznym. Pociski raketowe LANCE mogą przenosić ładunki jądrowe o mocy 5 kt i 10 kt na odległość nawet do 125 km oraz ładunki neutronowe o mocy 0,4 kt na odległość do 138 km. Natomiast haubice typu M109A-2 i M110A-2 mogą prowadzić ogień pociskami jądrowymi o mocy 0,5 kt - 2 kt [47]. Wielkość odchylenia punktu rażenia od celu wynosi dla rakiet LANCE 200 m, a dla pocisków jądrowych artyleryjskich do 300 m.

Wielkość ciśnienia czoła fali uderzeniowej niszczącej środki łączności jest następująca: [63]

- radiostacje, stacje radioliniowe, aparatownie łączności na samochodach - od $0,35 \text{ kg/cm}^2$;
- maszty radiostacji, anteny stacji radioliniowych, zrywanie fiderów antenowych - od $0,7 \text{ kg/cm}^2$;
- zrywanie linii kablowych i przewodów antenowych /wiszących/ - od $0,2$ do $0,3 \text{ kg/cm}^2$;
- sprzęt łączności zamontowany na transporterach - od $1,7 \text{ kg/cm}^2$.

Promień rażenia wybuchu jądrowego zależy od rodzaju i mocy wybuchu. Według literatury [63] promień rażenia wynosi dla żołnierzy odkrytych przy mocy 1 kt - 700 m, 2 kt - 910 m, 5 kt - 1400 m, natomiast dla żołnierzy w transporterach opancerzonych zakrytych mamy:

- dla mocy 1 kt - 430 m, dla mocy 5 kt - 700 m
- dla mocy 2 kt - 540 m dla mocy 10 kt - 830 m
- dla mocy 3 kt - 600 m

Rozważmy przypadek, kiedy przeciwnik użyje do niszczenia stanowiska dowodzenia dywizji pocisku jądrowego o mocy 1 kt i wielkości odchylenia od celu do 300 m. Wówczas prawdopodobieństwo rażenia węzła łączności możemy obliczyć korzystając z wcześniej przytoczonych zależności:

$$P_r = P_a \cdot P_t \left[1 - e^{-c^2 \frac{R_r^2}{E^2}} \right]$$

Przyjmujemy: $P_t = 0,9$, $P_a = 0,402$, $R_r = 1200$ m

$$\begin{aligned} P_r &= 0,402 \cdot 0,9 \cdot \left[1 - e^{-0,48^2 \cdot \left(\frac{1,2 \text{ km}}{0,3 \text{ km}} \right)^2} \right] = \\ &= 0,36 \cdot (1 - e^{-3,36}) = \\ &= 0,36 (1 - 0,034) = 0,36 \cdot 0,966 = 0,347 \end{aligned}$$

Wobec tego mamy $P_r = 0,347$, a stąd prawdopodobieństwo przeżycia $P_p = 1 - P_r = 0,653$.

Prawdopodobieństwo przetrwania WŁ stanowiska dowodzenia dywizji w tym przypadku wynosi 0,653. Przy większych promieniach rażenia człon wyrażenia będącego w nawiasie bardzo szybko rośnie do swej granicznej wartości równej jeden. Wówczas prawdopodobieństwo przeżycia systemu łączności dywizji zależęć będzie od możliwości i zasad użycia broni jądrowej przez przeciwnika i charakterystyk technicznych tej broni /decydują wskaźniki P_a i P_t / i to w istocie rzeczy determinuje żywotność systemu łączności i dowodzenia dywizji.

Rezultaty prognozowania żywotności i niezawodności linii łączności uzyskane podczas badań w ZSRR przedstawia zał.nr 19.

Prawdopodobieństwo porażenia systemu łączności dywizji obliczone na podstawie tych danych /dla 51 relacji łączności SŁ dywizji/ wynosi:

$$P_r = \frac{13 \cdot 0,56/KF/ + 31 \cdot 0,56/UKF/ + 7 \cdot 0,1/r\text{lin}/}{51}$$

$$P_r = \frac{25,34}{51} = 0,497$$

$$P_p = 1 - 0,497 = 0,503.$$

Prawdopodobieństwo rażenia powyżej obliczone jest zbliżone do wartości prawdopodobieństwa rażenia centralnego węzła łączności stanowiska dowodzenia dywizji obliczonej wcześniej.

Z powyższych rozważań wynika, iż system łączności dywizji ze względu na swoją gwiazdzistą strukturę, jest mało żywotny. Jego żywotność strukturalna, warunkująca trwałość systemu dowodzenia, uzależniona jest jedynie od potencjalnych możliwości użycia przez przeciwnika broni jądrowej. Przy założeniu /opierając się na wcześniej przytoczonej literaturze/, że przeciwnik jest w stanie wykonać do 12 uderzeń jądrowych na pierwszorzutową dywizję i wśród interesujących obiektów wyróżni trzy stanowiska dowodzenia, to prawdopodobieństwo użycia broni jądrowej na pojedynczy WŁ SD/WSD/ wyniesie 0,402. Prawdopodobieństwo przeżycia systemu łączności wyniesie wówczas $P_p = 0,598$. Przyjmując jednak, że w systemie łączności dywizji będą funkcjonować jednocześnie dwa węzły łączności na SD i WSD/ZSD/ dywizji o zbliżonych możliwościach, to wówczas prawdopodobieństwo przeżycia systemu łączności wzrosłoby z uwagi na ich równoległe sprzężenie. Wartość liczbowa żywotności systemu w tym

przypadku można obliczyć korzystając z zależności na pewność działania układów równoległych. Wówczas mamy:

$$P_p = 1 - /1 - 0,598/ \cdot /1 - 0,598/ = \\ = 1 - 0,402 \cdot 0,402 = 0,838.$$

Są to obliczenia dla przypadku, gdy uderzenia jądrowe wykonane przez przeciwnika będą jednakowo prawdopodobne na wszystkie interesujące go obiekty oraz promień rażenia wybuchu jądrowego jest stosunkowo duży. Obliczenia te dotyczą w zasadzie żywotności strukturalnej systemu łączności.

Strukturalna żywotność gwiaździstego systemu łączności dywizji jest jednakowa w przypadku tradycyjnego czy zautomatyzowanego systemu dowodzenia, gdyż system łączności w PASUW-ZT ma identyczną konfigurację i strukturę. Nowo wdrażane systemy dowodzenia i łączności będą charakteryzować się większym uodpornieniem punktowym i radioelektronicznym.

Uodpornienie punktowe w tym przypadku zostanie zapewnione poprzez instalację zautomatyzowanych miejsc pracy osób funkcyjnych oraz niezbędnych środków łączności w wozach opancerzonych typu MTLB-u i BWP /o zwiększonej odporności na oddziaływanie fali uderzeniowej w stosunku do odporności obecnie stosowanych wozów sztabowych/. Obecne transporterzy opancerzone osłabiają promieniowanie przenikliwe wybuchu neutronowego około 1,1 razy. Według opinii specjalistów w transporterach opancerzonych można zwiększyć osłabienie promieniowania do 6 razy [66]. Problem ochrony ludzi w wozach dowódczo-sztabowych i wozach specjalnych może być rozwiązany przez doskonalenie osłon stosowanych obecnie, jak i opracowywanie nowych,

efektywniejszych. Z analizy literatury przedmiotu wynika, iż prace nad nowymi osłonami prowadzone w wielu pracowniach /w tym również w kraju/ są coraz bardziej zaawansowane.

Również nowo wprowadzane WDSz i WS są hermetyzowane i wyposażone w urządzenia filtrowentylacyjne i eżektorowe, jak również zabezpieczone pod względem przeciwpożarowym oraz odgromowo-bezpiecznikowym.

Inżynieryjna rozbudowa elementów systemu łączności zapewnia wysoki stopień ochrony przed wszystkimi czynnikami rażenia broni jądrowej, jednak na szczeblu dywizji nie ma możliwości przeprowadzenia pełnej rozbudowy inżynieryjnej elementów stanowiska dowodzenia i węzła łączności z uwagi na brak sił i środków rozbudowy, a przede wszystkim ze względu na dużą ruchliwość stanowiska dowodzenia. Wysoka mobilność i elastyczność systemu łączności również ma wpływ na podwyższenie żywotności danego systemu, gdyż przeciwnik zmuszony jest do ciągłego rozpoznawania rejonów rozmieszczenia węzłów łączności i ustalania lokalizacji stanowisk dowodzenia.

Problematyka uodpornienia radioelektronicznego zostanie przedstawiona w podrozdziale 3.1.3.

3.1.2. Analiza i ocena wskaźnika efektywności wynikającego z kryterium niezawodności systemu łączności dywizji.

W rozdziale pierwszym określono pojęcie niezawodności technicznej i operacyjnej systemu łączności. Jednakże dla uściślenia podstawowych pojęć i obliczenia wskaźnika efektywności wynikającego z kryterium niezawodności, niezbędne jest przedstawienie pewnych uwag teoretycznych.

W literaturze przedmiotu wyróżnia się niezawodność organizacyjną i techniczną [17,99].

Niezawodność organizacyjną należy rozumieć jako zdolność systemu do realizacji funkcji przeznaczenia /zadań bojowych/ w określonym czasie i określonych warunkach działania. Do niezawodności organizacyjnej możemy zaliczyć: elastyczność systemu, nadmiarowość, rezerwowanie, integrację kanałów łączności, sprawność obsługi i kierowania systemem.

Niezawodność techniczną należy rozumieć jako właściwość systemu łączności, charakteryzującą jego zdolność do wykonywania zadanych funkcji przy zachowaniu ustalonych wskaźników w zadanych przedziałach, odpowiadającym zadany stanom i warunkom wykorzystywania, obsługi technicznej, remontów, przechowywania i transportowania.

O niezawodności technicznej systemu łączności dywizji decyduje niezawodność jego poszczególnych kanałów łączności.

Wymagania wchodzące w skład niezawodności technicznej powinny być określone z uwzględnieniem efektywności działania wojsk własnych, która powinna być punktem wyjścia do naszych rozważań.

Możemy zapisać zgodnie z zależnością przedstawioną w rozdziale I, że:

$$W_{ef1} = W_{ef2} \cdot \frac{P_2}{P_1} \cdot S \qquad S = \frac{R_1}{R_2}$$

Oznaczenia takie, jak poprzednio /patrz rozdz.I, podppunkt 1.2./
Efektywność dowodzenia zależna jest od parametrów systemu łączności. Jeśli więc niezawodność oznaczmy symbolem x_1 , a pozostałe parametry - x_2, \dots, x_n , to możemy zapisać:

$$W_{ef1} = A \cdot \prod_{i=1}^n x_i = x_1 \cdot A \cdot \prod_{i=2}^n x_i = x_1 \cdot a$$

gdzie a - współczynnik określający stan, w którym nie można zmienić efektywności innymi drogami, niż przez zmianę niezawodności x_1 .

Wobec powyższego możemy zapisać:

$$x_1 = \frac{W_{ef1}/S = \text{const/}}{a} = N_0 \cdot N_t$$

N_0, N_t - odpowiednio niezawodność organizacyjna i techniczna.

Uogólnioną charakterystyką niezawodności jest rozkład prawdopodobieństwa zdarzenia polegającego na przyjęciu przez system stanu niezawodności $/S_t/$ wartości 1 lub 0.

$$N_t = P[S_t/t/ = 1] \quad \text{lub} \quad N_t = P[S_t/t/ = 0]$$

Szczegółową charakterystyką niezawodności dla zadanego czasu $/T/$ działań bojowych jest funkcja gotowości bojowej równa:

$$K_g/t/ = \frac{1}{T} \int_0^T P[S_t/t/ = 1] dt$$

Zgodnie z literaturą [59] można wzór powyższy zapisać:

$$K_g/t/ = \frac{1}{T} \int_0^{T-T_0} e^{-D t} dt = \frac{1}{D t} \left[1 - e^{-D /T-T_0/} \right]$$

gdzie T - czas pracy kanału /systemu/.

$$D = \frac{1}{T_p} ; T_p - \text{czas bezawaryjnej pracy /do pierwszej awarii/}.$$

Miarą niezawodności dla ustalonego odcinka czasu jest współczynnik gotowości będący prawdopodobieństwem zdarzenia, że kanał /system/ łączności w procesie eksploatacji okaże się zdatnym do pracy w dowolnie wybranym momencie czasu, pomimo zaistnienia okresów, w czasie których kanał jest odnawiany.

Liczbowo współczynnik gotowości równy jest stosunkowi czasu bezawaryjnej pracy kanału /systemu/ do sumy bezawaryjnej pracy i czasu odtwarzania.

Czas bezawaryjnej pracy T_p jest równy:

$$T_p = \sum_{i=1}^n T_{pi} \quad - T_{pi}, i = 1, 2, \dots, n - \text{przedziały czasu bezawaryjnej pracy między awariami.}$$

Czas odtwarzania

$$T_o = \sum_{i=1}^n T_{oi} \quad - T_{oi} - \text{przedziały czasu odtwarzania po awarii.}$$

Jeżeli wyznaczymy wartości T_p i T_o podczas eksploatacji lub badań specjalnych, to one pozwolą nam wyznaczyć współczynnik gotowości równy :

$$K_g = \frac{T_p}{T_p + T_o}$$

gdzie:

T_p - sumaryczny czas pracy między uszkodzeniami,

T_o - sumaryczny czas odtwarzania /naprawy/.

W literaturze [26] znajdujemy zbliżoną miarę niezawodności, a mianowicie współczynnik sprawnego działania, określony jako:

$$K_s = \frac{\sum_{i=1}^n t_{si}}{\sum_{i=1}^n t_{si} + \sum_{i=1}^n t_{pi}}$$

gdzie: t_{si} - długość i-tego przedziału czasu sprawnego działania kanału łączności,

t_{pi} - długość i-tej przerwy łączności danego kanału,

n - ilość przerw w pracy.

W tym wyrażeniu uwzględnia się wszystkie przerwy łączności, uwarunkowane nie tylko specyfiką kanałów łączności lecz i specyfiką zastosowania bojowego środków łączności.

Kryterium sprawności kanału łączności jest utrzymanie łączności z wiernością odbioru sygnałów pierwotnych nie gorszą od zadanej.

W idealnym przypadku /gdy $\sum_{i=1}^n t_{pi} = T_o$ / współczynnik sprawnego działania równa się współczynnikowi gotowości.

Wartości współczynników niezawodności działania są różne w zależności od typu środka łączności, odległości między pracującymi środkami łączności i wpływu czynników zewnętrznych.

Współczynniki sprawnego działania poszczególnych relacji łączności zostały przedstawione/według danych statystycznych opracowanych w Akademii Łączności w ZSRR zebranych podczas ćwiczeń z wojskami/ w literaturze przedmiotu [17, 144]. Również załącznik nr 19 przedstawia uśrednione wskaźniki sprawnego działania określonych relacji uzyskane w wyniku prognozowania niezawodności linii łączności /dane z Akademii Łączności w Leningradzie/.

Aby obliczyć współczynnik gotowości relacji łączności, należy uwzględnić wszystkie równoległe kanały łączności danej relacji zgodnie z wzorem:

$$K_{grel} = 1 - \prod_{i=1}^n /1 - K_{gi}/$$

gdzie n - ilość kanałów łączności,

K_{gi} - współczynnik gotowości poszczególnych kanałów łączności.

Dla podstawowych relacji łączności wartości współczynników gotowości zostały obliczone w pracach [42, 99]. Obliczenia te dotyczą systemu łączności dywizji /DZ, DPanc/ w jednym przypadku dla klasycznego systemu dowodzenia, a w drugim dla zautomatyzowanego systemu dowodzenia. Obliczenia te zostały wykonane w oparciu o wyżej przytoczone wzory.

Zestawienie wartości współczynników niezawodności dla obu tych przypadków przedstawia tabela 3.6.

Tab. 3.6.

Nazwa relacji	Wartość K_g	
	w systemie obecnym	w systemie zautomatyzowa
1. Dztwo i sztab DZ - dztwo i sztab A	0,990	0,999
2. PK WR1A DZ - dztwo WR1A A	0,915	0,999
3. PK WOPL DZ - dztwo WOPL A	0,915	0,999
4. SD DZ - WSD DZ	0,992	0,995
5. SD DZ - SD pz/pcz	0,996	0,999
6. SD DZ - SD pa	0,996	0,999
7. SD DZ - TSD DZ	0,965	0,995
8. SD DZ - SD drt	0,965	0,999
9. SD DZ - SD prplot	0,965	0,998
Niezawodność SŁ /wartość średnia $K_{gSŁ}$ /	0,966	0,998

Niezawodność systemu łączności dywizji obliczona jest, z uwagi na gwiazdzistą strukturę systemu, jako wartość średnia niezawodności podstawowych relacji łączności występujących w systemie, przy uproszczeniu, że waga tych relacji jest taka sama.

Są to obliczenia teoretyczne, mogą jednak służyć jako wskaźniki porównawcze oceny efektywności systemu łączności przy porównywaniu systemu dowodzenia i łączności obecnego i zautomatyzowanego, aktualnie wprowadzanego na wyposażenie wojsk. Obliczenia dla systemu łączności adaptowanego dla potrzeb Pasuw ZT nie odbiegają wiele od wartości uzyskanych praktycznie

podczas badań wzorca pilotowego zestawu PASUW-ZT.

Z rezultatów wszystkich doświadczeń łącznie z uszkodzenia-
mi techniki i przerwami łączności w okresie obezwładniania
radioelektronicznego, współczynniki gotowości kierunków łącz-
ności wynosiły: [1]

- SD dywizji - ZSD dywizji - 0,96-0,99;

- SD dywizji - SD podległych oddziałów i pododdziałów - 0,96-0,99

- PK WRiA dywizji - pododdziały i oddziały artylerii - 0,97-0,99.

Średni wskaźnik gotowości systemu łączności dywizji określa
efektywność tego systemu według kryterium niezawodności systemu.

Charakterystyki niezawodnościowe wozów dowodzenia zestawu
PASUW - ZT określone podczas badań praktycznych przedstawia
tab.3.7. [1]

TYP WDSz i WS	Sumaryczny czas pracy /godz/	Liczba przerw	Średni czas pracy między usz /godz/	Średni czas napraw /min./
1	2	3	4	5
A. Nowo opracowany kompleks aparatu- ry WDSz i WS				
1. MP-21M	2066	2	1033	25
2. MP-22	492	nie	713	20
3. MP-23	340	1	340	10
4. MP-24M	2406	6	401	36
5. MP-25	385	1	386	25
6. MP-31	1675	5	335	32
7. BETA-3M	653	4	163	45
<hr/>				

1	2	3	4	5
B. Kompleks technicznych środków WDSz i WS				
1. MP-21M	2066	7	295	28
2. MP-22	492	1	492	21
3. MP-23	340	1	340	17
4. MP-24M	2406	14	172	36
5. MP-25	385	1	386	29
6. MP-31	1675	12	140	29
7. BETA-3M	653	13	-	-

Tab. 3.7. Charakterystyki niezawodnościowe WDSz i WS PASUW-ZT.

Jak wynika z doświadczeń, techniczne środki WDSz i WS PASUW zabezpieczają nieprzerwaną pracę w ciągu 48 godzin bez obniżenia zadanego stopnia niezawodności. Charakterystyki niezawodnościowe: średni czas pracy między uszkodzeniami, średni czas naprawy były określone dla całego opracowanego kompleksu aparatury i dla zespołów technicznych środków każdego WDSz i WS. W czasie badania było zarejestrowanych 65 wszystkich przerw oraz 102 niesprawności środków technicznych, które spowodowały 49 przerw pracy WDSz. Średni czas naprawy opracowanego kompleksu aparatury wszystkich typów, z wyjątkiem EMC, mieścił się w granicach od 10 do 36 minut, co odpowiadało zadanym wymaganiom. Średni czas pracy nowej aparatury, oprócz BETA-3M, był większy niż określony w wymaganiach /300 godz./, a średni czas pracy między uszkodzeniami - nie mniejszy niż 100 godzin.

3.1.3. Odporność systemu łączności dywizji na zakłócenia radioelektroniczne.

Podstawowymi zewnętrznymi czynnikami wpływającymi na niezawodność linii łączności w warunkach walki radioelektronicznej /WRE/ - przy oddziaływaniu środków zakłóceń przeciwnika są:

- moc promieniowania stacji zakłóceń i ich oddalenie od zakłócanych stacji,
- charakter rozprzestrzeniania się fal radiowych na odcinku: stacja zakłócająca - stacja zakłócana,
- liczba sił i środków rozpoznania radioelektronicznego przeciwnika.

Podstawowymi wewnętrznymi czynnikami, określającymi niezawodność linii łączności w warunkach zakłóceń są:

- moc promieniowania stacji i parametry anten odbiorczych,
- zasięg łączności,
- rodzaj pracy, od którego zależy przewyższenie mocy zakłóceń nad mocą sygnału użytecznego w punkcie odbioru,
- charakter rozprzestrzeniania się fal radiowych na trasie linii łączności,
- czasu reakcji danej linii łączności na zakłócenie radioelektroniczne ze strony przeciwnika.

Wobec tego podstawowymi parametrami zewnętrznymi mającymi wpływ na niezawodność łączności w warunkach zakłóceń są:

P_z - moc promieniowania stacji zakłóceń,

D_z - odległość od stacji zakłóceń-

t_{rz} - średni czas reakcji zakłóceń na zastosowane środki ochrony przed zakłóceniami.

Średni czas reakcji jest określony zależnością:

$$t_{rz} = t_{roz} + t_{org}$$

gdzie t_{roz} - czas bezpośredniego rozpoznania radiowego, przeznaczony na wykrycie i rozpoznanie zakłóconej linii łączności po przejściu jej na częstotliwość zapasową lub po realizacji innych środków obrony radioelektronicznej;

t_{org} - czas potrzebny na określenie celów rozpoznania, przekazania komend kierowania, przestrojenia i naprowadzenia nadajników zakłóceń.

Podstawowymi parametrami systemu łączności dywizji, wpływającymi na jego niezawodność w warunkach zakłóceń radioelektronicznych są:

P_{syg} - moc promieniowania nadajnika,

$D_{łącz}$ - odległość łączności,

G_a - współczynnik wzmocnienia anteny /zysk energetyczny/,

$K_z = \frac{P_z}{P_{łącz}}$ - niezbędny współczynnik zakłóceń, zależny od rodzaju pracy,

t_{rz} - średni czas reakcji linii łączności na zakłócenie radioelektroniczne:

$$t_{rz} = t_{rop} + t_{zf} + t_{nz}$$

gdzie t_{rop} - średni czas reakcji operatora na uznanie /stwierdzenie/ zakłóceń,

t_{zf} - średni czas potrzebny na zmianę częstotliwości roboczej na częstotliwość zapasową,

$t_{n\dot{z}}$ - średni czas nawiązania łączności po przejściu na częstotliwość zapasową.

Wskaźnikami niezawodności łączności w warunkach zakłóceń radioelektronicznych będą:

P_{zak} - prawdopodobieństwo zakłócenia linii łączności /energetyczne/;

P_{pz} - prawdopodobieństwo wystąpienia przerw/przestoju/ w w łączności wskutek zakłóceń;

t_{przer} - średni czas przerwy w pracy linii łączności wskutek zakłóceń.

Możliwości przeciwnika w zakresie stosowania rozpoznania i obezwładniania radioelektronicznego przedstawione są w podpunkcie 3.2.3.

I. Ocena wpływu celowych zakłóceń przeciwnika na niezawodność pracy systemu łączności dywizji.

Pogorszenie wskaźników niezawodności linii łączności uwarunkowane jest intensywnością i długością powstających przerw w łączności w okresie oddziaływania środków zakłócających przeciwnika. Prawdopodobieństwo przerw /przestoju/ linii łączności w warunkach zakłóceń P_{pz} obliczone jest z wzoru [26].^{1/}

$$P_{pz} = \begin{cases} \frac{t_{r\dot{z}}}{t_{r\dot{z}} + /t_{rz} - t_{n\dot{z}}/} & \text{przy } t_{rz} > t_{n\dot{z}} \\ 1 & \text{gdy } t_{rz} \leq t_{n\dot{z}} \end{cases}$$

^{1/} Wzór ten jak i dalsze oraz wcześniej wymienione wskaźniki zaczerpnięte zostały z pozycji "Efektywność i bojowe możliwości środków i kompleksów wojennej swiazi". Wypusk 1. WAS, Leningrad 1976 r.

Średni czas przerwy w łączności wynosi:

$$t_{\text{przerwy}} = \begin{cases} t_{rk} & \text{przy } t_{rz} > t_{nk} \\ \infty & \text{przy } t_{rz} \leq t_{nk} \end{cases}$$

Średnie wartości czasów reakcji danej relacji łączności t_{rk} i czasów nawiązywania łączności po zastosowaniu danego zakłócenia t_{nk} /tzw. "wchodzenie" w łączność/ przedstawia tab.3.8. [26]

Rodzaj łączności	t_{nk} /min./	t_{rk} /min./
1. Radiowa KF i UKF:		
- jawna	4,5	6
- tajna	12	15
2. Radioliniowa małowydajowa:		
- jawna	10	14
- tajna	20	25

Tab. 3.8. Średnie wartości czasów reakcji łączności i czasów nawiązywania łączności przy oddziaływaniu zakłóceń.

Orientacyjne wartości czasów bezpośredniego rozpoznania w zależności od stopnia wykazywanych cech demaskujących zawiera tabelka 3.9. [26]

Czas reakcji zakłóceń t_{rz} można przyjąć:

$$t_{rz} = t_{roz} + 3 \text{ minuty dla łączności radiowej,}$$

$$t_{rz} = t_{roz} + 5 \text{ minut dla łączności radioliniowej.}$$

Stopień przejawiających cech demaskujących	Jawnie określone cechy indywidualne	Jawnie określone cechy grupowe	Słabo określone cechy grupowe	Brak cech charakterystycznych
	Czas bezpośredniego rozpoznania radiowego t_{roz}			
1. Znana tylko częstotliwość robocza - $f_{rob.}$	2-3 min	5-10 min	15-20 min	30-45 min
2. Znana $f_{rob.}$ i $f_{zap.}$	10-30 s	50-60 s	1,5-2 min	2-3 min
3. Praca przy grupowym wykorzystywaniu częstotliwości	2-3 min	5-10 min	15-20 min	30-45 min

Tab. 3.9. Orientacyjne wartości czasów t_{roz} .

Do obliczenia prawdopodobieństwa powstania przerwy w łączności wskutek zakłóceń i średniego czasu tych przerw mogą być wykorzystane wzory wcześniej przytoczone /na P_{pz} i t_{przer} / lub wykres przedstawiony na rysunku 3.10. [26]

System łączności dywizji rozbudowuje się w oparciu o bezpośrednie relacje łączności radiowej i radioliniowej pomiędzy węzłami łączności /WŁ/ stanowisk dowodzenia dywizji i podległych oddziałów /pododdziałów/; odległość między węzłami łączności średnio 6-12 km. Na węzle łączności stanowiska dowodzenia dywizji rozmieszcza się czterokanałowe stacje radiolinio- we o zakresie fal metrowych /60-70 MHz/ i fal decymetrowych /390-420 MHz/ oraz radiostacje UKF średniej i małej mocy

/20-60 MHz/ i radiostacje KP średniej mocy /1,5-30 MHz i 1-7,5 MHz/. Ponadto rozmieszczone są dwie stacje radioliniowe średniokanałowe R-409 do łączności z przełożonym /z armią/.

Taka struktura systemu łączności i zastosowane w nim środki promieniujące energię elektromagnetyczną posiadają następujące cechy demaskujące:

- oparcie funkcjonowania systemu łączności na działaniu węzłów łączności określonych stanowisk dowodzenia i bezpośrednich kierunków łączności organizowanych za pomocą ww. środków łączności pomiędzy tymi węzłami umożliwia wykrycie stanowisk dowodzenia i całego systemu dowodzenia dywizji oraz określenie jej ugrupowania bojowego. Różnica w oddaleniu WŁ od przedniego skraju oraz w stopniu nasycenia sprzętem łączności /w stosunku do WŁ nadrzędnego szczebla dowodzenia/, wykorzystywany zakres częstotliwości i pojemności kanałów radioliniowych pozwalają prawie bezbłędnie ustalić przynależność WŁ do danego szczebla dowodzenia. Są to jawne cechy grupowe systemu łączności dywizji,
- różne są kwalifikacje operatorów urządzeń łączności oraz indywidualne właściwości ich pracy. Ponadto każde urządzenie, pomimo, że jest produkowane seryjnie, posiada pewne właściwości odróżniające je. Ta indywidualna cecha wykorzystywana jest dla określenia, do jakiego konkretnego związku taktycznego należy np. dana radiostacja oraz WŁ, w składzie którego pracuje.

Przyjmując, że wyszkolenie załóg jest bardzo dobre oraz wykorzystując zamiany radiostacji w różnych sieciach, możemy

w uproszczeniu założyć, że brak jest cech indywidualnych. Jednak wspólnych demaskujących cech grupowych nie unikniemy i dlatego do dalszych rozważań przyjęto czasy określone praktycznie dla tej grupy cech przedstawione w poprzedniej tabeli / tab.3.9./ - $t_{roz} = 10$ minut.

Dla tego czasu z wykresu na rys. 3.10. znajdujemy:

- 1/ dla łączności KF jawnej - prawdopodobieństwo przerwy łączności / P_{pz} / w wyniku zakłóceń wynosi 0,43;
- 2/ dla łączności UKF jawnej - również $P_{pz} = 0,43$;
- 3/ dla łączności radioliniowej /R-405/ - $P_{pz} = 0,78$.

Przy obliczaniu ogólnego prawdopodobieństwa powstania przerw w łączności dla całego systemu łączności dywizji wzięto pod uwagę wszystkie najistotniejsze relacje łączności między stanowiskami dowodzenia dywizji oraz stanowiskami dowodzenia podległych oddziałów i pododdziałów, a mianowicie: 13 relacji KF, 31 relacji UKF i 7 relacji radioliniowych /łącznie 51/. Wobec tego mamy:

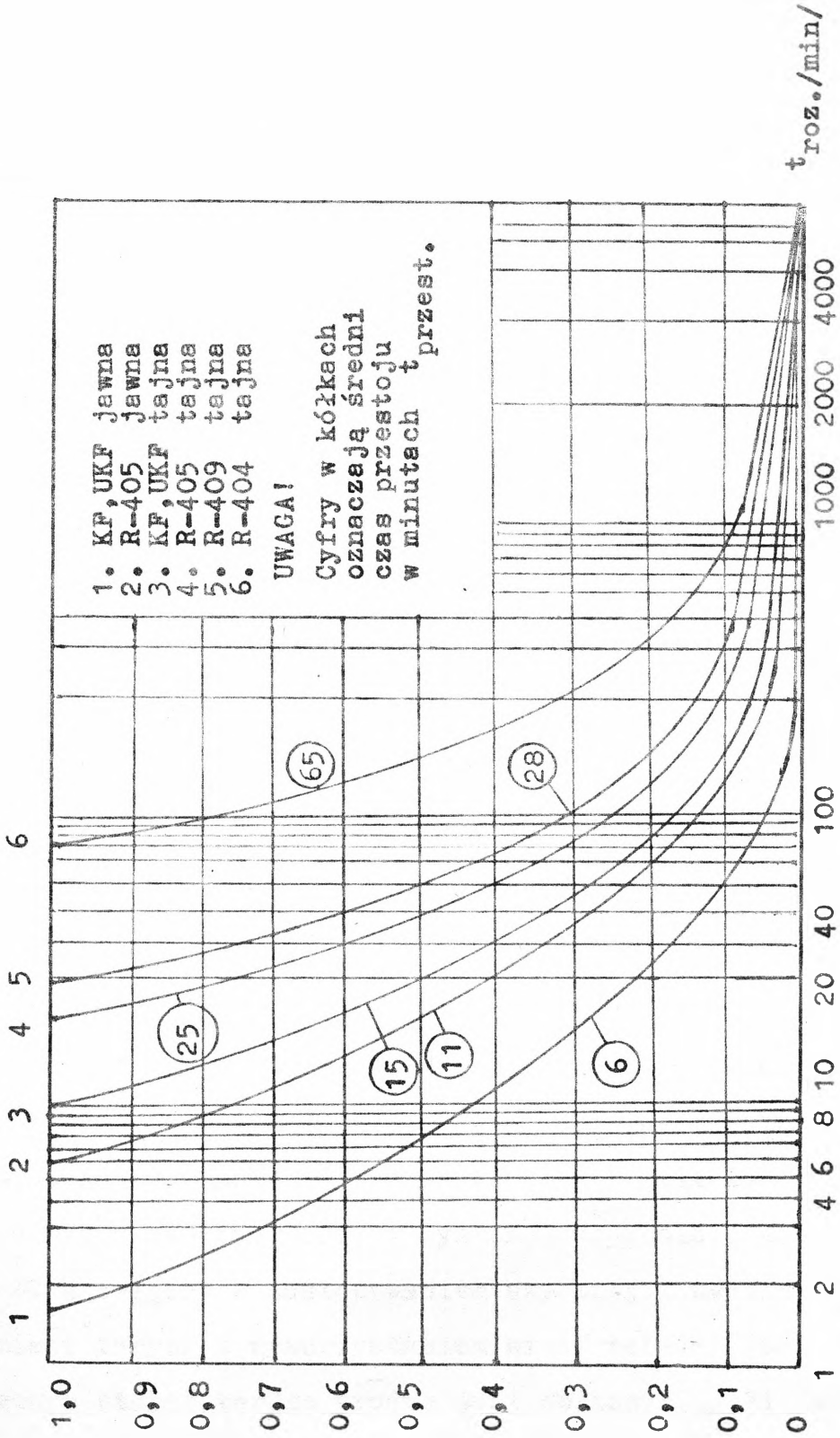
$$P_{pzo} = \frac{13 \cdot 0,43 + 31 \cdot 0,43 + 7 \cdot 0,78}{51} = 0,48.$$

Z tego wynika, że prawdopodobieństwo łączności, jaką daje system łączności dywizji w warunkach zakłóceń stosowanych przez przeciwnika wynosi:

$$1 - P_{pzo} = 1 - 0,48 = 0,52.$$

Jest to wskaźnik określający efektywność działania systemu łączności dywizji w warunkach celowych zakłóceń przeciwnika.

P_{pz} - prawdopodobieństwo przerwy łączności



Rys.3.10. Wykres zależności P_{pz} od czasu bezpośredniego rozpoznania radiowego /szybkości rozpoznania/ przez przeciwnika.

W przypadku zautomatyzowanego systemu dowodzenia PASUW-ZT wskaźnik ten będzie miał inną wartość, niż wyżej obliczony z uwagi na jakościowo nowe elementy systemu, jakimi są urządzenia transmisji danych o dużych szybkościach przekazu informacji. Ponadto niektóre zastosowane radiostacje są nowego typu i ich uodpornienie na zakłócenia wynika z zastosowania szerszego zakresu częstotliwości oraz większej liczby częstotliwości pracy zawczasu przygotowanych - z 4 ZPCz obecnie na 8 /10/ ZPCz w nowych typach radiostacji /patrz zał. nr 6/.

Dla porównania zakresowość radiostacji $m = \frac{f_{\max}}{f_{\min}}$ /wynosi:

- dla radiostacji R-105, R-109, R-108 - 1,3;
- dla radiostacji R-107, R-111, R-123 - 2,6;
- dla radiostacji R-171, R-173 - 2,6;
- dla radiostacji R-130 - 7,3, a dla R-134 - 20.

Przejsście z jednej częstotliwości na drugą, wcześniej przygotowaną trwa około 5 sekund.

Skrócenie czasu reakcji kierunku łączności na zakłócenia radioelektroniczne musi być rozpatrywane łącznie z możliwościami czasowymi reakcji zakłóceń stosowanych przez przeciwnika. Przy jawnych cechach demaskujących są to czasy rzędu kilkadziesiątu sekund i możliwość przesłania informacji istnieje tylko przy krótkim czasie jej przebywania w kanale łączności. To gwarantuje zautomatyzowany system dowodzenia i łączności PASUW-ZT w związku z zastosowaniem szybkiej i uwiernionej transmisji danych z wykorzystaniem sieci teledacyjnej. Jednak na obecnym etapie bardzo trudno jest obliczyć, jaki jest wzrost ilościowy prawdopodobieństwa łączności, wynikający z zastosowania systemu transmisji danych i można jedynie opierać się

na wynikach badań empirycznych. Analiza uzyskanych rezultatów ćwiczenia [1] wykazuje, że w warunkach prowadzenia rozpoznania radiowego i obezwładniania radioelektronicznego prowadzonego przez specjalne siły i środki wydzielone do tego celu, podstawowe kierunki i sieci radiowe systemu łączności i wymiany danych PASUW-ZT mają wyższe wskaźniki ciągłości łączności w porównaniu z aktualnym systemem łączności przy tych samych warunkach zakłóceń.

Do oceny porównawczej przyjmuje średnią wartość prawdopodobieństwa łączności w warunkach zakłóceń $P_{\text{łącz.śr.}} = 0,81$ obliczoną na podstawie wyników uzyskanych podczas badań systemu PASUW-ZT w ZSRR. [1]

$$P_{\text{łącz. śr.}} = \frac{0,92 + 0,70}{2} = \frac{1,62}{2} = 0,81.$$

Wartość prawdopodobieństwa łączności w tym przypadku jest wyższa. Wzrost odporności na zakłócenia uzyskany został w wyniku wprowadzenia szybkiej i wiernej transmisji informacji.

Również w systemie tym, w przypadku stosowania do łączności radiostacji z 8 /10/ zawczasu przygotowanymi do pracy częstotliwościami, w celu podwyższenia odporności na zakłócenia, możemy wykorzystać metodę stosowania grupy częstotliwości do przekazywania wiadomości. Metoda ta polega na wykorzystywaniu pewnej grupy częstotliwości do przekazania wiadomości i stałym wyborze lepszej częstotliwości do przekazywania informacji w dowolnym momencie czasu, w sposób automatyczny lub ręczny. Możemy ocenić, jaką liczbę /Q/ częstotliwości należy wcześniej przygotować, aby zapewnić zadane prawdopodobieństwo

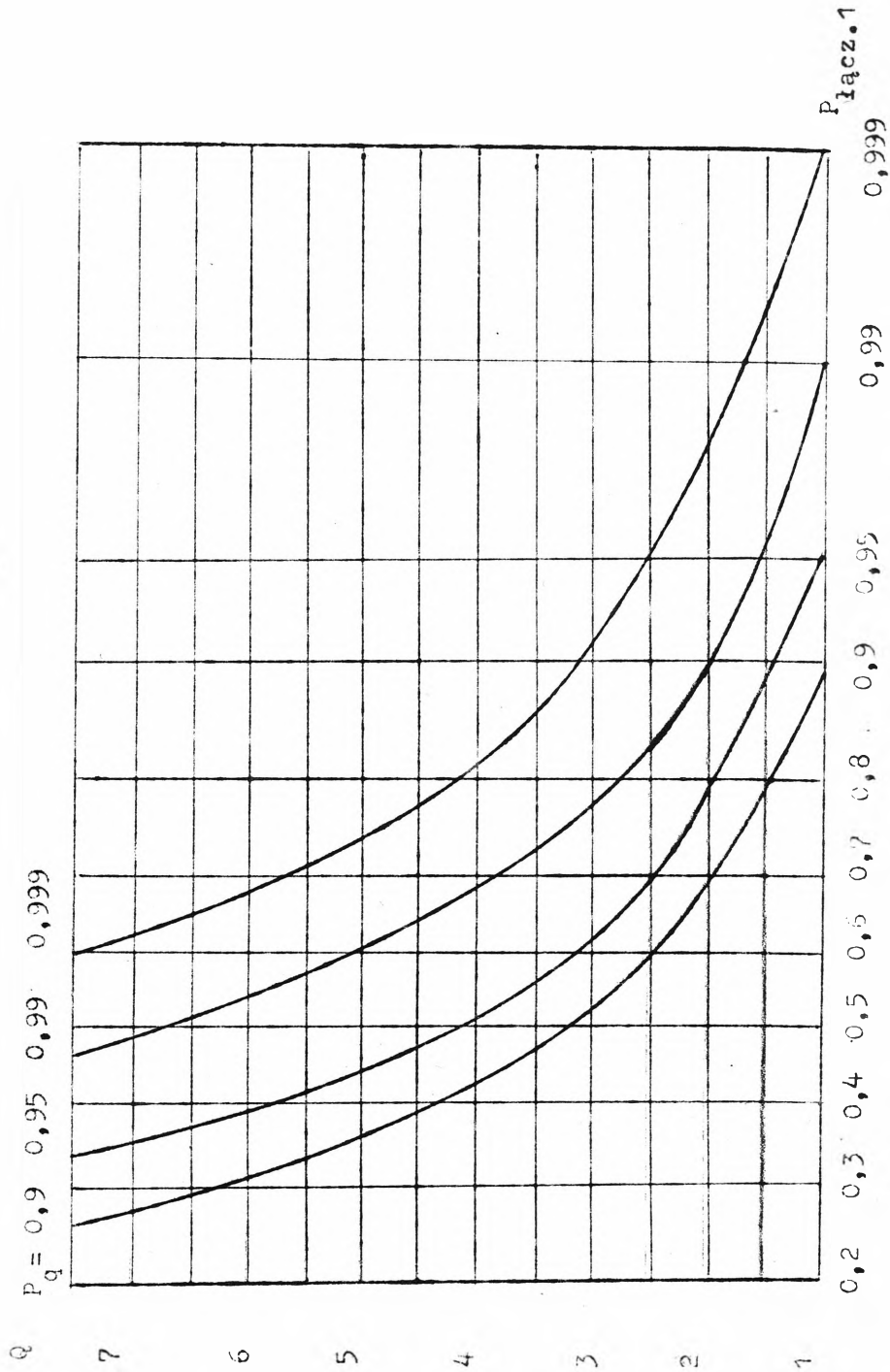
odbioru z wymaganą wiernością. Przybliżone obliczenia takiej liczby częstotliwości można przeprowadzić/przy założeniu niezależności stopnia zakłóceń/, wykorzystując dwumianowy rozkład prawdopodobieństwa liczby dostępnych częstotliwości przy różnych prawdopodobieństwach odbioru na jednej częstotliwości $P_{\text{łącz.1}}/P_{\text{bł}} \leq P_{\text{bł.dop.}}$.

Pomijając rozważania matematyczne zawarte w literaturze [26] przedstawię ostateczny wzór, z którego można określić potrzebną liczbę częstotliwości dla zabezpieczenia zadawalającego prawdopodobieństwa łączności na jednym kierunku łączności:

$$Q = \frac{\lg [1 - P_a/K \geq 1/]}{\lg [1 - P_{\text{łącz.1}}]}$$

$K \geq 1$ - liczba częstotliwości, na których zabezpiecza się odbiór z $P_{\text{bł}} \leq P_{\text{bł.dop.}}$

Zależność ta przedstawiona jest na rysunku 3.11. [1] W przypadku prawdopodobieństwa łączności wynoszącym 0,52 /obliczonym dla SŁ dywizji/, aby uzyskać zadawalające prawdopodobieństwo łączności danego kierunku rzędu 0,99, należy mieć w grupie $Q = 6$ częstotliwości, których stopień zakłóceń jest niezależny. Widzimy więc, że wykorzystując radiostacje np. z 8 ZPCz możemy zagwarantować prawdopodobieństwo łączności przy 6 częstotliwościach rzędu $P_{\text{łącz}} = 0,99$. Jednak należałoby doskonalić sposoby przejścia na kolejne częstotliwości i wyszkolenie w tym zakresie obsługi radiostacji.



Liczba częstotliwości w grupie na jeden kierunek radiowy.

Rys. 3.11. Zależność prawdopodobieństwa łączności w danej relacji od możliwych liczby częstotliwości w grupie.

Najlepszym rozwiązaniem w zakresie obrony przed celowymi zakłóceniami jest stosowanie transmisji sygnałów analogowych i cyfrowych pracujących ze skokowymi zmianami częstotliwości nośnej w trakcie wymiany radiowej tzw. frequency hopping /FH/. Do wyposażenia SZ USA wprowadza się obecnie rodzinę radiostacji pracujących tym sposobem modulacji. Przedsięwzięcie to jest wyrazem dążeń kierownictwa NATO w kierunku maksymalnego uodpornienia sieci i kierunków radiowych na rozpoznanie i obezwładnianie radiowe [141]. Uodpornienie na zakłócenia uzyskujemy w tym przypadku dzięki poszerzeniu pasma częstotliwości zajmowanego przez sygnał. Dla klasycznych urządzeń rozpoznania radiowego, emisje szerokopasmowe są równoważne szumowi białemu. Koncepcja systemów szerokopasmowych powstała z dążenia do uodpornienia systemów łączności radiowej na świadome wprowadzanie zakłóceń.

Ogólnie systemy szerokopasmowe charakteryzują się następującymi właściwościami:

- dużą odpornością na celowe zakłócenia,
- małym prawdopodobieństwem wykrycia emisji,
- dużą odpornością na zakłócenia interferencyjne,
- łatwością realizacji wielodostępu.

W chwili obecnej w państwach NATO istnieje ponad 10 typów radiostacji FH i 20 ich wersji. Radiostacje te są umownie dzielone na 3 podstawowe grupy:

- szybkozmiennie - ponad 100 zmian na sekundę,
- średniozmiennie - ~~k~~setki zmian na sekundę,
- wolnozmiennie - kilkadziesiąt zmian na sekundę.

/np. radiostacje typu SINCGARS/.

Zautomatyzowany system dowodzenia i łączności PASUW-ZT nie posiada radiostacji tej generacji.

W czasie badań wzorca pilotowego PASUW -ZT stwierdzono, że prawdopodobieństwo doprowadzenia informacji do adresata w warunkach zakłóceń radioelektronicznych zmniejszyło się w porównaniu z analogicznymi charakterystykami, uzyskanymi przy pracy bez zakłóceń o 4% i wynosiło 0,92. W czasie ćwiczeń rozwiniętych było 270 radiostacji, w oparciu o które zorganizowano 55 sieci i kierunków radiowych. W czasie prowadzenia ćwiczenia, przy pełnym obezwładnianiu radioelektronicznym systemu łączności, przerwy powstałe w łączności między wszystkimi korespondentami /w całym czasie stosowania zakłóceń/ nie spowodowały utraty ciągłości dowodzenia. Najmniej odporne okazały się na oddziaływanie zakłóceń kierunki radiowe przekazywania informacji radiolokacyjnej - przy oddziaływaniu celowych zakłóceń realizowana była tylko praca w ciągu 70% - 75% ogólnego czasu pracy.

3.1.4. Wypadkowy wskaźnik trwałości systemu łączności dywizji i jego wpływ na prawdopodobieństwo ciągłości dowodzenia na szczeblu dywizji.

Prawdopodobieństwo ciągłości dowodzenia zależy przede wszystkim od ilości stanowisk /punktów/ dowodzenia oraz ich wyposażenia w węzły łączności. Ciągłość dowodzenia jest więc funkcją trwałości systemu dowodzenia i łączności. Zależność ta szczególnie jest widoczna na szczeblu dywizji, gdyż na stanowiskach i punktach dowodzenia występuje ścisła integracja organów dowodzenia i technicznych środków łączności.

Jak wynika z wcześniej przeprowadzonej analizy i obliczeń wypadkowy wskaźnik trwałości systemu łączności jest iloczynem następujących wskaźników:

- współczynnika niezawodności systemu łączności,
- prawdopodobieństwa łączności w warunkach celowych zakłóceń,
- prawdopodobieństwa przeżycia systemu łączności.

Wskaźniki te spełniają warunki wskaźników efektywności systemu, gdyż:

- 1/ są niemianowane,
- 2/ zawierają się w granicach 0,1;
- 3/ odzwierciedlają istotne cechy systemu łączności warunkujące ciągłość dowodzenia wojskami.

W związku z tym, że na współczesnym polu walki czynniki powyższe mogą występować jednocześnie /nakładać się na siebie/, uzasadnione jest stosowanie ogólnego wskaźnika trwałości SŁ w postaci iloczynu. Możemy więc zapisać, że wypadkowy wskaźnik trwałości systemu łączności $T_{rSŁ}$ wynosi:

$$T_{rSŁ} = P_{pSŁ} \cdot K_{gSŁ} \cdot P_{łącz}$$

Wartości powyższych wskaźników, obliczone wcześniej, są zestawione w tabeli 3.12.

Tab.3.12.

Wskaźnik	$P_{pSŁ}$	$K_{gSŁ}$	$P_{łącz}$	$T_{rSŁ}$
Dla obecnego SŁ dywizji	0,60	0,996	0,52	0,31
Dla systemu łączności PASUW-ZT	0,60	0,998	0,81	0,48

Dla systemu łączności aktualnie stosowanego w dywizji mamy:

$$T_{rSŁ} = 0,60 \cdot 0,996 \cdot 0,52 = 0,31$$

Natomiast dla systemu łączności i wymiany danych w PASUW-ZT mamy:

$$T_{rSŁz} = 0,60 \cdot 0,998 \cdot 0,81 = 0,48$$

Ciągłość dowodzenia jest funkcją proporcjonalną do trwałości systemu łączności /wynika to z ciągłości łączności zapewnianej przez dany SŁ/, wobec czego możemy zapisać, że prawdopodobieństwo ciągłości dowodzenia $P/C_d/$ wynosi odpowiednio:

$$P_{k/C_d/} = \alpha \cdot T_{rSŁ} = \alpha \cdot 0,31$$

$$P_{z/C_d/} = \alpha \cdot T_{rSŁz} = \alpha \cdot 0,48$$

gdzie α - współczynnik proporcjonalności $0 < \alpha \leq 1/$. Współczynnik ten określa wartość przyjętych metod i technik pracy

organów dowodzenia oraz zdolności i wiedzy osób funkcyjnych - zależy więc od czynników organizacyjno-ludzkich. Przy ustalonym $\alpha = 1$ /czynniki powyższe nie wnoszą dodatkowych zakłóceń i są stałe/ prawdopodobieństwo ciągłości dowodzenia jest funkcją bezpośrednio zależną od trwałości systemu łączności i ciągłości łączności zapewnianej przez ten system.

Jak wynika z powyższych obliczeń i analizy wyników, prawdopodobieństwo ciągłości dowodzenia na szczeblu dywizji w przypadku funkcjonowania jednego centralnego węzła łączności na stanowisku dowodzenia jest niewystarczające, rzędu 30% - 50%. Wynika to przede wszystkim z gwiazdzystej struktury sieci pierwotnej SŁ dywizji, która jest strukturą mało żywotną, a prawdopodobieństwo przeżycia SŁ jest jednym z decydujących czynników gwarantujących ciągłość dowodzenia wojskami.

Prawdopodobieństwo ciągłości dowodzenia i łączności na szczeblu dywizji należy jednak rozpatrywać jako prawdopodobieństwo wynikające z równoległego połączenia dwóch struktur gwiazdzystych zbudowanych na bazie węzłów łączności stanowiska dowodzenia i wysuniętego /zapasowego/ stanowiska dowodzenia. Po uzupełnieniu wyposażenia WŁ WSD /ZSD/ dywizji może mieć on możliwości zbliżone do możliwości WŁ SD dywizji. Wobec tego całkowite prawdopodobieństwo ciągłości dowodzenia należy rozpatrywać jako wypadkowe, uwzględniające funkcjonowanie równoległe dwóch stanowisk dowodzenia i dwóch węzłów łączności.

Stąd mamy:

a/ dla systemu obecnego $P_k/C_d/$

$$\begin{aligned} P_k/C_d/ &= 1 - /1 - P_{k1}/ \cdot /1 - P_{k2}/ = \\ &= 1 - /1 - 0,31/ \cdot /1 - 0,31/ = 0,52. \end{aligned}$$

b/ dla systemu zautomatyzowanego $P_z/C_d/$

$$\begin{aligned} P_z/C_d/ &= 1 - /1 - 0,48/ \cdot /1 - 0,48/ = \\ &= 1 - 0,27 = 0,73. \end{aligned}$$

Jak widać z obliczonych wyników, dla dwóch równoległe działających węzłów łączności stanowisk dowodzenia dywizji /SD i WSD/, prawdopodobieństwo ciągłości dowodzenia wzrasta. Jednak nie są to wartości wysokie, nawet w systemie zautomatyzowanym PASUW-ZT. Wynika to przede wszystkim z :

- gwiazdźdźistej struktury systemu łączności, która jest strukturą mało żywotną oraz dużej integracji organów dowodzenia i elementów systemu łączności /łatwość zniszczenia jednoczesnego obu tych elementów systemu dowodzenia/;
- małą odpornością systemu łączności na zakłócenia stosowane przez przeciwnika /występują radiostacje analogowe o małych szybkościach przekazu informacji i demaskujące fakt przekazu. W sieciach transmisji danych PASUW-ZT istnieje szybka wymiana informacji- potrzebne są jednak radiostacje cyfrowe najnowszej generacji ze skokową zmianą modulacji.

3.2. Analiza skrytości i bezpieczeństwa łączności w systemie łączności dywizji /DZ, DPanc/.

Poprzez maskowanie oraz skrytość systemu łączności i dowodzenia możemy uzyskać zaskoczenie w walce. Zaskoczenie jest podstawowym czynnikiem uzyskania lub odzyskania swobody działania i pozbawienia jej przeciwnika. Między swobodą działania, inicjatywą i manewrem istnieje ścisły związek: środkiem do zdobycia swobody działania jest umiejętność zapewnienia sobie inicjatywy, która jest zasadniczym czynnikiem manewru. Wynika stąd, że dzięki zaskoczeniu można uzyskać przewagę czynnikami niematerialnymi. Zaskoczenie podnosi przewagę ogniową o 30%, tempo natarcia wzrasta trzykrotnie, straty własne zmniejszają się 3 razy. [119]. Wzrasta więc efektywność działań bojowych, która jest skutkiem skrytego /a więc i efektywniejszego/ działania systemu łączności i dowodzenia. Zaskoczenie będzie więc najogólniej funkcją skrytości systemu dowodzenia i łączności oraz maskowania wojsk. Dominującą rolę spełnia jednak skrytość systemu łączności i bezpieczeństwa informacji w nim przekazywanych. Wynika to z faktu, że informacje przekazywane w systemie łączności, przechwycone i zdeszyfrowane szybko przez przeciwnika, mogą być dla niego podstawą do wykonania uprzedzających uderzeń, paraliżujących ruchy naszych wojsk.

Ponadto na szczeblu taktycznym rozpoznanie systemu łączności prowadzi do rozpoznania struktury dowodzenia i tym samym do rozpoznania ugrupowania bojowego wojsk.

3.2.1. Skrytość systemu łączności dywizji.

Skrytość systemu łączności określa stopień zabezpieczenia przed przechwyceniem informacji przez przeciwnika, rozszyfrowania treści przesyłanych informacji oraz wykrycia rejonów rozmieszczenia środków łączności i stanowisk dowodzenia.

Czyli najogólniej - skrytość łączności - jest to stopień i zakres utajniania przekazywanych informacji, jak również ukrycie faktu jej przekazu.

Bezpieczeństwo łączności jest to całość przedsięwzięć organizacyjno-technicznych i eksploatacyjnych uodporniających system łączności przed rozpoznaniem przeciwnika, "ucieczką wiadomości" oraz dezinformacją. [131].

O skrytości SŁ decyduje więc zastosowany system utajniania, powszechność stosowania środków utajniających oraz nowoczesne środki łączności ukrywające fakt przekazu wiadomości.

Na bezpieczeństwo systemu utajniania /stosowanego w danym systemie łączności/ ma wpływ dostępność do systemu rozumiana w dwóch aspektach:

- jako możliwość złamania /odtajnienia, dekryptażu/ określonego kodu /szyfru/ przez przeciwnika, w tym znaczeniu związana jest z mocą kryptograficzną;
- jako ograniczenie osób funkcyjnych, które posiadają specjalne zezwolenie do pracy w określonym systemie utajniania.

Ze względu na dostępność do systemu utajniania wyróżniamy trzy stopnie utajniania informacji:

- 1/ maskowanie informacji zabezpieczające przed bezpośrednim odbiorem informacji, zastosowana metoda i klucz są proste,

- 2/ utajnianie częściowe w wyniku zastosowania dość złożonych kluczy i metod utajniających, pozwalające jednak na rozszyfrowanie informacji poprzez zastosowanie złożonych urządzeń i względnie długiego czasu;
- 3/ utajnianie pełne /idealne, gwarantowane/ polegające na zastosowaniu takich metod i kluczy, które ograniczają możliwość dekryptażu do minimum za pomocą specjalnych urządzeń i maszyn analitycznych /czas dekryptażu do 1 roku/.

Wszystkie miary mocy kryptograficznej zależą od liczby kluczy danego szyfru. Prawdopodobieństwo dekryptażu jest odwrotnością tego wskaźnika. Dlatego też wydaje się, że liczba kluczy powinna być uznana za główną miarę liczbowej oceny szyfrowania. Zasadniczym sposobem jakościowej oceny metod ochrony informacji przez szyfrowanie może być jednak ocena ich odporności na kryptoanalizę. Moc kryptograficzna, w tym przypadku, może być oceniana za pomocą sumarycznego czasu, w ciągu którego wiadomość nie powinna być ujawniona, czyli współczynnik dekryptażu określać będzie maksymalny czas potrzebny do deszyfracji.

Wartość tego współczynnika zależy od liczby kluczy, a także od prędkości urządzeń deszyfrujących i doskonałości metod, którymi posługuje się kryptoanalitik. Jakość systemu powinna być taka, aby kryptoanalitik nie mógł rozszyfrować wiadomości wcześniej, niż nastąpi jej dezaktualizacja.

Np. współczynnik dekryptażu wiadomości 42-znakowej zapisanej szyfrem Vernama [34] przy użyciu urządzenia o prędkości operacyjnej 7 znaków na sekundę, równy jest $1,24 \cdot 10^5$ lat. Zważywszy jednak, że nowoczesne maszyny cyfrowe mają prędkość operacyjną rzędu milionów operacji na sekundę, czas dekryptażu

może być zdecydowanie krótszy.

Gdyby np. przyjąć, że wiadomości przesyłane w pewnej sieci radiowej UKF tracą swą aktualność po 24 godzinach, to do zdarzeń mających wpływ na wielkość mocy kryptograficznej /którą w tym przypadku określa czas równy 24 godzinom/ zaliczamy następujące wielkości /zdarzenia/:

- prawdopodobieństwo wykrycia faktu nadawania sygnału utajnionego,
- prawdopodobieństwo przechwycenia /zarejestrowania/ sygnału przy założeniu, że sygnał utajniony uniemożliwia zrozumienie treści w chwili podsłuchu,
- prawdopodobieństwo poddania przechwyczonego sygnału utajnionego "obróbce" deszyfrującej przy użyciu dostępnej aparatury analizującej,
- czas "obróbki" przechwyczonego sygnału.

Jeśli przyjmiemy, że wymienione zdarzenia zachodzą po sobie kolejno w czasie rzeczywistym, to w pewnym uproszczeniu można stwierdzić, że zadana sumaryczna moc kryptograficzna M_z jest sumą czasów odnoszących się do tych zdarzeń i winna być co najmniej równa tej sumie.

Można to zapisać w następującej postaci:

$$M_z = T_w + T_p + T_d + T_a$$

gdzie: T_w - czas wykrycia /stwierdzenia faktu przekazu przesyłania/ sygnału utajnionego,

T_p - czas przechwycenia sygnału, tj. zarejestrowania go,

T_d - czas dostarczenia zapisanego sygnału do analizy deszyfracyjnej,

T_a - czas deszyfracji /decydujący i najdłuższy/.

Analiza realnych warunków funkcjonowania systemu utajniania rozmów, prowadzi do następujących zależności.

Na wielkość czasu T_w mają wpływ: [84].

- współczynnik prawdopodobieństwa P_w stwierdzenia faktu prowadzenia rozmów w systemie utajnionym,
- współczynnik intensywności $/P_i/$ prowadzonych rozmów,
- liczba radiostacji $/m/$ pracujących w sieciach i kierunkach radiowych łączności utajnionej,
- liczba odbiorników radiowych $/n/$ prowadzących podsłuch w zasięgu łączności radiostacji.

Można więc przyjąć, że czas wykrycia T_w jest określony w sposób zależny od wyżej wymienionych wielkości, które są przedmiotem wielu badań.

Z przytoczonych rozważań natury ogólnej, dotyczącej ochrony informacji wynika, że:

- ochrona informacji może być realizowana w różnych miejscach, w kanałach przesyłowych i w miejscach przechowywania informacji /bank danych/,
- szczególnie niezbędna jest ochrona informacji przesyłanych za pomocą urządzeń radiowych UKF, a zwłaszcza KF,
- odporność metody i klucza utajniania na "złamanie" można w pewnym sensie zmierzyć za pomocą tzw. mocy kryptograficznej,
- istnieją metody ilościowej miary mocy kryptograficznej w zależności od sposobu utajniania /szyfrowania bądź maskowania/ jak również od entropii klucza i sprawności urządzeń oraz metod "obróbki" deszyfrującej.

W praktyce jednak, do chwili obecnej, nie zostały ustalone konkretne wskaźniki skrytości systemu utajniania i tym samym bezpieczeństwa systemu łączności oraz metody ich oceny.

W dużym uproszczeniu można ocenić skrytość SŁ obliczając moc kryptograficzną zastosowanych urządzeń utajnających jako odwrotność liczby kluczy. Jednak dane te, ze zrozumiałych względów są niedostępne i nie można ich wykorzystać. Zresztą, obliczenia takie też nie oddawałyby realnej skrytości systemu łączności, gdyż nie uwzględniałyby wielu danych natury probabilistycznej /wymienionych wcześniej/, trudnych do określenia, a dotyczących możliwości przeciwnika w deszyfracji wiadomości przekazywanych przez techniczne środki łączności.

Do oceny skrytości systemu łączności proponuję przyjąć następujące wskaźniki skrytości:

$$1/ \quad C_{sk} = \frac{S_t}{S}$$

gdzie: S_t - liczba kanałów łączności utajnionej,
 S - liczba kanałów łączności wymagających utajnienia;

$$2/ \quad C_n = \frac{U_t}{R_\lambda}$$

gdzie: U_t - suma urządzeń utajnających danego typu pracujących w SŁ,

R_λ - suma relacji łączności w SŁ.

Zasadniczą wadą wskaźnika pierwszego jest to, że nie wszystkie kanały łączności utajnionej posiadają jednakową moc kryptograficzną /ze względu na zastosowane urządzenia utajnające/.

Wskaźnik drugi C_n określający stopień nasycenia /wypełnienia, powszechności/ relacji łączności urządzeniami utajniasjącymi, uwzględnia typy zastosowanych środków /lub grupuje je w zbiory urządzeń o zbliżonych mocach kryptograficznych/.

Powyższe wskaźniki wykorzystane zostaną do oceny ilościowej /porównawczej/ skrytości SŁ w tradycyjnym i zautomatyzowanym systemie dowodzenia PASUW-ZT.

3.22. Ocena skrytości systemu łączności w aktualnie stosowanym systemie dowodzenia dywizji.

Obecnie na szczeblu taktycznym stosowane są następujące urządzenia specjalne przeznaczone do utajniania wiadomości przesyłanych za pomocą technicznych środków łączności: [130]

- 1/ telefoniczne urządzenie utajniasjące przeznaczone do pracy na łączach radioliniowo-przewodowych typu "E" i na łączach radiowych typu "J",
- 2/ telegraficzne urządzenia utajniasjące typu "BM" przeznaczone przede wszystkim do pracy na telegraficznych łączach radioliniowo-przewodowych,
- 3/ telegraficzne urządzenia kodujące typu "F",
- 4/ telegraficzne urządzenia szyfrujące typu "D" i "A".

Ponadto wykorzystuje się dokumenty kodowe przeznaczone do ręcznego kodowania wiadomości, jak również inne dokumenty przeznaczone do maskowania treści informacji.

Telefoniczne i telegraficzne urządzenia utajniasjące oznaczone skrótem "TI" automatycznie utajniasją wiadomość w realnym czasie, tj. w procesie ich transmisji. Urządzenia te są insta-

lowane na szczeblach taktycznych w wozach dowodzenia, PPD-3, radiostacjach i aparatuwniach typu R-137, RWŁ-1M, ATf-TI, ATgS.

Przekazywane wiadomości telefoniczne i telegraficzne mas-
kowane są przez urządzenia utajniające tylko po stronie liniowej
/dalekosiężnej/, natomiast po stronie stacyjnej sygnały są nie-
utajnione.

Urządzenia kodujące typu "F" instalowane są na szczeblach
taktycznych w aparatuwniach RWŁ-1M i mogą być również instalowa-
ne w aparatuwniach ATgSA. Urządzenia te pracują tylko na "siebie",
tzn. nie mogą pracować bezpośrednio z telegraficznym łączem da-
lekosiężnym. Wiadomości zakodowane /kodotelegramy/ należy dos-
tarczyć na dalekopisowe środki łączności w celu przekazania w
zwykłych kanałach łączności.

Urządzenia szyfrujące typu "D" instalowane są w aparatowa-
niach urządzeń specjalnych /AUS/ stosowanych na szczeblu dywizji.
Mogą one współpracować bezpośrednio z telegraficznym łączem da-
lekosiężnym, połączenie następuje poprzez łącznicę telegraficz-
ną zainstalowaną w aparatuwni ATgSA współpracującą z AUS.

Zestawienie urządzeń utajniających stosowanych na szczeblu
dywizji przedstawione jest w tabeli 3.13.

Na podstawie zestawienia ilości kanałów łączności utajnio-
nej i zwykłej w dywizji /wyposażonej w środki łączności zgodnie
z normami przewidzianymi do roku 1985/ zawartych w pracy [42],
obliczono, że w dywizyjnym systemie łączności jest:

- 46 telefonicznych kanałów utajnionych,
- 94 telefonicznych kanałów zwykłych /jawnych/,
- 5 telegraficznych kanałów utajnionych,
- 5 telegraficznych kanałów zwykłych /dalekopisowych/,

Typ urządzenia utajniającego	Możliwości utajniania	Zastosowanie	
		Dywizja	pułk
1. ELBRUS- "E"	Utajnia rozmowy tlf na łączach r/lin., przewodowych i radiowych.	ATfTI - 4 szt /łączn.tlf KTF-15/20/	RWŁ-1M
2. JACHTA-"J"	Utajnia rozmowy tlf jak wyżej, szczególnie na łączach radiowych.	Radiostacje: R-140 R-137 Wozy dowodzenia: R-3M R-3AM R-3Z R-4 RD-115z WD-41 ADK-11M PPD-3	Wozy dowodzenia: R-3M R-2AM WD-43 ADK-11M
3. BOCIAN-"BM"	Utajnia rozmowy dalekopisowe na łączach r/lin. i przewodowych.	ATgSA-4 szt. RWŁ-1M na TSD dywizji	-
4. FIAŁKA-"F"	Automatyczne kodowanie wiadomości przeznaczonej do przesłania w kanale telegraficznym.	RWŁ-1M R-3M AUS	RWŁ-1M R-3M
5. DUDEK- "D"	Urządzenie szyfrujące praca daleko pisem / na siebie lub bezpośrednio w linię/.	AUS - 2 szt. /do łączności z przełożonym/.	-
6. AGAT - "A"	Praca jak wyżej tylko na "siebie"	AUS - 2 szt.	-

Tab. 3.13. Zestawienie urządzeń utajniających na szczeblu ZT.

- 3 telegraficzne kanały zwykłe /słuchowe/.

Łącznie: 51 kanałów łączności utajnionej,

102 kanały łączności zwykłej /jawnej/.

Razem: 153 kanałów łączności.

Obliczenia te dotyczą relacji łączności między stanowiskiem dowodzenia oraz WSD i TSD dywizji, jak również relacji z przełożonym i podległymi oddziałami /pododdziałami/ a także z sąsiednią dywizją.

W tym przypadku współczynnik skrytości SŁ dywizji C_{sk} wynosi:

$$C_{sk} = \frac{51}{153} = 0,33$$

Aktualnie nie ma dalekopisowych kanałów utajnionych między SD /WSD/ dywizji a SD podległych oddziałów, ponieważ pułki nie posiadają na aparaturowniach RWL-1M telegraficznych urządzeń utajniających /typu "BM"/.

Współczynnik nasycenia środkami utajniającymi / C_n / rozmowy telegraficzne w dywizji wynosi:

$$C_n = \frac{7}{51} = 0.137$$

ponieważ występuje łącznie 7 urządzeń tego typu, a ilość podstawowych sieci i kierunków radiowych oraz kierunków radioliniowych wynosi 51.

Przy obliczeniach brano tylko pod uwagę faktycznie istniejące kanały łączności utajniające wiadomości w trakcie ich przekazu. Nie brano pod uwagę urządzeń kodowych typu "F" czy też dokumentów kodowych. Zwłoka, wynikająca z korzystania z dokumentów

kodowych, czy nawet urządzenia kodującego typu "F" jest czynnikiem zdecydowanie obniżającym szybkość obiegu informacji w systemie dowodzenia. Informacja powinna być utajniana w trakcie jej transmisji. Na szczeblu dywizji realizację tego typu transmisji zapewniają obecnie urządzenia utajniaszące typu "J", "E" i "BM" zapewniające tylko maskowanie wiadomości lub częściowe utajnianie ze względu na ich moce kryptograficzne.

Urządzenia kodowo-szyfrowe posiadają wyższą moc kryptograficzną i zapewniają, ze względu na bezpieczeństwo przekazywanych informacji, wyższy stopień skrytości systemu łączności. Jednak ich ograniczone zastosowanie jak również ujemny wpływ na szybkość obiegu informacji mogą spowodować nie spełnienie wymagań współczesnego pola walki.

3.2.3. Analiza i ocena skrytości systemu łączności w zautomatyzowanym systemie dowodzenia - PASUW -ZT.

Wprowadzenie elementów PASUW-ZT spowoduje istotne zmiany w zakresie bezpieczeństwa informacji w polowym systemie łączności. Zmiany te będą wynikały z wprowadzenia następujących urządzeń:

- 1/ urządzeń transmisji danych /UTD/,
- 2/ środków informatycznych zainstalowanych w wozach dowodzenia /mikrokomputery, pulpity, ekrany, monitory/,
- 3/ zestawów maszyn cyfrowych stanowiących centrum obliczeniowe zespołu środków automatyzacji.

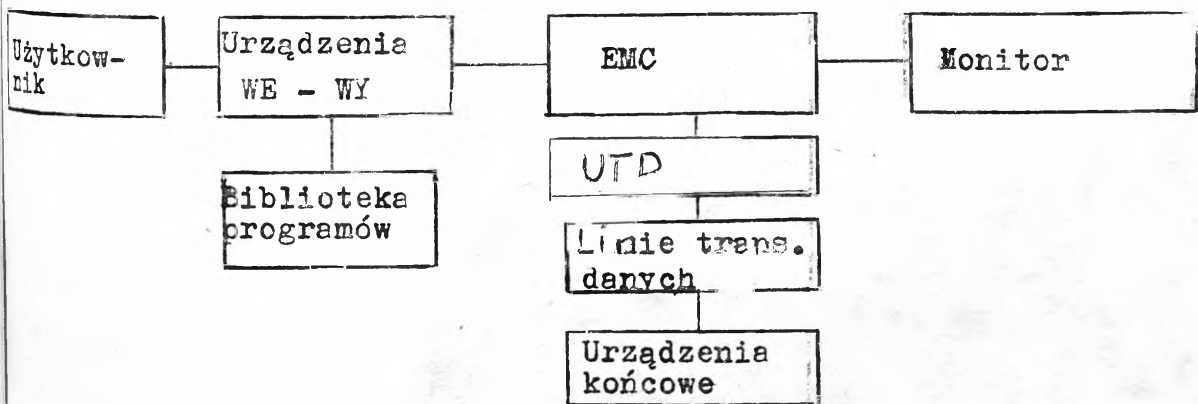
Wprowadzenie w/w środków technicznego wyposażenia spowoduje powstanie nowych, nie występujących w dotychczas eksploatowanym

systemie łączności, zagrożeń bezpieczeństwa informacji lub zmiana ich dotychczasowy charakter i znaczenie. Ta nowa sytuacja wynika z następujących przesłanek:

- wprowadzenie nowego typu relacji łączności:
 - 1/ element pamiętający - element pamiętający,
 - 2/ człowiek - element pamiętający;
- spełnianie funkcji prostej komutacji pakietów przez system transmisji danych BAZALT,
- organizacji zbiorów danych w niektórych elementach pamiętających w postaci dostępnych dla wielu użytkowników baz danych na zasadzie wielodostępności.

Zbiory informacji w systemach komputerowych mogą być narażone na niepoprawny odczyt, celowe przekłamanie lub zniszczenie przede wszystkim tam, gdzie są one magazynowane lub przetwarzane, tzn. w pamięci zewnętrznej i wewnętrznej komputera, w bibliotece zbiorów, w urządzeniach wejścia-wyjścia, w liniach transmisji danych, u personelu itd.

Wykaz elementów narażonych na infiltrację w PASUW -ZT przedstawia rysunek 3.14.



Rys. 3.14. Wykaz elementów narażonych na infiltrację w PASUW-ZT.

Do typowych przykładów infiltracji zalicza się infiltrację przypadkową, pasywną, aktywną i szpiegostwo komputerowe.

Podstawowe dwie grupy zagrożeń bezpieczeństwa informacji, które wynikają z wprowadzenia elementów PASUW można sprowadzić do następujących dwóch problemów:

- 1/ identyfikacja urządzenia /użytkownika/ i weryfikacja uprawnień,
- 2/ ochrona danych przed przypadkowym zniszczeniem lub nieupoważnionym dostępem.

Problem identyfikacji urządzenia występuje szczególnie ostro w relacji łączności: transmisja danych w relacji daleko-siężnej BAZALT - BAZALT, gdy co najmniej jednym urządzeniem końcowym jest maszyna cyfrowa zainstalowana w wozie dowodzenia lub centrum obliczeniowym KSA.

Istota zagrożenia polega na trudności identyfikacji urządzenia, a w szczególnych przypadkach użytkownika, co podważa autentyczność wiadomości. Podstawowym środkiem ochrony informacji przed tego typu zagrożeniami we wdrażanych elementach SŁ jest utajnianie i programowe procedury identyfikacji.

Skuteczność identyfikacji przez utajnianie będzie zależała od:

- okresu ważności klucza,
- liczności grup urządzeń transmisji danych wyposażonych w komplet kluczy szyfrowych do współpracy.

W przypadku urządzenia TD BAZALT obowiązują następujące ograniczenia: [92]

- ilość urządzeń pracujących w sieci łączności na tym samym kluczu - do 100,

- okres ważności: klucza dobowego do 24 godzin, klucza długoterminowego - do 6 miesięcy,
- ilość udostępnionych dobowych dokumentów kluczowych - do 31.

Problem ochrony danych przed przypadkowym lub nieupoważnionym dostępem powodującym zniszczenie, niecelową modyfikację lub nieupoważniony odczyt występuje szczególnie ostro w centrum obliczeniowym KSA, wyposażonym w maszyny cyfrowe BETA-3M z zewnętrznymi pamięciami masowymi, tj. KSA dowódcy i sztabu dywizji, oraz szefa WRiA i szefa OPL dywizji. Zapewnienie większego bezpieczeństwa przekazywanych wiadomości jest osiągnięte poprzez zastosowanie w UTD układów utajniających wyposażonych w szyfrotory zapewniające utajnianie wiadomości z gwarantowaną mocą kryptograficzną /BAZALT-TM/. Obecnie stosowane telegraficzne i telefoniczne urządzenia utajniające o ograniczonych mocach kryptograficznych /ze względu na analogową zasadę utajniania/ zostaną zastąpione urządzeniami nowymi o gwarantowanych mocach kryptograficznych /takie możliwości uzyskano poprzez zastosowanie cyfrowej zasady utajniania/.

Zastosowana aparatura typu BAZALT i AJ-011 zabezpiecza utajnianie z gwarantowaną mocą kryptograficzną, natomiast urządzenia typu 52N i 53N - maskują wiadomości tekstowe. Rozmowy telefoniczne utajnianie są przy pomocy zmodernizowanego urządzenia T-219M.

W czasie doświadczeń wzorca pilotowego PASUW-ZT [1] była sprawdzana ochrona EMC i informatycznych środków dowodzenia przed nieupoważnionym dostępem. Przy prowadzeniu eksperymentów została oceniona:

- możliwość przekazania danych z WDSz MP21M i MP24M bez wstępnego zapisu w pamięci SCWM minikomputera pokładowego 1W57M

specjalnych haseł rozpoznawczych,

- możliwość otrzymania danych z informacyjnych pakietów EMC BETA-3M przez osoby nie dopuszczone do nich ze względu na swoją funkcję służbową,
- możliwość korekcji pakietów EMC BETA-3M przez abonentów nieupoważnionych,
- reakcje środków technicznych i zabezpieczenie programowe na próby nieupoważnionego dostępu.

W rezultacie badań stwierdzono, że:

- w wozach dowódczo-sztabowych MP21M, MP24M techniczna ochrona przed nieupoważnionym dostępem jest osiągnięta drogą wprowadzenia w pamięć komputera pakietowego specjalnych haseł identyfikacyjnych; przekaz dowolnej informacji bez wstępnego podania hasła jest niemożliwy;
- programowa ochrona pakietów informacyjnych zawartych w EMC BETA-3M zabezpieczona jest identyfikacją logiczną i fizyc adresów abonenta, kontrolą występowania dostępu abonentów do rozwiązywania odpowiednich zadań, kontrolą praw abonentów do wprowadzania zmian w pamięci /pakietach informacyjnych/;
- reakcja zabezpieczenia programowego na zapytania wychodzące od osób nie mających prawa dostępu wyraża się w rejestracji próby niesankcjonowanego dostępu w miejscach pracy danych osób i w blokadzie dalszego opracowania odpowiedzi na pytania.

Jak więc wynika z analizy powyższych faktów, stopień zabezpieczenia informacji w PASUW-ZT jest wysoki. Wprowadzenie PASUW-ZT spowoduje istotne zmiany jakościowe i ilościowe w zakresie ochrony informacji przez utajnianie, w stosunku do systemu obecnie eksploatowanego, a mianowicie:

- 1/ zwiększenie ogólnej sumarycznej ilości informacji o charakterze niejawnym przesyłanych we wszystkich relacjach łączności dywizji,
- 2/ zwiększenie udziału informacji tekstowych automatycznie utajnianych w systemie transmisji danych /do 80%/,
- 3/ kilkukrotne /2-3/ zwiększenie ilości relacji wymiany wiadomości na szczeblach taktycznych objętych utajnianiem na odcinkach dalekosiężnych. Wynika to z:
 - wyposażenia wykorzystywanych wozów dowodzenia w urządzenia utajniaszące T-219,
 - pozostawienie starego parku urządzeń i aparatuwni specjalnych i TI,
 - wprowadzenia nowych wozów dowodzenia wyposażonych w kilka urządzeń utajniaszących /T-219M, T-244M/,
- 4/ zwiększenie bezwzględnej i procentowej ilości informacji niejawnej objętej utajnianiem automatycznym.

Określenie liczbowego wskaźnika mocy kryptograficznej nowych urządzeń jest niemożliwe ze względu na brak odpowiednich danych oraz stopień tajności tego zagadnienia. Do oceny porównawczej można posłużyć się odpowiednimi wskaźnikami skrytości systemu łączności przyjętymi dla oceny systemu obecnego. W tym przypadku nasycenie środkami utajniaszącymi w sposób automatyczny zdecydowanie wzrośnie. Jak wynika z analizy organizacji transmisji danych /zał. 1/ ilość relacji łączności z wykorzystaniem automatycznych urządzeń utajniaszących /tekstowych/ wzrośnie i wynosi 10 kierunków i sieci radiowych. Uwzględniając fakt, że dotychczasowe urządzenia utajniaszące pozostają nadal, a wzrośnie ilość środków utajniaszących wiadomości tekstowe przekazywane.

bezpośrednio w linię łączności - to ogólna liczba środków utajniających będzie większa.

Wszystkie sieci i kierunki radiowe transmisji danych między punktami dowodzenia /kierowania/ oraz na danym stanowisku dowodzenia dywizji są relacjami łączności utajnionej bezpośrednio. Wobec powyższego wskaźnik skrytości SŁ wzrośnie i wynosi:

$$C_{sk} = \frac{51 + 10}{153} = \frac{61}{153} = 0,39$$

Wzrost tego wskaźnika jest nieznaczny i nie oddaje w tym przypadku istoty rzeczy, tj. nie jest adekwatny w stosunku do realnych możliwości wzrostu skrytości SŁ.

Dla porównania bezpieczeństwa przekazywanych informacji należy przede wszystkim uwzględnić zakres utajniania wiadomości tekstowych przesyłanych bezpośrednio w linię łączności oraz ilość tego typu urządzeń. Porównanie takie jest uzasadnione tym, że w przypadku telefonicznej łączności utajnionej zasadniczych zmian nie będzie. Wobec tego bardziej wiernie oddającym możliwości wzrostu skrytości SŁ jest wskaźnik nasycenia /wypełnienia/ środkami utajniającymi wiadomości tekstowe w SŁ PASUW:

$$C_n = \frac{7 + 12}{51} = 0,37$$

- gdzie: - ilość telegraficznych urządzeń utajniających występujących obecnie na SD i TSD dywizji - 7,
- ilość urządzeń utajniających występujących na WDSz i WS na SD dywizji w PASUW-ZT - 12,
- ilość podstawowych relacji łączności w SŁ dywizji - 51.

Wskaźnik ten wzrósł z 0,137 do wartości 0,37 i jest bardziej adekwatny do zmiany sytuacji w zakresie skrytości systemu łączności.

Biorąc pod uwagę fakt, że około 80% informacji w dywizji przekazywane jest w sieciach transmisji danych /utajnianie z dużą mocą kryptograficzną/, należy stwierdzić, że stopień utajniania a tym samym bezpieczeństwa informacji przekazywanej w nowym systemie dowodzenia jest o wiele wyższy niż w systemie dotychczasowym. Porównywanie przy pomocy jednego wskaźnika jest dość kłopotliwe i zawierające dużo uproszczeń /np. trudno porównywać ze sobą urządzenia, których moce kryptograficzne są różne i nie zawsze możliwe do określenia/. Tym niemniej, wskaźnik stopnia nasycenia /powszechności stosowania/ systemu łączności w telegraficzne urządzenia utajnijające w tym przypadku, oddaje w sposób wyraźny efekt wzrostu skrytości systemu łączności.

3.24. Odporność systemu łączności dywizji na rozpoznanie radioelektroniczne przeciwnika.

Ochrona przed rozpoznaniem radioelektronicznym systemu łączności charakteryzuje możliwości systemu w zakresie przeciwstawienia się wszystkim rodzajom rozpoznania radioelektronicznego stosowanym przez przeciwnika.

Rozpoznanie przeciwnika dąży do odkrycia struktury i przynależności elementów SŁ i dowodzenia, składu bojowego ugrupowań naszych wojsk oraz charakteru możliwych działań bojowych. Praca systemu łączności powinna być tak zorganizowana i przebiegać w taki sposób, ażeby w maksymalnym stopniu to rozpoznanie

przeciwnikowi utrudnić.

Określenie stopnia ochrony sytemu łączności przed rozpoznaniem radioelektronicznym jest zadaniem złożonym, nie mającym aktualnie ostatecznego rozwiązania. Dlatego też, biorąc pod uwagę specyfikę SŁ dywizji, a także to, do czego przywiązuje wagę potencjalny przeciwnik - a mianowicie rozpoznanie radiowe - odporność na rozpoznanie SŁ dywizji określana jest narazie na podstawie potencjalnych możliwości przeciwnika w zakresie rozpoznania radiowego.

Najczęściej występującymi wskaźnikami odporności na rozpoznanie źródeł promieniowania przez przeciwnika są: [26]

P_{wyk} - prawdopodobieństwo wykrycia źródeł informacji,

t_{wyk} - średni czas wykrycia,

P_{posz} - prawdopodobieństwo poszukiwania,

t_{posz} - średni czas poszukiwania,

P_{roz} - prawdopodobieństwo rozpoznania radiostacji tj. przypisania jej taktyczno-operacyjnej przynależności do konkretnego węzła łączności stanowiska dowodzenia,

P_{elekr} - prawdopodobieństwo elektromagnetycznej dostępności źródła promieniowania dla rozpoznania radiowego przeciwnika.

Uogólnionym wskaźnikiem odporności na rozpoznanie radiowe systemu łączności dywizji jest średni czas wykrycia $/t_{wyk}/$ SŁ.

Za wykrycie systemu łączności przyjęto ujawnienie 80% sieci i kierunków radiowych systemu łączności. Za czas wykrycia węzła łączności przyjmuje się czas rozpoznania 80% wszystkich kierunków i sieci radiowych, pracujących z danego węzła i określenie jego taktyczno-operacyjnej przynależności. [26]

Z uwagi na to, że najbardziej podatnym elementem SŁ na wykrycie jest łączność radiowa, została opracowana metodyka oceny odporności systemu łączności przed rozpoznaniem radiowym. Metodyka ta przedstawiona jest w literaturze radzieckiej [26].

Liczbowa ocena odporności SŁ dywizji na rozpoznanie radiowe jest jednak dość złożona i wykracza poza ramy niniejszej pracy /może stanowić temat oddzielnej rozprawy/. Orientacyjnie /wg powyższej metodyki/ można przyjąć, że czas rozpoznania systemu łączności dywizji jest rzędu 3-4 godzin.

Odporność na rozpoznanie oraz zakłócanie SŁ dywizji jest bardzo ważnym problemem z uwagi na to, że specjaliści wojskowi NATO uznają walkę radioelektroniczną /WRE/ za klucz do osiągnięcia przewagi, ponieważ działanie sił i środków WRE jest w stanie zmienić klasyczne zależności wynikające ze stosunku sił stron.

Tylko siły i środki WRE dywizji USA /batalion rozpoznania i WRE - CEWI/ są w stanie: [141]

- określić w ciągu 1 godziny pracy położenie od 300 do 360 radiostacji KF i UKF, oraz od 20 do 30 stacji radiolokacyjnych /RLS/, tzn. określić praktycznie położenie wszystkich środków radioelektronicznych przeciwnika w pasie swego działania;
- obezwładnić za pomocą zestawów śmigłowcowych do 12 RLS artylerii i OPL na głębokość do 40 km;
- utworzyć ciągłe pole radiolokacyjne w pasie obrony dywizji przeciwnika i prowadzić rozpoznanie obiektów nieziemnych i latających na głębokość do 10 km.

Dywizyjna kompania WRE może:

- rozpoznawać sieci radiowe KF, UKF oraz stacje radioliniowe na głębokość do 60 km,
- zakłócić 4 relacje radiowe KF i 12 relacji radiowych UKF na głębokość 30-50 km.

Biorąc pod uwagę siły i środki WRE wsparcia radioelektronicznego na najważniejszych kierunkach działania /z korpuśnych grup rozpoznania i WRE/ możliwości potencjalnego przeciwnika są jeszcze wyższe, stąd bierze się konieczność realizacji wszelkich przedsięwzięć utrudniających rozpoznanie radiowe przeciwnika.

Podczas ćwiczeń z wykorzystaniem zestawu PASUW-ZT stwierdzono, że informacje dotyczące przynależności i podległości określonych sieci radiowych były uzyskane przy pomocy rozpoznania radioelektronicznego tylko w procesie analizy pojedynczych naruszeń przepisów prowadzenia korespondencji radiowej. Wskaźnik skrytości łączności radiowej, charakteryzujący procent nie wykrytych sieci łączności w kontrolnym czasie 8 godzin na ćwiczeniu dowódczo-sztabowym wynosił średnio 82%, a w czasie kompleksowego sprawdzania - 77%. Widzimy więc, że w czasie 8 godzin stopień ujawnienia sieci i kierunków radiowych wyniósł średnio 20%-25%. Nasuwa się więc wniosek, że odporność na rozpoznanie zautomatyzowanego systemu dowodzenia i łączności znacznie wzrosła. Wynika to przede wszystkim z wykorzystania walorów urządzeń transmisji danych zastosowanych w tym systemie. I chociaż wyniki uzyskane podczas badań na pewno nie w pełni odzwierciedlały obraz współczesnego pola walki /rozpoznanie prowadziły specjalne siły i środki do tego celu wydzielone z natury rzeczy różne od środków przeciwnika/, to

jednak wyraźnie potwierdziły, że podstawowe kierunki i sieci radiowe systemu łączności i wymiany danych PASUW mają o wiele wyższy wskaźnik odporności na rozpoznanie w porównaniu z aktualnym systemem łączności dywizji przy tych samych warunkach rozpoznania radioelektronicznego.

Reasumując- należy stwierdzić, że obecny system łączności dywizji cechuje:

a/ w zakresie maskowania elektromagnetycznego:

- szerokie stosowanie od najniższych szczebli dowodzenia analogowych radiostacji UKF, a szczególnie KF, o stosunkowo małym zakresie częstotliwości i małej ilości ZPCz /przestrzajanych ręcznie, brak samoadaptacyjnych linii radiowych/ demaskujących system łączności; obecne środki łączności demaskują każdorazowo fakt przekazu informacji,
- długie czasy wymiany informacji między korespondentami /małe szybkości transmisji/,
- stosowanie linii kablowych i przewodowych umożliwiających "ucieczkę informacji" /promieniowanie elektromagnetyczne/ już na początku łańcucha łączności /brak kabli ekranowanych/;

b/ w zakresie utajniania informacji:

- ograniczone stosowanie telefonicznych i telegraficznych urządzeńⁿ utajniających o niedużych mocach kryptograficznych,
- stosowanie urządzeń kodowo-szyfrowych i dokumentów kodowych wydłużających czas obiegu informacji;

c/ w zakresie maskowania inżynierskiego:

- wyróżnianie się aparatu łączności od innych pojazdów,
- duże zgrupowania środków łączności na węzłach łączności w pobliżu grupy dowodzenia stanowisk dowodzenia,
- długie czasy maskowania w terenie,
- trudna maskowalność systemów antenowych.

Natomiast system łączności w zautomatyzowanym systemie dowodzenia PASUW-ZT wyróżnia:

a/ w zakresie maskowania elektromagnetycznego:

- stosowanie nadal analogowych radiostacji KF i UKF jednak z poszerzonymi zakresami częstotliwości oraz większą liczbą ZPCz,
- stosowanie szeroko transmisji danych w sieciach i kierunkach radiowych zmniejszających zdecydowanie czas wymiany informacji, a tym samym prawdopodobieństwo przechwyty, w czasie jej transmisji,

b/ w zakresie utajniania informacji:

- szerokie stosowanie telefonicznych urządzeń utajniających typu T-219M,
- stosowanie utajniających urządzeń /o gwarantowanych mocach kryptograficznych/ typu BAZALT-TM w sieciach transmisji danych /urządzenia te znajdują się bezpośrednio w miejscach pracy osób funkcyjnych/;

c/ w zakresie maskowania inżynierskiego:

- montaż WDSz i WS /BETA-3M/ jest realizowany na ciągnikach opancerzonych typu MTLB-u /występuje jednak nadal potrzeba montażu w wszystkich aparatu na wozach opancerzonych, nie wyróżniających się spośród innych wozów/.

3.3. Analiza wierności przekazywanej informacji w systemie łączności dywizji.

Wymagania odnośnie wierności łączności określone są metodami opracowania informacji dla potrzeb dowodzenia wojskami.

Jeżeli dowodzenie jest realizowane bez wykorzystania elektronicznej maszyny cyfrowej /EMC/ - jak w dotychczasowym systemie - to stopień zniekształceń powinien być równy możliwości popełnienia błędu przez człowieka podczas czytania tekstu.

Dlatego też można dopuścić wartość współczynnika zniekształceń /stopa błędów/ łączności telegraficznej do wartości $q = 3 \cdot 10^{-3}$.

Przy zautomatyzowanym dowodzeniu wojskami, kiedy podstawowa część informacji jest przetwarzana w EMC i jej wyniki są przekazywane człowiekowi, wymagania odnośnie wierności rosną. W tym przypadku wartość współczynnika zniekształceń nie może przewyższać $10^{-6} / q \leq 10^{-6} /$.

W tabeli 3.15. przedstawiono orientacyjne wielkości współczynników zniekształceń różnych kanałów łączności przy szybkości przekazywania informacji 1200 i 50 bitów na sekundę.

Typ kanału łączności	Szybkość transmisji bit/s	Współczynnik zniekształceń	
1	2	3	
1. Radiowy: - radiostacje KF	1200	10^{-1}	
	50	$5 \cdot 10^{-2} - 10^{-3}$	
	- radiostacje UKF	1200	$10^{-3} - 10^{-4}$
		50	$10^{-3} - 10^{-4}$
2. Radioliniowy	1200	$10^{-2} - 10^{-3}$	
	50	$10^{-3} - 10^{-4}$	

1	2	3
3. Przewodowy	1200	$10^{-4} - 10^{-5}$
	50	$10^{-4} - 10^{-5}$
4. troposferyczny	1200	10^{-2}
	50	$10^{-3} - 10^{-4}$

Tab. 3.15. Orientacyjne wielkości współczynników zniekształceń różnych kanałów łączności.

Z tabeli widać, że wymagania wierności łączności, szczególnie przy wykorzystaniu zautomatyzowanego systemu dowodzenia, są wyższe niż aktualne możliwości kanałów łączności. Typowe łącze teletransmisyjne charakteryzuje taki stopień zakłóceń, który w przypadku przekazywania sygnałów o strukturze binarnej bez dodatkowych urządzeń zabezpieczających przed błędami, powoduje błędy rzędu 10^{-4} do 10^{-3} , tj. na każde 10000 odebranych znaków byłoby od 1 do 10 błędnych.

Ze względu na specyfikę przekazywanych informacji, a także z uwagi na praktycznie bezbłędne działanie maszyn cyfrowych, dopuszczalna stopa błędów powinna wynosić od 10^{-6} do 10^{-12} . Wynika stąd potrzeba ponadtysięckrotnego zmniejszenia liczby błędów powstających w konwencjonalnych środkach teletransmisyjnych. Zapewnia to transmisja danych, która przy dużej bezbłędności charakteryzuje się również dużą szybkością przesyłania informacji.

Przy wykorzystaniu konwencjonalnych kanałów łączności telegraficznej /stosowanych w obecnym SŁ dywizji/ przesyłanie

informacji odbywa się z szybkością 50 bit/s, tj. ok. 7 znaków na sekundę, z wiernością o stopie błędów rzędu 10^{-3} - 10^{-4} . Nośnikiem informacji jest 5-cię lub 8-ścieżkowa taśma perforacyjna.

Transmisja danych za pomocą łączy telefonicznych zapewnia przesyłanie informacji z szybkością 600, 1200 lub 2400 bit/s - przy stopie błędów od 10^{-6} do 10^{-8} .

Podwyższenie wierności można zabezpieczyć poprzez automatyczną, półautomatyczną i ręczną kontrolę zwrotną, metodami wykrycia błędów i automatycznej reakcji systemu w celu ich poprawienia. Przy tym należy pamiętać o tym, że podwyższenie wymagań na wierność nie może doprowadzić do zmniejszenia zdolności przepustowej kanałów łączności. Dlatego wymagania na wierność transmisji winny być optymalizowane.

W czasie ćwiczeń doświadczalnych z zestawem PASUW wielkość utraty wierności wynosiła 10^{-6} na jeden znak telegraficzny dla transmisji danych z wykorzystaniem urządzeń BAZALT, 52N i 53N oraz 10^{-5} przy przekazywaniu danych RLS z wykorzystaniem urządzeń AJ-011 i S-23. Wyjściowy współczynnik błędów w kanale łączności był nie gorszy niż 10^{-2} . Poprawa wierności /tysięckrotna/ została osiągnięta dzięki zastosowaniu aparatury transmisji danych /z urządzeniem podwyższania wierności/ oraz nowych środków łączności.

Wysoka wierność przekazywanej informacji decyduje o stopniu dokładności jej przekazania, a tym samym ma niebagatelny wpływ na jakość podejmowanych decyzji. Jakość decyzji podejmowanych w oparciu o bezbłędne dane jest na pewno wyższa niż w przypadku nawet pojedynczych błędów w informacji sytuacyjnej.

Jednak stworzenie ilościowej miary i liczbowej oceny zależności jakości decyzji od stopnia wierności informacji jest problemem złożonym, gdyż na jakość decyzji również istotny wpływ mają inne czynniki, decydujące o efektywności dowodzenia, a wymienione wcześniej. Poprawa wierności łączności zautomatyzowanego systemu dowodzenia w stosunku do obecnego, daje podstawę do stwierdzenia, że nastąpił wzrost dokładności i jakości podejmowanych decyzji, jednak pełna liczbowa ocena tego wzrostu jest obecnie niemożliwa. Można jedynie mówić o decyzjach błędnych na skutek błędnych informacji /oczywiście z winy przekłamania w czasie ich przekazu w SŁ, a nie braku wiarygodności źródeł/ lub decyzjach poprawnych, gdy przekłamanie nie wystąpiło. W skrajnym przypadku niedopuszczalna utrata wierności może doprowadzić do utraty ciągłości a nawet do zerwania dowodzenia.

3.4. Uogólniony wskaźnik efektywności dowodzenia dywizji - ocena porównawcza efektywności w przypadku systemu dowodzenia obecnego i zautomatyzowanego.

Jak wynika z dotychczasowej analizy, o efektywności dowodzenia jako procesu realizowanego w danym systemie dowodzenia, decydują parametry czasowe realizacji procesu dowodzenia oraz parametry dotyczące stopnia zorganizowania i trwałości podsystemów będących częściami składowymi systemu dowodzenia.

Najistotniejszą rolę odgrywa stopień zorganizowania i wyposażenia w określone środki podsystemu informacyjnego /w tym systemu łączności i systemu przetwarzania informacji/. Sprawność podsystemu informacyjnego decyduje również o szybkości procesu dowodzenia, mierzonego czasem cyklu dowodzenia w danym systemie.

Czas cyklu dowodzenia osiągnany w danym systemie /czas reakcji systemu dowodzenia/ jest czynnikiem decydującym o efektywności dowodzenia. Możemy powiedzieć, że w przypadku gdy czas cyklu dowodzenia jest mniejszy od zadanego, to efektywność działania danego systemu jest niezadawalająca bez względu na wysokie parametry pozostałych czynników. Możemy więc zapisać:

$$E_d = \begin{cases} 0 & - \text{dla } T_{cd} > T_{zad} \quad /V_d < V_{zad}/ \\ V_d \cdot P / C_d / C_{sk} & - \text{dla } T_{cd} \leq T_{zad} \quad /V_d \geq V_{zad}/ \end{cases}$$

T_{zad} uwarunkowane jest możliwościami przeciwnika i możemy przyjąć, że powinno być mniejsze /co najwyżej równe/ czasowi cyklu dowodzenia przeciwnika. Oznaczenia powyższych symboli objaśnione są we wcześniejszych rozdziałach.

Tak określona efektywność dowodzenia uwzględnia wskaźniki efektywności systemu łączności mające na nią bezpośredni wpływ oraz intensywność przebiegu procesu dowodzenia. Intensywność ta uzależniona jest od potencjalnych możliwości przeciwnika i nie powinna być poniżej określonej wartości.

Efektywność dowodzenia będzie tym wyższa, im większą wartość przyjmie współczynnik E_d . Należy więc dążyć do uzyskiwania maksymalnych wartości poszczególnych wskaźników, aby uzyskać największą wartość efektywności dowodzenia.

Globalny wskaźnik efektywności dowodzenia powinien wyrażać również zależność efektywności dowodzenia od takich parametrów SŁ, jak współczynnik odporności na rozpoznanie i wierność łączności. Zależność ta istnieje, co zostało wykazane wcześniej, jednak liczbowe miary tych wartości są niedogodne do bezpośredniego stosowania. Można wyznaczyć odwrotność czasu wykrycia systemu łączności /w przyjętych jednostkach czasu/

$V_{rp} = 1/t_{wyk}$ i wskaźnik ten będzie obrazować możliwości przeciwnika w zakresie intensywności jego rozpoznania. W tym przypadku musimy dążyć do stworzenia takiej sytuacji, aby wartość ta była jak najmniejsza /min. V_{rp} /. Również minimalizować należy wartość stopnia zniekształceń przekazywanych informacji w systemie łączności.

Wobec powyższego możemy dokonać porównania efektywności dowodzenia osiąganego w systemie obecnym i w systemie zautomatyzowanym PASUW-ZT, w oparciu o ustalone zależności.

I tak mamy:

a/ przy maksymalnej różnicy wartości intensywności dowodzenia

$$\Delta V_{dmex} :$$

1/ dla systemu dowodzenia dywizji stosowanego obecnie

$$E_{dk} = 0,20 \cdot 0,52 \cdot 0,137 = 14,3 \cdot 10^{-3}$$

2/ dla zautomatyzowanego systemu dowodzenia

$$E_{dz} = 0,50 \cdot 0,73 \cdot 0,37 = 135 \cdot 10^{-3}$$

b/ dla minimalnej różnicy wartości intensywności dowodzenia

ΔV_{dmin} :

1/
$$E_{dk} = 0,25 \cdot 0,52 \cdot 0,137 = 17,8 \cdot 10^{-3}$$

2/
$$E_{dz} = 0,40 \cdot 0,73 \cdot 0,37 = 108 \cdot 10^{-3}$$

Obliczając stosunek $\frac{E_{dz}}{E_{dk}}$ znajdujemy liczbową wartość wzrostu

efektywności dowodzenia w przypadku zastosowania zautomatyzowanego systemu dowodzenia dla dwóch skrajnych przypadków zmniejszenia czasu cyklu dowodzenia.

W pierwszym przypadku mamy:

$$\frac{E_{dz}}{E_{dk}} = \frac{135 \cdot 10^{-3}}{14,3 \cdot 10^{-3}} = 9,4$$

W drugim przypadku mamy:

$$\frac{E_{dz}}{E_{dk}} = \frac{108 \cdot 10^{-3}}{17,8 \cdot 10^{-3}} = 6,0$$

Widzimy więc, że efektywność systemu dowodzenia realizowanego sposobem zautomatyzowanym z wykorzystaniem transmisji danych i EMC jest średnio od 6 do 9 razy wyższa od efektywności systemu funkcjonującego obecnie. Wzrost efektywności dowodzenia uzyskany został dzięki wykorzystaniu w systemie dowodzenia

środków automatyzacji w postaci przetwórczych urządzeń końcowych zainstalowanych na stanowiskach pracy osób funkcyjnych organów dowodzenia, polowych elektronicznych maszyn cyfrowych, jak również teleinformatycznej sieci łączności.

Liczbowa wartość wzrostu efektywności dowodzenia uzyskana została w oparciu o przyjęte kryteria i wynikające z nich wskaźniki efektywności systemu łączności determinujące efektywność systemu dowodzenia.

Mimo dokonania pewnych /koniecznych/ uproszczeń dotyczących stopnia nieokreśloności działalności ludzkiej, wyniki uzyskane w tym przypadku nie powinny wnosić większych błędów. Wynika to stąd, że w końcowych efekcie obliczamy stosunek wartości, w którym wartości względnie stałe upraszczają się.

3.5. Wnioski.

1. Koniecznym warunkiem zabezpieczenia pożądanego stopnia efektywności dowodzenia jest wysoki stopień żywotności, niezawodności i odporności na zakłócenia radioelektroniczne oraz skrytości systemu łączności funkcjonującego w dywizyjnym systemie dowodzenia.
2. Wymienione wyżej kryteria decydują o trwałości systemu łączności, a więc i ciągłości łączności, która jest jednym z głównych czynników decydujących o ciągłości dowodzenia wojskami.
3. Efektywność systemu łączności z punktu widzenia potrzeb dowodzenia należy mierzyć według wyróżnionych wyżej kryteriów, określając dla nich miary liczbowe - wskaźniki efektywności.

4. Wypadkowy wskaźnik trwałości systemu łączności /określający gotowość operacyjną SŁ/ jest iloczynem prawdopodobieństwa żywotności, niezawodności i odporności SŁ na zakłócenia.
5. Żywotność dywizyjnego systemu łączności jest głównie zeterminowana strukturą sieci pierwotnej systemu, natomiast o niezawodności i skrytości SŁ decyduje zarówno struktura i skład /wyposażenie/ sieci pierwotnej jak i wtórnej systemu łączności.
6. Strukturalna żywotność gwiazdzystego SŁ dywizji w wypadku funkcjonowania jednego węzła łączności na stanowisku dowodzenia dywizji jest niezadawalająca, prawdopodobieństwo przeżycia SŁ jest rzędu 0,5-0,6. Natomiast dla dwóch równolegle pracujących węzłów łączności na SD i WSD/ZSD/ dywizji wartość tego wskaźnika wzrasta i wynosi 0,7-0,8.
7. Wypadkowa wartość wskaźnika trwałości systemu łączności dywizji /DZ, DPanc/ świadczy wprost o efektywności dowodzenia. Wraz ze wzrostem tego wskaźnika rośnie proporcjonalnie efektywność dowodzenia.

Aktualnie wartość tego wskaźnika nie jest zadawalająca.

Wynika to z następujących powodów:

- gwiazdzystej struktury systemu łączności, która jest strukturą mało żywotną;
- stosowania radiostacji analogowych mało odpornych na zakłócenia radioelektroniczne.

Dla uzyskania wyższych wartości wskaźnika trwałości SŁ należy:

- stosować bardziej złożone struktury sieci pierwotnej, gdyż zniszczenie elementu centralnego struktury gwiazdzystej powoduje całkowite jej zburzenie.

Przy typowych dla dywizyjnych systemów łączności strukturach gwiazdzistych należy zapewnić ciągłe funkcjonowanie co najmniej dwóch stanowisk dowodzenia i węzłów łączności;

- stosować szczególną ochronę elementu centralnego struktury gwiazdzistej; można to uzyskać poprzez uodpornienie punktowe stanowisk pracy oraz rozśrodkowanie elementów stanowiska dowodzenia / w szczególności elementów węzła łączności/;
- stosować odporne na zakłócenia radiostacje cyfrowe ze skokową zmianą modulacji.

8. Porównanie wartości wskaźników efektywności dowodzenia obliczonych dla systemu dowodzenia klasycznego i zautomatyzowanego wskazuje na zasadniczy wzrost efektywności dowodzenia w przypadku zautomatyzowanego systemu dowodzenia. Dla przyjętych w pracy wskaźników efektywności wzrost ten nastąpił od 6 do 9 razy.

O wielkości tego wzrostu decydują kolejno:

a/ wzrost intensywności przebiegu procesu dowodzenia wynikający z zastosowania systemu teleinformatycznego, co spowodowało:

- skrócenie cyklu dowodzenia w wyniku zastosowania polewych EMC i zautomatyzowanych stanowisk pracy,
- przyspieszenie obiegu informacji poprzez wykorzystanie szybkiej transmisji informacji utajnianej w realnym czasie jej nadawania,
- zainstalowanie zautomatyzowanych urządzeń końcowych bezpośrednio w miejscach pracy osób funkcyjnych organów dowodzenia i dostosowane do potrzeb praktyki dowodzenia

b/ wzrost skrytości systemu łączności uzyskany dzięki powszechności stosowania urządzeń utajniających o gwarantowanej mocy kryptograficznej;

c/ wzrost prawdopodobieństwa ciągłości łączności uzyskany w wyniku wzrostu trwałości systemu łączności.

Nadal jednak zautomatyzowany system dowodzenia wyposażony jest w środki łączności demaskujące fakt przekazu wiadomości.

ZAKOŃCZENIE

Historia sztuki wojennej potwierdza, że charakter działań bojowych określa się nie tylko stosunkiem ilościowym stron walczących i specyfiką jakościową środków napadu i obrony. Należy zauważyć, że na wynik działań bojowych ma wpływ nie tylko doskonałość techniki bojowej, ale również i to bardzo istotny, sposób i charakter wykorzystywania jej w walce, a to uzależnione jest od stanu i możliwości systemu rozpoznania, dowodzenia i łączności oraz walki radioelektronicznej. Wpływ każdego z tych czynników na zwycięstwo ma charakter złożony. Przejawia się on poprzez oddziaływanie fizyczne i informacyjne, oraz poprzez sprzężenia funkcjonalne, nie w pełni jeszcze ustalone i zbadane.

Badania przeprowadzone w pracy pozwalają ocenić w sposób ilościowy, a niekiedy tylko jakościowy, wpływ zastosowania nowych technik dowodzenia, opartych o zespoły środków automatyzacji oraz nowoczesne środki łączności służące do szybkiej i wiernej transmisji informacji, na efektywność dowodzenia.

Podstawę do obliczeń i analiz stanowiły wyniki badań resortowych MON prowadzonych w kraju oraz badań doświadczalnych nowo wdrażanych zautomatyzowanych systemów dowodzenia i łączności przeprowadzonych w ZSRR, a ponadto możliwości oddziaływania potencjalnego przeciwnika. Badając efektywność dowodzenia na szczeblu taktycznym uwzględniono warunki obecnego pola walki, a mianowicie rozpatrzono możliwości ogniowego i radioelektronicznego oddziaływania przeciwnika na system łączności i dowodzenia dywizji.

Zasadniczym celem badań było ustalenie, czy wdrożenie zautomatyzowanych systemów dowodzenia i łączności wpłynie na efektywność dowodzenia dywizją, a jeżeli tak, to w jakim stopniu i czy można ilościowo określić wartość wzrostu przyjętej miary efektywności. Ponadto celem badań było również ustalenie wzajemnych związków pomiędzy podsystemami działającymi w danym systemie dowodzenia ze szczególnym uwzględnieniem podsystemu informacyjnego.

Cel badań został osiągnięty. Przeprowadzona analiza i ocena ilościowa wykazała, że w oparciu o przyjęte kryteria oceny i wynikające z nich miary efektywności, wdrożenie zautomatyzowanych systemów dowodzenia i łączności przyniesie wzrost efektywności dowodzenia w stosunku do analogicznych systemów stosowanych obecnie w dywizji /DZ, DPanc/. Zastosowana metoda badawcza ma charakter uniwersalny, gdyż może być stosowana do oceny i porównania systemów dowodzenia na różnych szczeblach dowodzenia.

Jednak, niektóre problemy badawcze ze względu na stopień złożoności i rozległości przekraczały możliwości autora i zakres tematyczny rozprawy, co zostało przedstawione w treści pracy. Tym niemniej, praca może mieć charakter użytkowy, stanowiąc przyczynek do dalszych badań efektywności systemów dowodzenia z punktu widzenia efektywności jego części składowych.

"Sprawność systemu dowodzenia jest określona przede wszystkim sprawnością łączności, w stosunku do której stawia się takie wymagania, jak: terminowość, niezawodność działania oraz szybkie, skryte i wierne przekazywanie informacji!"^{1/}

1/ Andracki Henryk: "Rola łączności w działaniach bojowych".
PWL nr 9/303/1984 r.

Wśród wielu technicznych środków dowodzenia, środki łączności zajmują czołową pozycję. Od stanu środków łączności zależy przede wszystkim trwałość systemu dowodzenia, a tym samym ciągłość dowodzenia. Należy więc dążyć do organizacji takich struktur systemów łączności, które zapewniłyby najwyższą żywotność systemu dowodzenia. Jednakże, aby radykalnie przyspieszyć wykonywanie wszystkich zasadniczych prac w zakresie dowodzenia wojskami, niezbędne jest wprowadzenie doskonalszych środków technicznych. Jeśli przy tym ze wszystkich środków technicznych wydzielić tylko środki łączności - i zapewnić wyposażenie wojsk w najdoskonalsze z nich - to i wówczas trudno liczyć na radykalne polepszenie dowodzenia wojskami. Wynika to stąd, że środki łączności dotyczą tylko jednego procesu dowodzenia wojskami - procesu przekazywania informacji, który chociaż jest jednym z najważniejszych - ma stosunkowo nieduży udział w ogólnym zakresie prac związanych z dowodzeniem. Dlatego też zmiana jedynie środków łączności nie doprowadzi do radykalnego zwiększenia operatywności organów dowodzenia. Rozwiązanie tego problemu leży jedynie w kompleksowym wprowadzeniu do wojsk zarówno środków automatyzacji dowodzenia, elektronicznych maszyn cyfrowych z odpowiednim oprogramowaniem jak i nowoczesnych środków łączności, zdolnych do obsłużenia pracy organów dowodzenia, wykorzystujących dane środki automatyzacji.

Wprowadzenie na coraz większą skalę automatyzacji dowodzenia prowadzi do dalszego zwiększenia roli i znaczenia łączności gdyż same EMC nie dadzą należytego efektu, jeśli nie zapewni się im sprawnego przesyłania informacji za pomocą kanałów łączności.

Dlatego też rozwój środków łączności powinien iść w takim kierunku, aby zapewnić wymagania, które wynikają z kompleksowej automatyzacji dowodzenia.

Podstawowym kierunkiem rozwoju techniki łączności jest przechodzenie z techniki analogowej /sygnały o przebiegu ciągłym/ do techniki cyfrowej /sygnały binarne/. Technika cyfrowa umożliwia budowanie zautomatyzowanych oraz zintegrowanych systemów łączności, znacznie lepszych od systemów analogowych.

Systemy cyfrowe zapewniają:

- zwiększenie przepustowości kanałów i jakości transmisji,
- pełną automatyzację wszystkich procesów telekomunikacyjnych, w tym procesów kierowania i zarządzania całym systemem,
- pełną ochronę informacji w całym łańcuchu telekomunikacyjnym,
- dużą odporność na radioelektroniczne oddziaływanie przeciwnika,
- dużą żywotność i niezawodność, umożliwiającą utrzymanie łączności mimo znacznych zniszczeń i zakłóceń,
- szeroki zakres usług oraz integrację wszystkich rodzajów połączeń /telefonicznych, telegraficznych, teledacyjnych i telekopiowych/ dokonywanych za pośrednictwem wspólnych środków technicznych o dużej unifikacji.

Tendencja do przechodzenia z systemów analogowych na cyfrowe widoczna jest też w siłach zbrojnych NATO. NP. w siłach lądowych Stanów Zjednoczonych określono zarys przyszłościowego systemu dowodzenia oznaczonego symbolem C⁴. Pierwsze dwie litery skrótu - command, control, cominication and computers architecture - oznaczające dowodzenie i zarządzanie /kierowanie/

przedstawiają cel, jakiemu służy taki system. Dwie następne litery - to łączność i komputeryzacja - oznaczająca środki niezbędne do osiągnięcia tego celu.

W siłach zbrojnych RFN przystąpiono do wprowadzania na szczeblu operacyjno-taktycznym nowych urządzeń łączności radiowej opartych na najnowszych osiągnięciach światowej techniki elektronicznej. Głównie są to radiostacje małej i średniej mocy FH zakresu KF i UKF, stosujące skokowe zmiany częstotliwości nośnej /UKF - SEM 172,182,192; KF - CHX 210, CHX 240/.

Specjaliści wojskowi paktu NATO tworzą projekty przyszłościowych zautomatyzowanych systemów dowodzenia i kierowania środkami walki typu C⁴IEW. Są to kompleksowe systemy łączące w sobie poprzednio wymienione funkcje z funkcjami rozpoznawczymi i walki radioelektronicznej /intelligence - rozpoznanie, electronic war - wojna elektroniczna/.

Wzrost efektywności dowodzenia uzyskiwany w doskonalszych systemach dowodzenia jest istotnym czynnikiem w walce o przewagę w dowodzeniu. Aktualnie już trwają prace nad opracowaniem nowocześniejszego zautomatyzowanego systemu dowodzenia szczebla taktycznego PASUW- ZTM. Przewiduje się zmodernizowany zestaw zautomatyzowanego systemu dowodzenia i łączności opracować do 1986 roku, przebadać w 1987 r. i wdrożyć do produkcji w rok 1988/89.

Nowe techniczne środki łączności i automatyzacji będą posiadać o rząd wyższą niezawodność pracy i automatyzacja dowodzenia zostanie doprowadzona do szczebla batalionu. Zestaw wyposażony będzie w wynośne miejsca pracy - automatyczne terminale do pracy dowódców i osób funkcyjnych w ukryciach poza WDSz.

Zastosowanie nowych środków automatyzacji i EMC pozwoli zwiększyć ilość rozwiązywanych zadań operacyjno-taktycznych.

Porównanie technicznych środków wdrażanego systemu dowodzenia i obecnie doskonalonego przedstawia załącznik nr 20.

Zautomatyzowane systemy dowodzenia i łączności zapewniają maksymalne wykorzystanie przeznaczenia systemu w interesie efektywności prowadzenia walki. Dają one możliwości dużego prawdopodobieństwa optymalnego wykorzystania wysiłku człowieka w procesie dowodzenia wojskami.

Efektywność dowodzenia wojskami staje się obecnie jednym z czynników wywierających wpływ na wynik walki i możliwości bojowe wojsk przy porównywalnym stosunku sił i parametrach współczesnej techniki. Dlatego też problematyka badawcza systemów dowodzenia powinna skupić się na ich ocenie z punktu widzenia efektywności procesu dowodzenia osiąganego w danym systemie przy uwzględnieniu jego struktury, wyposażenia i efektywności wszystkich podsystemów składowych.

SPIS LITERATURY

1. "Akt sovmiestnyh ispytaniy gołownowo obrazca takticeskowo zwiena PASUW-ZT" Sztab SZS UW. Minsk 1983 r.
2. Alokxa Władysław: "Zasięg łączności radiowej", WPT nr 11/169/82.
3. Andracki Henryk: "Środki łączności dla potrzeb doskonalenia systemów dowodzenia i kierowania na szczeblach taktycznych", referat na Kolegium GIT WP, SWŁ MON, W-wa 1984 r.
4. Andrienko P.I.: "Teorija wierojatnostiej i bojewoj efektywnosti". Ministerstwo Oborony ZSRR, Moskwa 1977 r.
5. Automatyzacja i mechanizacja systemów kierowania w wojsku: "Metody i kryteria oceny efektywności ogólnowojskowych systemów dowodzenia". Zeszyt nr 1/38/71, W-wa MON 1971 r.
6. Barczak Andrzej: "Analiza procesów informacyjnych realizowanych w polowym zautomatyzowanym systemie dowodzenia ogólnowojskowym ZT z zastosowaniem metody symulacji komputerowej", ZL ASG nr 3/14/77. W-wa ASG WP 1977 r.
7. Barczak A.: "Analiza procesów informacyjnych na SD dywizji podczas przygotowywania działań bojowych", ZL nr 3/6/75, W-wa ASG WP 1975 r.
8. Barczak A., Sienkiewicz Piotr: "Przygotowanie kadry dowódczej i sztabowej w ASG WP do działania w zautomatyzowanych systemach dowodzenia", MW nr 1/648/1984 r.
9. Barczak A., Filar Władysław: "Symulacja i gry komputerowe w zastosowaniach wojskowych". Szt.Gen. MON, W-wa 1985 r.
10. Bartczak bogdan: "Dowodzenie dywizją/pułkiem/ w działaniach bojowych". Podręcznik ASG WP, W-wa 1981 r.
11. Bidziński Bogusław: "Postęp naukowo-techniczny w SZ". ASG WP, W-wa 1977 r.

12. Bidziński B.: "Usprawnianie dowodzenia dywizją i pułkiem w warunkach polowych", praca habilitacyjna ASG WP, W-wa 1973 r.
13. Bobecki Zdzisław: "O potrzebie podejścia systemowego". "Systemy zabezpieczenia wojsk" - zeszyt nr 1, WAT W-wa 1976 r.
14. Bobecki Z., Chodelski K.: "Problemy automatyzacji procesów dowodzenia". WAT, W-wa 1969 r.
15. Bernat Zbigniew: "Opracowanie informacji w procesie dowodzenia". WAT, W-wa 1967 r.
16. Bojarski W.: "Wprowadzenie do oceny niezawodności działania układów technicznych". W-wa 1967 r.
17. Bryliński Władysław: "Doskonalenie systemu łączności DPanc w natarciu". ASG WP, W-wa 1978 r.
18. C.K.: "Ocena możliwości zautomatyzowanych systemów dowodzenia sił lądowych USA". WPZ nr 1/77/1971 r.
19. Cvetkow Aleksander: "Principy kolicestvennoj ocenki effektivnosti radioelektronnych sredstw". Sovetskoje Radio. Moskwa 1971 r.
20. Dennis C. Marquis: "Nowe kierunki rozwoju systemów dowodzenia, kierowania i łączności SZ NATO". WPZ nr 1/155/1984 r.
21. Donigiewicz Antoni: "Miejsce i rola człowieka w zautomatyzowanych systemach dowodzenia". Wojskowy Przegląd Organizacyjny nr 4/1977 r.
22. "Doskonalenie środków i systemów łączności dla potrzeb wdrażania w WP zestawów PASUW-ZT". WIŁ, Zegrze 1985 r.
23. "Dowodzenie dywizją/pułkiem/ w działaniach bojowych". Podręcznik cz. I i II. ASG WP, W-wa 1980 r.

24. Drużynin W., Kontorow D.: "Idea, algorytm decyzja". MON W-wa 1975 r.
25. Dudnik B. red. i inni: "Nadieżność i żywuchest sistem swiazi". "Radio i Swiaż". Moskwa 1984 r.
26. "Effektiwnost i bojewyje wozmożnosti średstw i kompleksow wojennoj swiazi". Wypusk 1 i 5; WAS Leningrad 1976 r.
27. "Encyklopedia techniki wojskowej". MON W-wa 1978 r.
28. Fedorenko K., Lepechow A., Arinic N.: "Metodyka oceny efektywności systemów dowodzenia wojskami". Przegląd informacyjno-dokumentalny NIW, MON nr 3/1974 r., rok IV.
29. Filar Władysław: "Modelowanie i symulacja komputerowa w procesie dowodzenia wojskami". MW nr 5/1984 r.
30. Filipek H., Sokołowski A.: "Zastosowanie techniki obliczeniowej w naukach społecznych i wojskowych". Cz.III. - Organizacja przetwarzania danych. WAP W-wa 1976 r.
31. Golik Apoloniusz: "Funkcje dowodzenia i stawiane mu wymagania". ZN ASG WP nr 4/40/1984 r.
32. Gorłowa I., Smirnow S.S.: "O wpływie automatyzacji na pracę organów dowodzenia" - przegląd prasy zachodniej. Wojennaja Myśl nr 12/1984 r.
33. Horak Aleksy, Greń Jan: "Usprawnianie procesów dowodzenia i zarządzania w wojsku z zastosowaniem metod i środków informatyki". Szt. Gen. W-wa 1976 r.
34. "Instrukcja wozu dowódczo-sztabowego MP-31". WIŁ Zegrze 1985 r.
35. "Instrukcja "Monitor wizyjny WK-175". Opis techniczny i eksploatacja. TE2.043.T0. /w jęz. rosyjskim/. WIŁ Zegrze.
36. Instrukcja TD formalizacji wiadomości - ORU 1.790.001. DSI WII. WAT W-wa 1985 r.

37. Instrukcja SWŁ MON - "Półowe węzły łączności szczebla taktycznego". W-wa 1984 r.
38. Informacja nt. PASUW -ZT i ZO wygłoszona na dorocznej odprawie szkoleniowej SWŁ MON w dn. 12.11. 1985 r. ASG WP W-wa 1986 r.
39. Iwanow D.A., Sawielejew W.P., Szemański P.W.: "Zasady dowodzenia wojskami". MON W-wa 1973 r.
40. Janowski Marian: "Sojusznicza współpraca informatyków armii państw socjalistycznych". MW nr 5/424/1980 r.
41. "Jednolity system łączności polowego zautomatyzowanego systemu dowodzenia wojskami". Zeszyt 13/33, Szt.Gen. MON W-wa 1971 r.
42. Jędruszczak Stanisław: "Analiza przepustowości systemu łączności LZ w natarciu". ASG WP W-wa 1983 r.
43. Klimek Zygfryd: "Wstępna propozycja budowy polowego systemu łączności PASS". WIŁ, Zegrze 1983 r.
44. Klimek Z.: "Zautomatyzowane systemy łączności i dowodzenia". WPT nr 5/1986 r.
45. Kmiecik Hieronim: "Doświadczenia z zastosowania zautomatyzowanych systemów dowodzenia"/tłumaczenie z MILITAR WESEN/. Mw nr 1/1986 r.
46. Konieczny Józef: "Inżynieria systemów działania". WNT, W-wa 1983 r.
47. Kompendium SZ państw NATO. Szt.Gen. MON, W-wa 1985 r.
48. Kieżun Witold: "Podstawy organizacji i zarządzania". Książka i Wiedza, W-wa 1977 r.
49. Kordas Krzysztof: "Automatyzacja łączności taktycznej". Materiały z zajęć seminaryjnych WIŁ, Zegrze 1985 r.

50. Kowalewski Marian: "Funkcjonowanie łączności radiowej dywizji w warunkach zakłóceń radioelektronicznych nieprzyjaciela". MW nr 3/1984 r.
51. Kirchhofer H.Kirk: "Problemy zautomatyzowanych systemów dowodzenia". WPZ nr 2/156/1984 r.
52. Kuleszyński Leszek: "O operatywności dowodzenia wojskami". MW nr 2/445/1982 r.
53. Kuleszyński L.: "Dowodzenie wojskami a cybernetyka". MON W-wa 1967 r.
54. Kuleszyński L.: "Doskonalenie dowodzenia wojskami w warunkach polowych". MW nr 2/1977 r.
55. Kuleszyński L.: "Aspekty budowy zautomatyzowanych systemów dowodzenia". MW nr 8/1981 r.
56. Kunze G.: "Informacyjny Sbornik Sztaba i Techniczeskowo Komiteta OWS" nr 7/1974 r.
57. Kurnal J.: "Teoria organizacji i zarządzania". PWE W-wa 1979 r.
58. Magnucki Zbigniew: "Formy i metody obrony radioelektronicznej systemów dowodzenia i kierowania środkami walki". MW nr 3/1984 r.
59. Matlin G.M.: "Projektirowanije optimalnych sistiem proizvodstwiennoj swiazi". Izdatielstwo "SWIAZ". Moskwa 1973 r.
60. Madejski A.: "Nauka wojenna". MON W-wa 1981 r.
61. "Metody ochrony zbiorów informacji w SI". Szt. Gen. WP W-wa 1976 r.
62. "Metodyka oceny efektywności systemów informatycznych". Szt.Gen. WP .MON, W-wa 1985 r.
63. "Metodyka prognozowania i oceny strat wojsk w rejonach uderzeń jądrowych". Cz. II - DZ/DPanc, MON W-wa 1977 r.

64. Mróz Władysław: "Doskonalenie obiegu informacji w wojsku".
Towarzystwo Wiedzy Wojskowo Obronnej. W-wa 1975 r.
65. Mróz Władysław: "Usprawnianie organizacji pracy dowodzenia
i zarządzania na szczeblach taktycznych". Szt. Gen. MON
W-wa 1974 r.
66. Nowak Ireneusz : "Wybrane problemy ochrony ludzi przed
rażącym działaniem neutronów powstających w czasie wybu-
chu ładunku neutronowego". ZK ASG WP nr 2/21/1979 r.
67. Nowak Jerzy: "Rola człowieka w zautomatyzowanych systemach
dowodzenia". Wojsko Ludowe nr 9/1972 r.
68. Nowakowski Jan: "Metodologiczne podstawy teorii dowodzenia"
ASG WP, W-wa 1978 r.
69. Nowakowski Jan: "Rola automatyzacji w optymalizacji woj-
skowych systemów kierowania". ASG WP W-wa 1970 r.
70. Nowicki Jan: "Zautomatyzowane systemy dowodzenia i kiero-
wania w armiach zachodnich". MON W-wa 1972 r.
71. Nowicki M. Zbigniew: "Zasady działania zautomatyzowanych
sieci informacyjnych". CIN, SINTO 23, W-wa 1985 r.
72. Nożko Kazimierz: "Zagadnienia współczesnej sztuki wojen-
nej". MON, W-wa 1972 r.
73. "Obrona przeciwlotnicza wojsk". Cz. II /dywizja, pułk/.
Podręcznik. MON, W-wa 1975 r.
74. Olszewski Józef: Materiały ze szkolenia w ZSRR z PASUW-ZT.
WIL- Zegrze 1985 r.
75. "Osnowy bojowego primienienija takticzeskowo zwiena
polewoj avtomatizirowannoj systemy uprawlenija wojskami"
Projekt MO ZSRR, Moskwa 1984 r.
76. Pasternak Marian: "Problemy automatyzacji kierowania woj-
skami" - referat 1970 r.

77. Pasternak Marian, Boratym W.: "Projektowanie systemów automatowego przetwarzania informacji dla usprawnienia procesu kierowania w wojsku". MW nr 5/1975 r.
78. Patkowski Kazimierz: "Obrona radioelektroniczna systemów łączności armii i dywizji przed rozpoznaniem i zakłóceniami". ZN ASG WP nr 3/14/1977 r.
79. Patkowski K.: "Perspektywiczne kierunki rozwoju polowych systemów łączności" /praca naukowo-badawcza/ ASG WP 1985 r.
80. Patkowski K.: "Kierunki rozwoju polowych systemów łączności". ZN ASG WP nr 2/35/1983 r.
81. Patkowski K.: "Perspektywiczne systemy łączności uwzględniające przewidywane wymagania taktyczno-operacyjne dowodzenia wojskami" /praca naukowo-badawcza/. ASG WP W-wa 1984.
82. Patkowski K. i inni: "Zwiększenie efektywności dowodzenia wojskami lądowymi w wyniku optymalizacji ich wyposażenia w techniczne środki łączności do 1980 r." /praca naukowo-badawcza/. ASG WP W-wa 1980 r.
83. Patkowski K., Kukowski A.: "Perspektywy rozwoju środków i systemów łączności". ZN ASG WP nr 1/26/1981 r.
84. Parys S.: "Zabezpieczenie tajności informacji w systemie automatycznego przetwarzania informacji" - "Zeszyt automatyzacji i mechanizacji systemów kierowania w wojsku" nr 10/47 i 11/48 z 1971 r. Szt.Gen. MON, W-wa 1971 r.
85. Peciak Józef: "O utajnianiu mowy bez tajemnic". MON W-wa 1980.
86. Pencak Z., Samoraj J.: "Eksploatacja systemów łączności" cz. I - Podstawy teorii systemów eksploatacji. WAT W-wa 1984 r.
87. Piotrowski Sylwester: "Organizacja pracy w sztabie dywizji i pułku". ZN ASG WP nr 2/5/1975 r.

88. Piotrowski S.: "Organizacja pracy w sztabie dywizji i pułku podczas przygotowywania natarcia z rejonu wyjściowego położonego w głębi". ZN ASG WP nr 2/5/1975 r.
89. Piotrowski S.: "Organizacja i funkcjonowanie znowelizowanego systemu dowodzenia armii oraz kierunki jego doskonalenia" /rozprawa habilitacyjna/. ASG WP W-wa 1985 r.
90. Piotrowski S.: "Zapewnienie żywotności systemu dowodzenia pułku i dywizji w toku walki". ZN ASG WP , W-wa 1983 r.
91. Popławski Tadeusz: "Łączność w zautomatyzowanych systemach dowodzenia". MW nr 1/1969 r.
92. Popławski T.: "Główne definicje i oznaczenia umowne stosowane przy badaniu systemów łączności". WAT, W-wa 1973 r.
93. "Problemy awtomatizacji uprawlenija wojskami". Sbornik rabot specjalistow armii stran-uczastnic Warszawskowo Dogowora. Issledowatielskij Institut, Praga 1973 r.
94. "Proces informacyjny oraz zobrazowanie informacji w polowych systemach dowodzenia na szczeblach taktycznych". WAT W-wa 1971 r.
95. Pszczołowski Tadeusz: "Encyklopedia prakseologii i teorii organizacji". Wyd. Ossolineum 1978 r.
96. Puchalski Franciszek: "Transmisja danych w systemach informatycznych". WPT nr 4/1973 r.
97. Patkowski K.: "Podręcznik łączności cz. I - Zasady ogólne organizacji łączności". ASG WP W-wa 1985 r.
98. "Regulamin walki wojsk lądowych SZ PRL" - cz. I /dywizja, pułk/. MON, W-wa 1985 r.
99. Rodycz Stanisław: "Koncepcja doskonalenia systemu łączności DZ w aspekcie wprowadzania zautomatyzowanych systemów dowodzenia wojskami". Rozprawa doktorska. ASG WP, W-wa 1985.

100. Rogala Feliks: "Automatyzacja systemów dowodzenia a nowoczesne metody pracy". MW nr 5/1973 r.
101. Scott R.: "Ochrona stanowisk dowodzenia/wg poglądów amerykańskich/". WPZ nr 3/151/1983 r.
102. Seidler Jerzy: "Analiza i synteza sieci łączności dla potrzeb systemów teleinformatycznych". PWN, W-wa 1979 r.
103. Seidler J.: "Nauka o. informacji" - tom I/II. WNT, W-wa 1983 r.
104. Sienkiewicz Piotr: "Wybrane problemy rozwoju automatyzacji systemów dowodzenia". ZN ASG WP nr 4/32/1982 r.
105. Sienkiewicz P.: "Teoria efektywności systemów kierowania" - tom I/II. Rozprawa habilitacyjna. ASG WP W-wa 1979 r.
106. Sienkiewicz P.: "Inżynieria systemów-wybrane zagadnienia wojskowe". MON W-wa 1983 r.
107. Sienkiewicz P.: "Wybrane problemy efektywności systemów dowodzenia". MW nr 2/1982 r.
108. Sienkiewicz P.: "Systemy człowiek - technika a rozwój sił zbrojnych". MW nr 8/1982 r.
109. Sienkiewicz P.: "Problemy dowodzenia w świetle badań systemowych". MW nr 9/1981 r.
110. Sikorski Edmund: "Wpływ użycia broni neutronowej na działanie polowego systemu łączności DZ/DPanc". ASG WP W-wa 1984 r.
111. Sokołowski J. Stanisław: "Analiza logiczna pragmatycznego pojęcia efektywności /studium metodologiczne/". WAP, W-wa 1967 r.
112. Sokołowski J. Stanisław: "Decyzja a działanie". MON, W-wa 1975 r.
113. "Siły i środki oraz zasady prowadzenia WRE przez SZ państw NATO". WCPK, W-wa 1983 r.

114. Stokalski Andrzej: "Rola informatyki w procesie decyzyjnym w wojsku". ZN ASG WP nr 4/40/1984 r.
115. Szumski H.: "Organizacja wypracowania decyzji z jednoczesnym sprawowaniem dowodzenia wojskami w warunkach wykonywania zadań bojowych". ZN ASG WP nr 4/40/1984 r.
116. Sz. W.: "Dowodzenie na szczeblu taktycznym w dobie mikroelektroniki". WPZ nr 5/159/1984 r.
117. Szczepaniak Marian, Sienkiewicz Piotr, Więckowski W.: "Dowodzenie z komputerem - realia i perspektywy". MON, W-wa 1985 r.
118. Szczepaniak Marian: "Kierunki rozwoju zautomatyzowanych systemów dowodzenia". ZN ASG WP nr 2/35/1983 r.
119. Szyszkowski Jan: "Zaskoczenie i próba liczbowego wyrażenia jego skutków". MW nr 12/1981 r.
120. Szedrin L.P.: "Osnowy teorii sieciowej wojennej swiazi". WAC, Leningrad 1983 r.
121. Tarasiuk Bogdan: "Odtwarzanie systemu dowodzenia dywizji w natarciu" /rozprawa doktorska/. ASG WP, W-wa 1985 r.
122. Tarasiuk Bogdan: "Wnioski z konsultacji przeprowadzonej w BAL w zakresie nauczania i bojowego wykorzystania systemu dowodzenia PASUW-ZT". ASG WP, W-wa 1985 r.
123. Tarasiuk Bogdan: "Zasady dowodzenia wojskami". ASG WP W-wa 1986 r.
124. "Taktyka wojsk łączności" - album schematów. WSOWŁ, Zegrze 1984 r.
125. Topolewski Zygmunt: "Analiza i synteza ochrony informacji w procesach przetwarzania i teletransmisji danych". Wyd. Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1985 r.

126. Tkaczenko P.N., Kucew L.N. i inni: "Matematyczne modele działań bojowych". Tłumaczenie z jęz. rosyjskiego. ASG WP, W-wa 1969 r.
127. Urbańczyk Tadeusz: "Dowodzenie a nowoczesna koncepcja teorii podejmowania decyzji"/materiały z sympozjum naukowego/. ZN ASG WP nr 4/40/1984 r.
128. "Urządzenie BAZALT-A1." Opis techniczny i eksploatacja. 110.129.002 T01 /w jęz. rosyjskim/. WIŁ Zegrze 1985 r.
129. "Urządzenie 1W57M". Opis techniczny. BE1.700.000.T0. WIŁ, Zegrze 1985 r.
130. "Vademecum łączności szczebla taktycznego". ASG WP, W-wa 1980 r.
131. "Vademecum taktyczne oficera - taktyka wojsk łączności". Cz. II. WSOWŁ Zegrze 1984 r.
132. "Vademecum z zakresu OPL wojsk lądowych". ASG WP, W-wa 1980 r.
133. Wiśniewski F.: "Dowodzenie a znanstwo zagadnień cybernetycznych". ASG WP, W-wa 1965 r.
134. "Wojennyj Standard SEW - terminy i opredzielenija." Tiema 02.07.83 godowego plana razrabotki wojennyh standartow SEW.
135. Wrona Czesław: "Metodyka oceny efektywności systemów dowodzenia wojskami". MW nr 11/1975 r.
136. Wrona Czesław: "Kierowanie/dowodzenie/ systemami wojskowymi przez określanie celów". MW nr 11/1976 r.
137. Wróblewski Włodzimierz: "Ocena efektywności polowego systemu łączności ZT" /praca dyplomowa/. WAT, W-wa 1985 r.

138. "Wybrane problemy teorii organizacji i zarządzania w aspekcie wykorzystania ich do usprawniania procesów dowodzenia i zarządzania". Szt.Gen.MON. W-wa 1970 r.
140. "Wybrane zagadnienia podstaw dowodzenia" - cz. I i II. Zarząd Szkolnictwa Wojskowego, W-wa 1984 r.
141. "Wybrane materiały z dorocznej odprawy szkoleniowej kierowniczej kadry WRE SZ PRL". Szt.Gen. MON, W-wa 1986 r.
142. "Zasady użycia broni jądrowej w SZ NATO". Szt.Gen. - Zarząd II, W-wa 1977 r.
143. "Zasady weryfikacji i oceny rozwiązań w metodyce oceny efektywności wojskowych systemów informatycznych". WAT, W-wa 1977 r.
144. "Zastosowanie symulacji na EMC do badania systemów łączności". Materiały konferencji naukowej IST WE WAT, W-wa 1976 r.
145. Zieleniewski J.: "Podstawowe pojęcie teorii systemów, organizacji sterowania i zarządzania". W-wa 1974 r.
146. Zieliński Adam: "Doskonalenie organizacji, stylu i metod dowodzenia na szczeblu taktycznym". MW nr 11/490/1985 r.

WYKAZ ZAŁĄCZNIKÓW

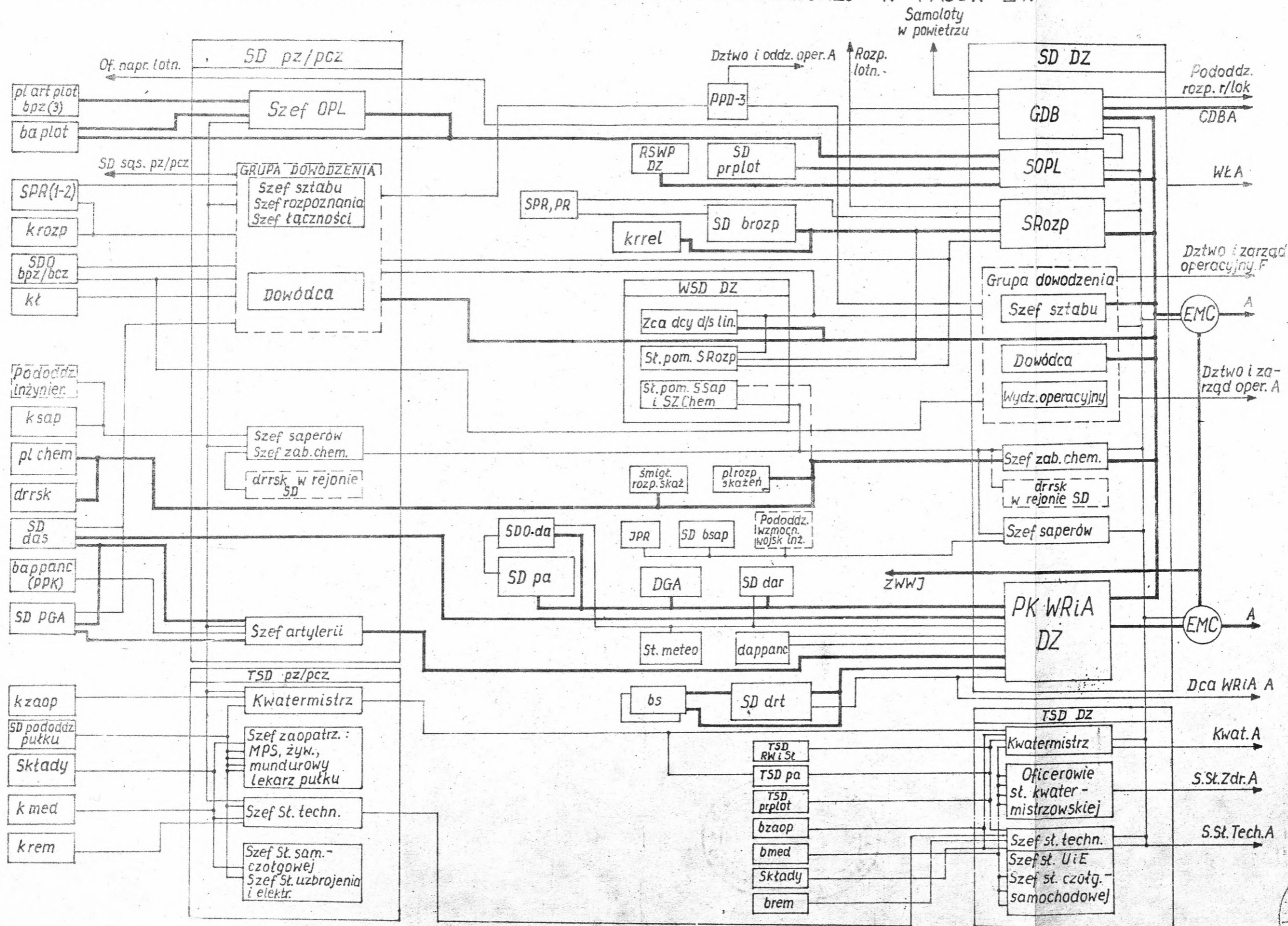
1. Schemat przepływu informacji w systemie dowodzenia DZ wyposażonej w PASUW-ZT.
2. Wykaz i przeznaczenie wozów dowódczo-sztabowych i specjalnych zestawu PASUW-ZT.
3. Schemat strukturalny PASUW-ZT.
4. Techniczne środki dowodzenia.
5. Wyposażenie wozów dowódczo-sztabowych i wozów specjalnych zautomatyzowanego systemu dowodzenia PASUW-ZT.
- 5a. Wyposażenie wozów dczo-szt. i wozów specjalnych zautomatyzowanego systemu dowodzenia PASUW-ZT - ciąg dalszy tab. 5.
6. Podstawowe dane taktyczno-techniczne środków łączności nowej generacji.
7. Schemat połączeń WDSz MP-21M.
8. Schemat połączeń WDSz MP-31.
9. Schemat połączeń wozu MP-22.
10. Schemat połączeń WDSz MP-23.
11. Schemat połączeń wozu specjalnego BETA-3M.
12. Schemat połączeń WDSz MP-24M.
13. Schemat połączeń WDSz MP-25.
14. Organizacja transmisji danych w sieciach radiowych.
15. Organizacja transmisji danych w łączności radioliniowej i przewodowej.
16. Organizacja sieci transmisji danych informacji radiolokacyjnej /czasu realnego/.

$\frac{21}{47}$

17. Schemat transmisji danych w sieciach i kierunkach radiowych w PASUW-ZT.
18. Schemat łączności radiowej z wykorzystaniem PASUW-ZT /variant/.
19. Rezultaty prognozowania trwałości linii łączności przy oddziaływaniu czynników rażących pierwszej i drugiej grupy.
20. Kierunki doskonalenia PASUW-ZT.

SCHEMAT PRZEPŁYWU INFORMACJI W SYSTEMIE DOWODZENIA DZ WYPOSAŻONEJ W PASUW-ZT.

Załącznik nr 1



Wykaz i przeznaczenie wołów dowódczo-sztabowych i specjalnych
zestawu PASUW-ZT

Podsys-tem	Punkt dowodz.	Typ WDSz, WS	Osoby funkcyjne dowództwa i sztabu
Podsystem ogólnowojskowy	SD DZ/DPanc	MP-21M	Dca dywizji, szef wydziału operacyjnego, st. pom. SWO, szef łączności dywizji.
		MP-21M	Szef szt. dyw., pom. SWO, oficer wezwany przez szefa sztabu, pom. szefa łączności.
		MP-21M2	Szef zabezpieczenia chemicznego, pom. SZCh do spraw rozpoznania i prognozowania, operator SOAS /3 osoby + 1 miejsce rezerwowe/.
		MP-21M3	Szef rozpoznania dyw., oficer tłumacz, dca lub szef sztabu bat. rozpoznawczego /3 osoby + 1 miejsce rezerwowe/.
	EMC BETA-3M	Dowódca EMC i dyżurni operatorzy.	
WSD /ZSD/ DZ/DPanc	MP-21M	Zastępca dowódcy dywizji d/s liniowych, trzech oficerów grupy operacyjnej.	
Podsystem ogólnowojskowy	SD pz/pcz	MP-31	Dca pz/pcz, oficer operacyjny, szef łączności - x 4.
		MP-31	Szef szt. pz/pcz, szef rozpoznania pułku, oficer operacyjny - x 4.
Podsystem OPL	SD DZ/DPan	MP-22	Szef OPL dywizji, oficer operacyjny.
		MP-25	Pom. szefa OPL, dyżurny operator.
		MP-23	Dca grupy dowodzenia bojowego lotnictwem.
Podsystem WRiA	SD DZ/DPan	MP-24M	Dca WRiA dywizji, szef rozpoznania WRiA, oficer operacyjny.
		MP-24M1	Szef szt. WRiA dywizji + 2 oficerów sztabu WRiA.
	SD pa /DGA, PGA/	EMC BETA-3M	Dca EMC, dyżurni operatorzy.
		MP-24M2;1	Dowódca pułku artylerii /DGA, PGA/; szef szt. pa.
SD pz/pcz	MP-24M2	Szef artylerii pułkowej - x4.	

TECHNICZNE ŚRODKI DOWODZENIA

Środki opracowania informacji i wykonywania obliczeń operacyjno-taktycz.

- komputery
- czytniki-dziurkarki
- taśmy
- adaptery telefoniczne i telegraficzne
- monitory
- czytniki kart
- dziurkarki kart
- alfaskopy
- jednostki sterowania pamięciami
- pamięci taśm, bębnowe i dysków
- minikomputery
- mikrokomputery
- proste maszyny liczące
- kalkulatory
- pamięci taśmowe kasetowe

Środki dokumentowania i zobrazowania danych.

- drukarka znakowo-mozaikowa
- drukarka wierszowa
- dalekopisy
- drukarka znakowo-mozaikowa z klawiaturą
- magnetowidy
- aparaty telekopowe
- rejestratory fotoelektryczne
- automaty do nanoszenia sytuacji na mapę
- urządzenia zobrazowania danych
- monitory ekranowe
- pulpit do nadawania sformalizowanych kodogramów
- pulpit powiadomiania
- urządzenia zapisujące dźwięk
- wzory typowych dokumentów

Urządzenia łączności sygnałów i sprzężonych odpowiednio ze środkami automatyzacji.

- rdst przenośne i pokładowe
- radiotelefony
- multipleksery
- linie transmisyjne
- światłowody
- przetworniki analogowo-cyfrowe
- cyfrowe aparaty telefoniczne
- wideotelefony
- urządzenia utajniające
- modemy

Ruchome uniwersalne miejsca pracy oraz aparatownie.

- ruchome ośrodki obliczeniowe
- wozy dowodzenia ze środkami automatyzacji
- samochody dowódczo-sztabowe
- powietrzne punkty dowodzenia
- rdst dużej i średniej mocy
- radiolinie horyzontalne i troposferyczne
- punkty kierowania WŁ
- punkt wymiany poczty polowej

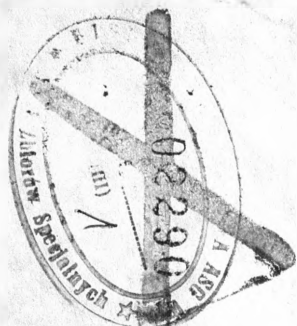
Środki zdobywania informacji

- środki satelitarne
- technika podczerwieni
- stacje radiolokacyjne
- urządzenia radionawigacyjne
- aparaty telewizyjne
- przyrządy rozpoznania skażeń
- środki rozpoznania artyleryj.
- przyrządy obserwacyjne
- urządzenia radioelektr.

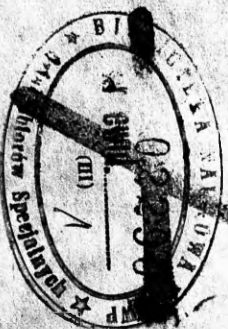
WYPOSAŻENIE WÓZKÓW DOWODZCO-SZTABOWYCH I WÓZKÓW SPECJALNYCH
ZAUTOMATYZOWANYCH SYSTEMÓW DOWODZENIA PASÓW-ZP

Załącznik nr 5

NAZWA I TYP URZĄDZENIA	Typ WDSz i WS podsystemu ogólnowojskowego					Typ WDSz i WS podsystemu WRiA.				Typ WDSz i WS podsystemu OPI.			UWAGI
	MP31	MP21M	MP21M2	MP21M3	BETA 31	MP24M	MP24M1	MP24M2	BETA 31	MP22	MP25	MP23	
SRODKI ŁACZNOSCI													
1. Radiostacja R-134 /130/	1	1	1	1	-	1	1	1	-	1	1	1	R-130 tylko w MP-31.
2. Radiostacja R-173 /R-123 TM/	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	R-123 tylko w MP-31.
3. Radiostacja R-111 /seria 08/	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
4. Odbiornik R-173P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	
5. Radiostacja R- 862	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	
6. Radiostacja przenośna R-159	1	1	1	1	-	1	1	1	-	1	1	1	W MP-23 jest R-809
7. Radiolinia AZID 1/D	-	1	1	1	1	1	1	-	1	1	1	1	
8. Urządzenie selektywnego wywołania R-012M	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
9. Urządzenie specjalne T-219 M	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
10. Pulpit dodatkowy radiotelefoniczny D 80	-	1	1	1	-	1	1	1	-	1	1	1	
11. Pulpit kanałów zewowych D87	-	1	1	1	-	1	1	1	-	1	1	1	
12. Urządzenie transmisji danych BAZALT - A1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	
13. Urządzenie transmisji danych BAZALT - B1	-	1	1	1	1	1	1	1	1	-	-	-	
14. UTD 52 N /nadajnik/	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	



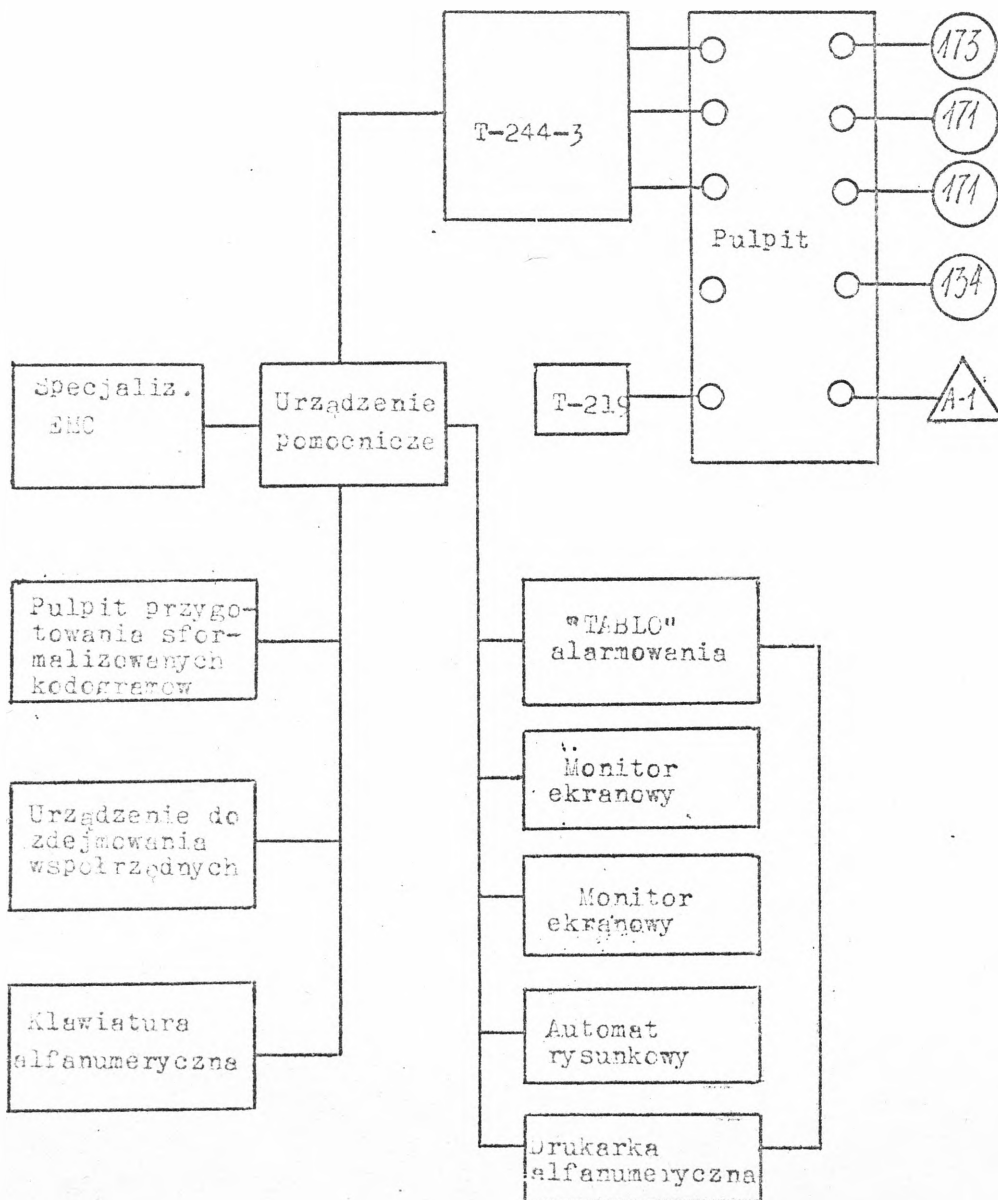
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
15. UTD 53N /odbiornik/	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	
16. UTD AJ 011	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	
17. UTD S-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	2	
18. ŚRODKI AUTOMATYZACJI ZESTAWU PASOW - ZE													
18. EMC typ A-40	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	
2. Pamięć operacyjna UOP BE	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	
3. Bank danych na taśmie ZUM-75	-	-	-	-	2	-	-	-	2	-	-	-	
4. Aparatura sterow. urzadz. zewnęt.	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	
5. Pulpit sterowania	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	
6. Dalekopis STA-M67	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	
7. Dalekopis RTA-6	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Wykorzystywany jako drukarka
8. Drukarka ACPU-64-6	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	-	
9. Minikomputer pokładowy 1W57M	-	1	1	1	-	1	1	1	-	1	-	1	
10. Sterownik programowy 19N	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
11. Procesor peryferyjny 119N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	4	-	
12. Multiplekser 71N	-	1	1	1	-	1	1	1	-	-	-	-	
13. Multiplekser 13N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
14. Multiplekser 125N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	
15. Multiplekser 126N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	
16. Sterownik programowy 136N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
17. Klawiatura specjalizowana	D10	D34	D34	D34	-	D34	D34	D34	-	D54	-	D34	
18. Klawiatura alfanumeryczna 94N	91N	1	1	1	-	1	1	1	-	-	-	-	
19. Czytnik współrzędnych 47N	1	1	1	1	-	1	1	-	-	-	-	-	
20. Grafoskop 1A003	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	
21. Odbiornik sygn. i komend 98N	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
22. Monitor ekranowy WK 175	-	2	2	2	-	2	2	2	-	2	2	2	
23. Wskaźnik sytuacji r/lok. 1A009	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	1	
24. Magnetofon MS61M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	
25. Bloki wprowadzania danych i komend D22 i D23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	



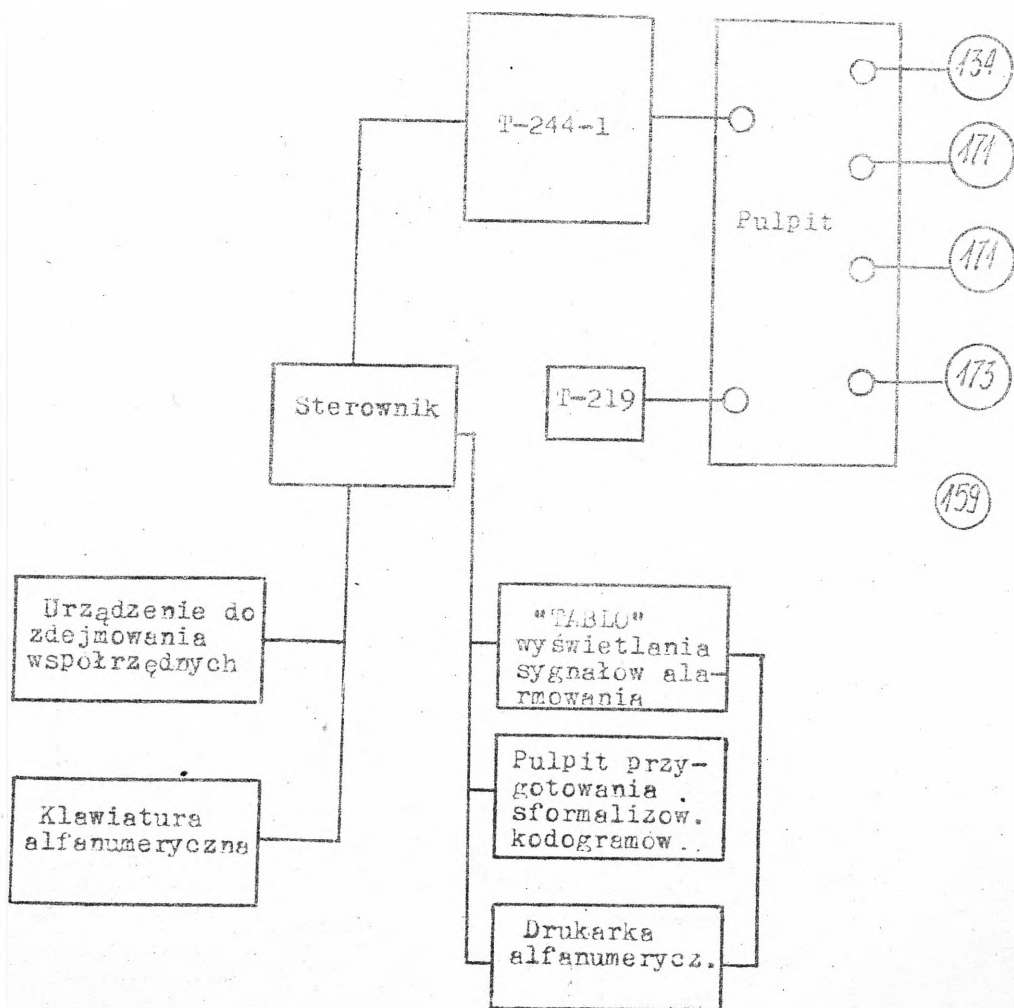
NAZWA SPRZĘTU	Zakres / MHz /	Ilość fal	Zasięg /km/	Obsługa /osób/	Rodzaje emisji	Ilość kanałów	Ilość ZPCz	Współczynnik niezawod. K_s	
								bez BMR	z użyciem BMR
1. Radiostacja TUBEROZA-1	30 - 80	2000	5 - 10	1	Modulacja częstotliwości	1 tlf.	8	0,75	0,5
2. Radiostacja TUBEROZA-2	30 - 80	50000	10-30	1	Modulacja częstotliwości, manipulacja częstotliwości	1 tlf. lub 1 tlg.	8	0,8	0,6
3. Radiostacja R-173	30 - 76	46000	20-25	1	Modulacja częstotliwości	1 tlf.	8	0,7	0,5
4. Odbiornik radiowy R-173P	30 - 76	46000	-	1	Modulacja częstotliwości	1 tlf.	8	0,7	0,5
5. Radiostacja R-134	1,5 - 30	28500	w ruchu: 20 - 50 na postoju: 500	1	Modulacja amplitudy dwuwstępowa i jednowstępowa, manipulacja częstotliwości i amplitudy	1 tlf. lub 1 tlg.	8	0,8	0,6
6. Radiostacja R-171	30 - 76	46000	w ruchu: 35 na postoju: 70	1	Modulacja częst.	1 tlf.	8	0,7	0,5
7. Radiotelefon K-1M	75,2-87,5	50	do 20	1	Modulacja częst.	1 tlf. lub 1 cyfrowy	-	0,7	0,5
8. Radiolinia AZID-1D	390-430	800	40	1/3/		2 kan. tlf. i 2kan. tlg. lub 1 kanał 48 kbit/s	-	0,9	0,8
9. Radiolinia AZID-2	240-645	800	40	4		6/12 kan. tlf. lub 1 kan. 48/ 480 kbit/s		0,9	0,8

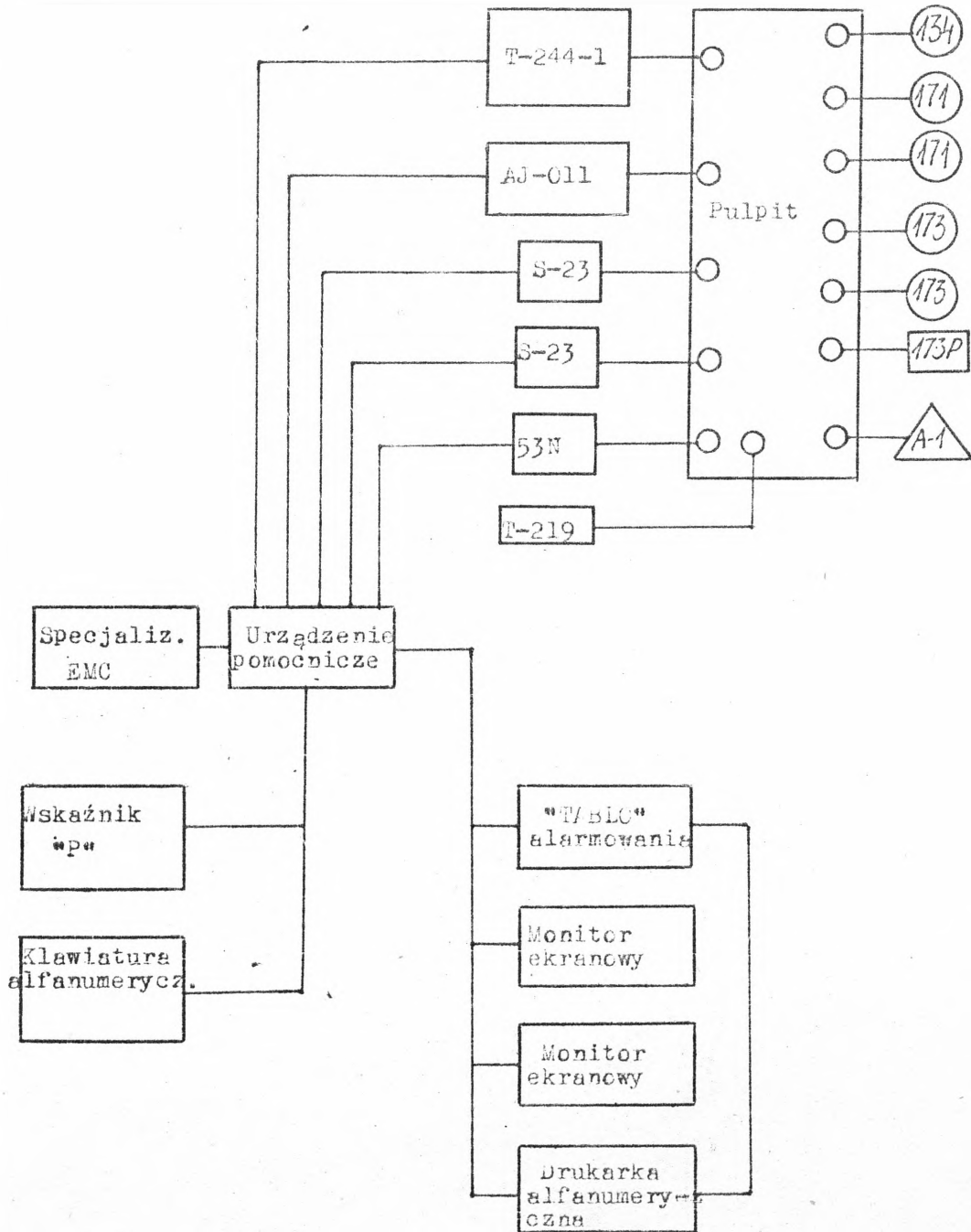


Schemat połączeń WDSZ MP-21M

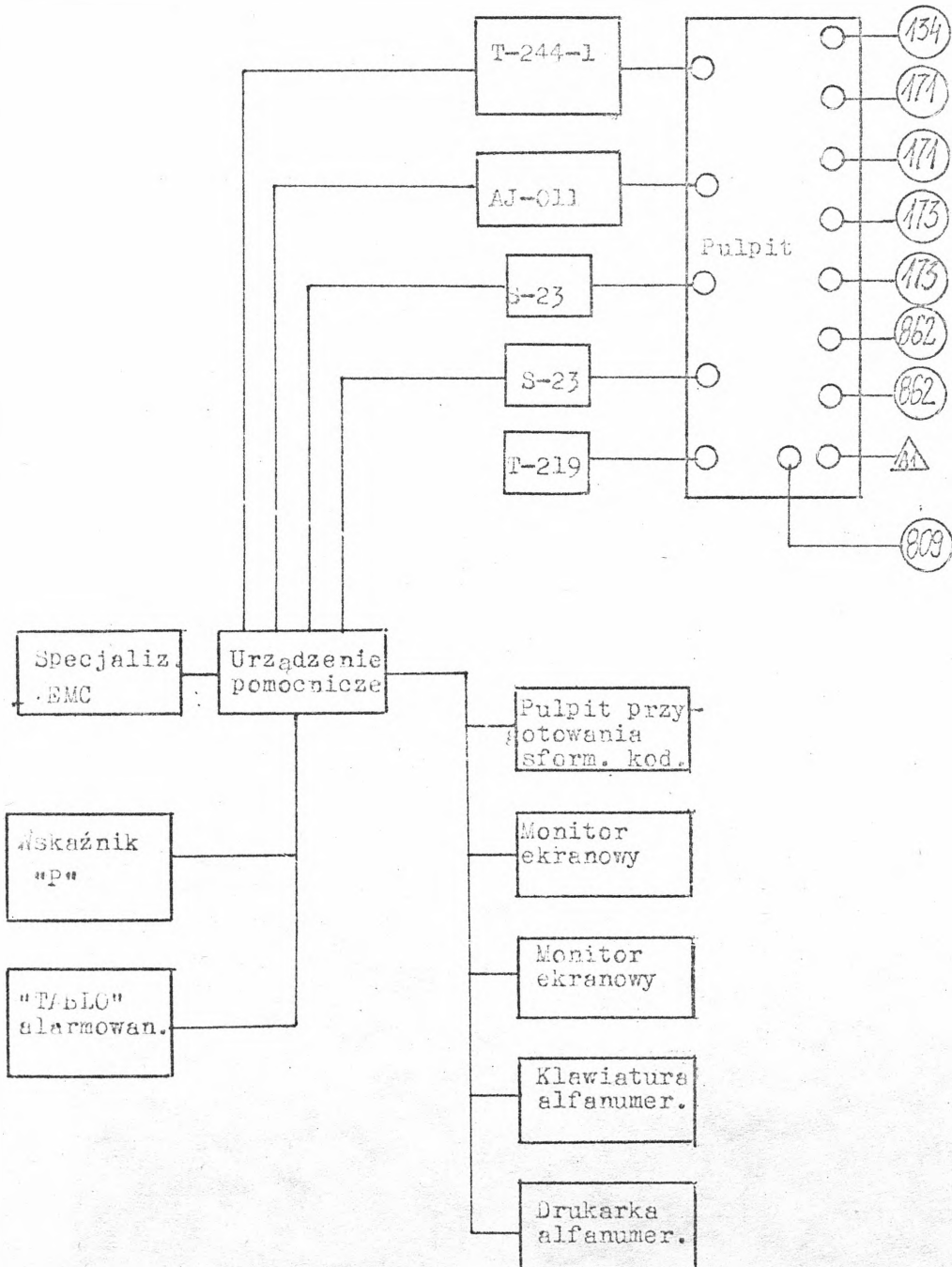


Schemat połączeń WDSz MP-31

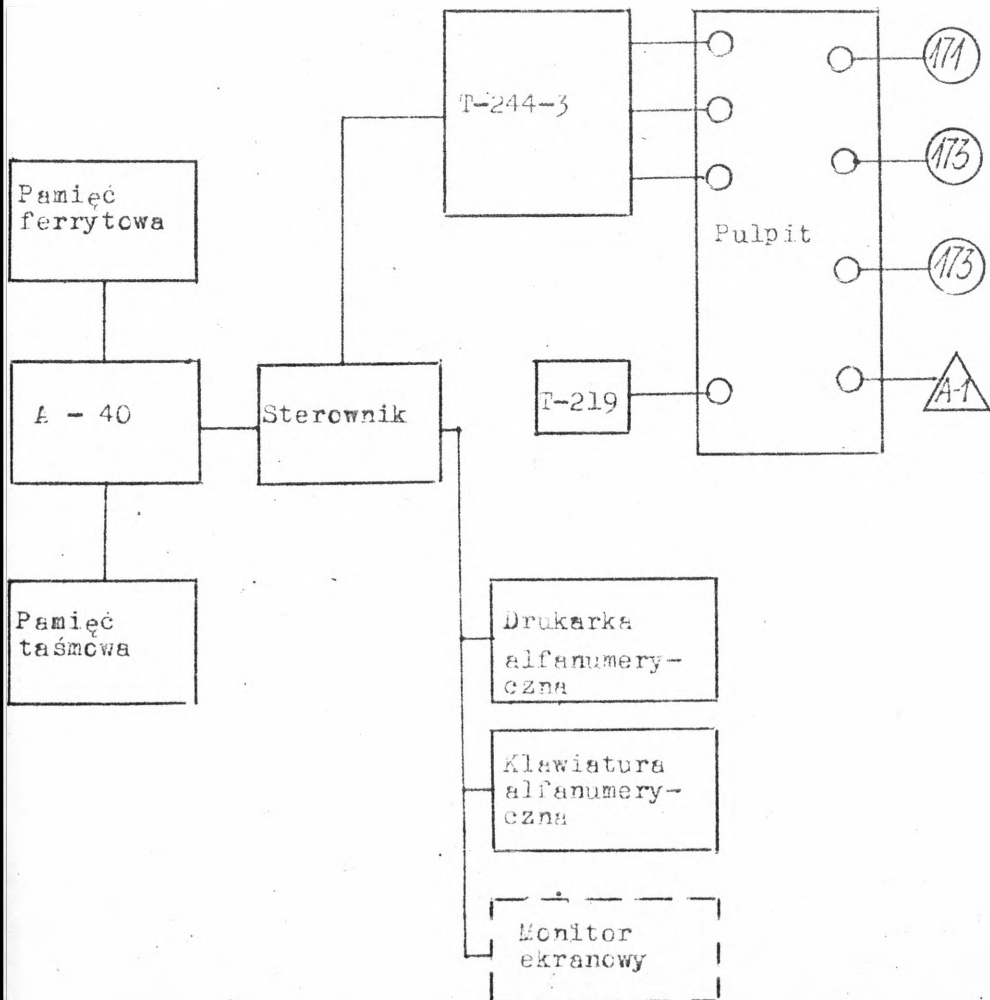




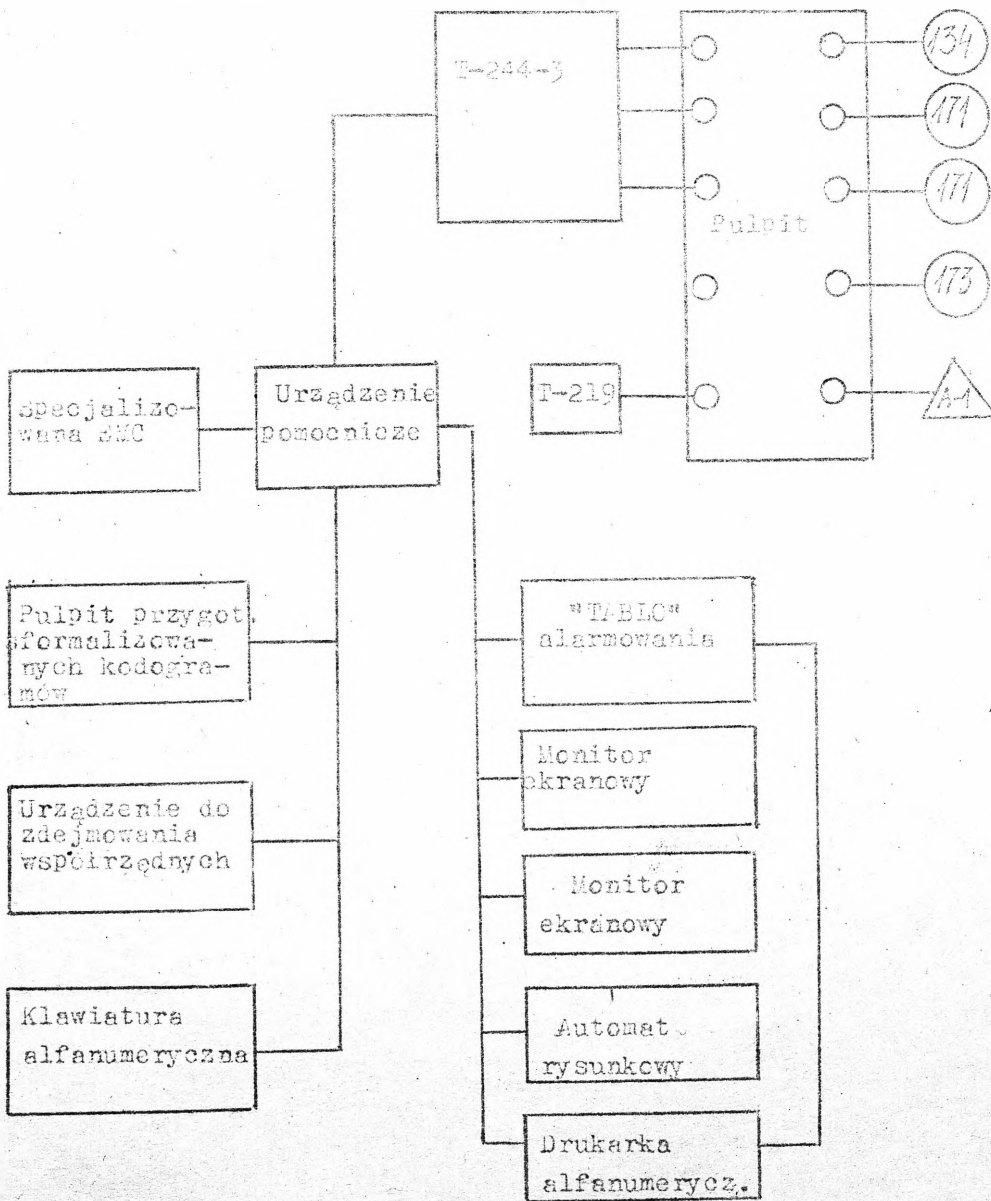
Schemat połączeń WDSZ MP-23



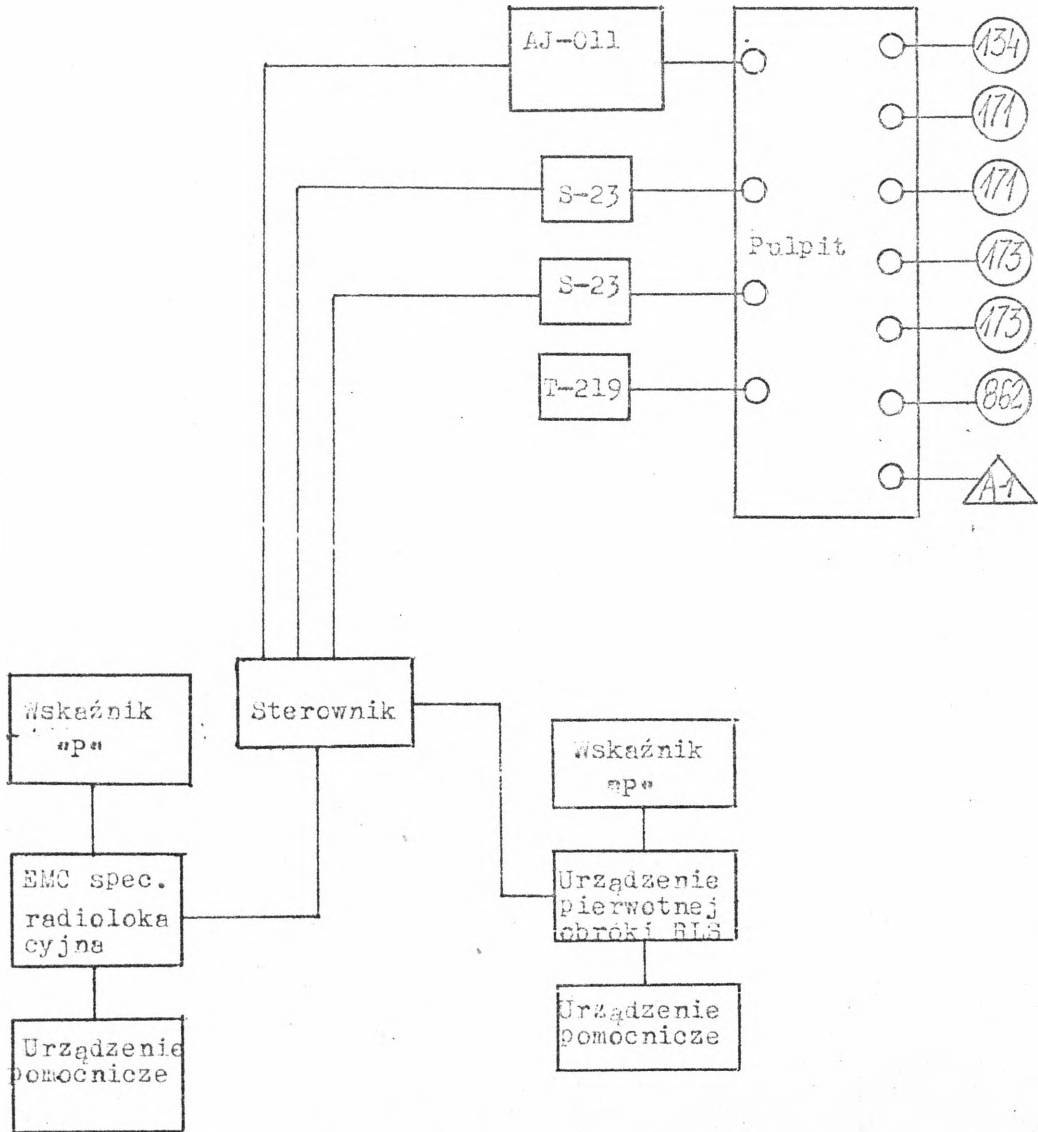
Schemat połączeń wozu specjalnego SBTW-3M.

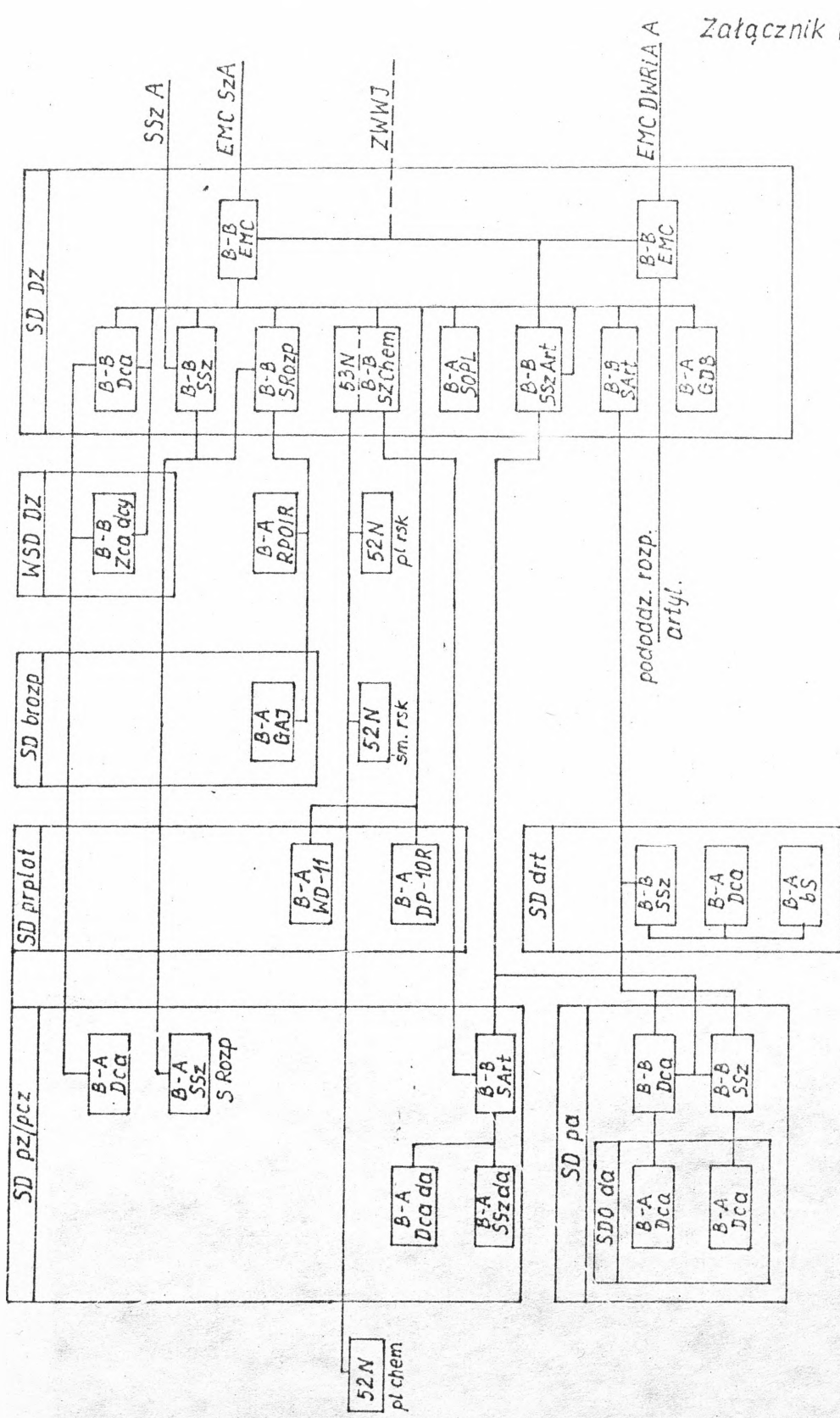


Schemat połączeń krosz MP-24M



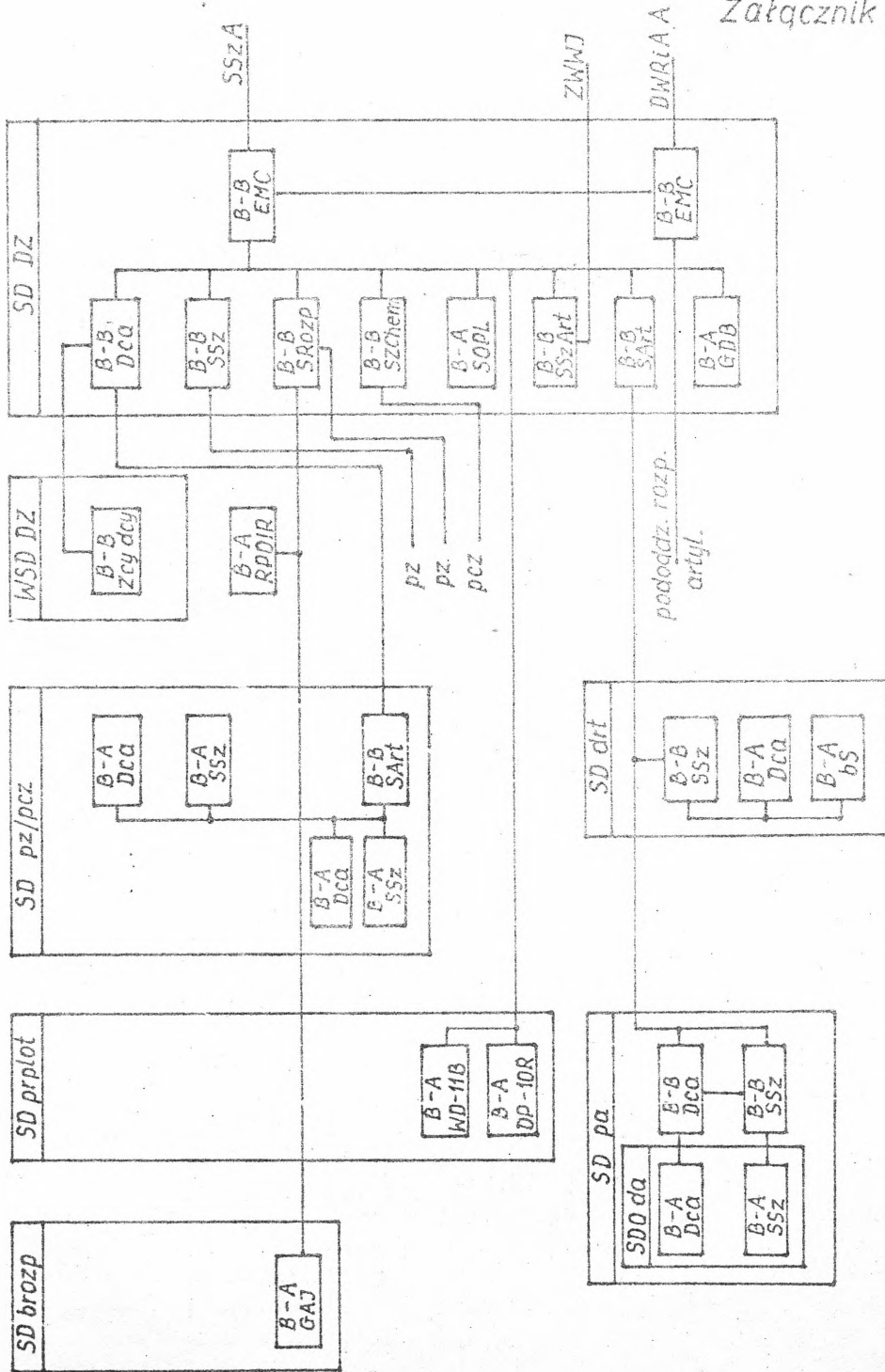
Schemat połączeń WDSz MP-25



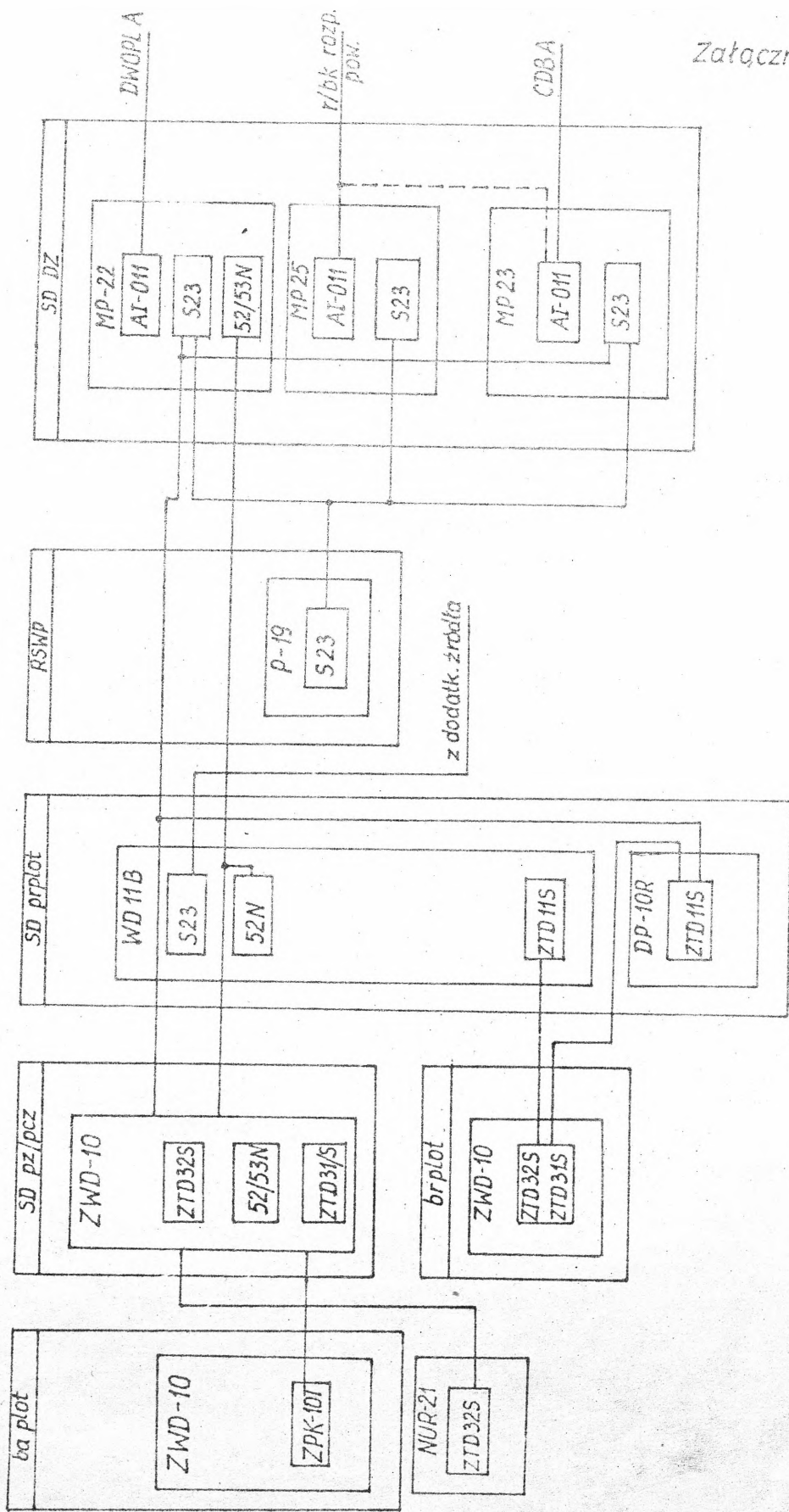


Załącznik nr 44

ORGANIZACJA TRANSMISJI DANYCH W SIECIACH RADIOWYCH.

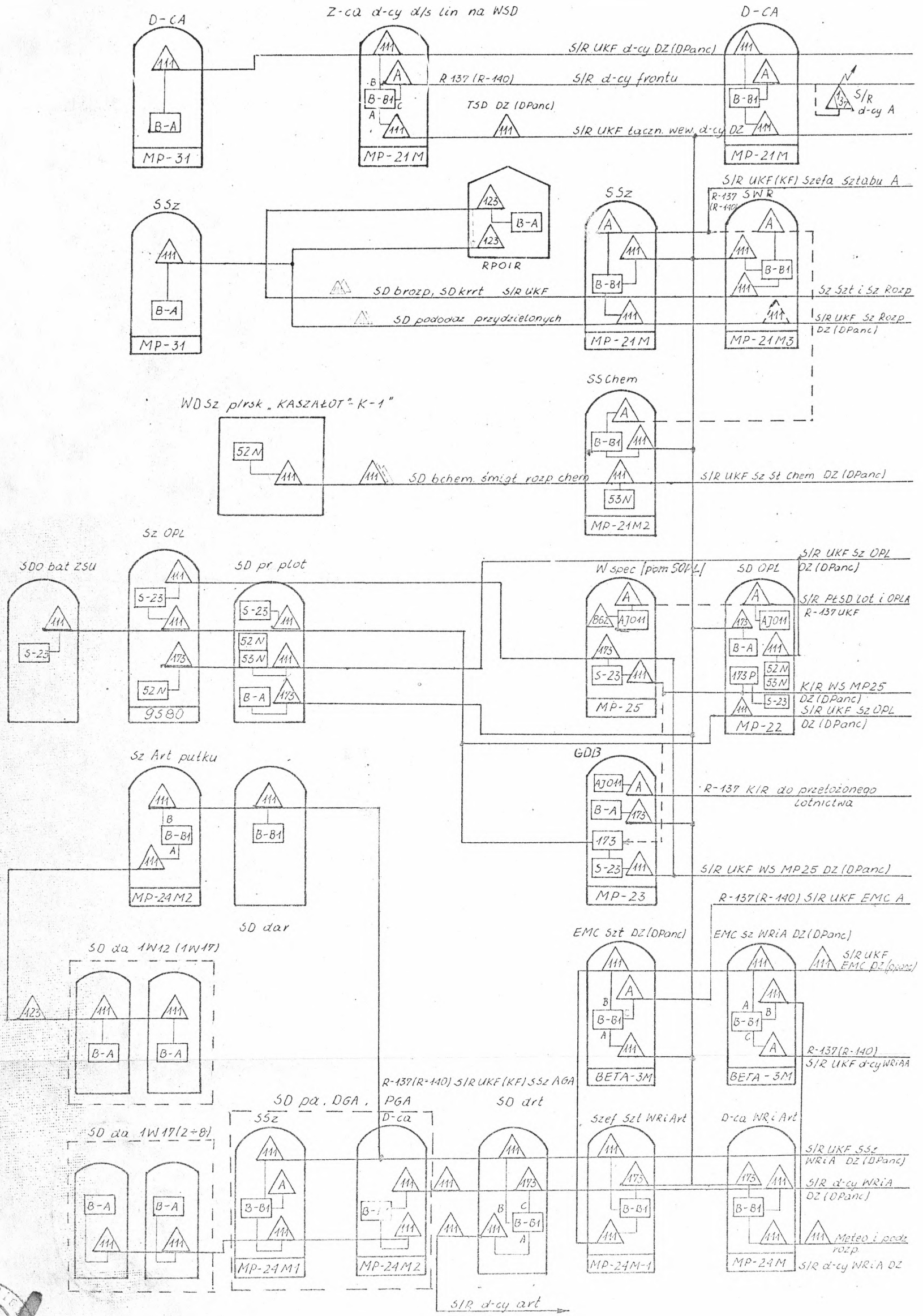


ORGANIZACJA TD W ŁĄCZNOŚCI RADIOLINIOWEJ I PRZEWODOWEJ



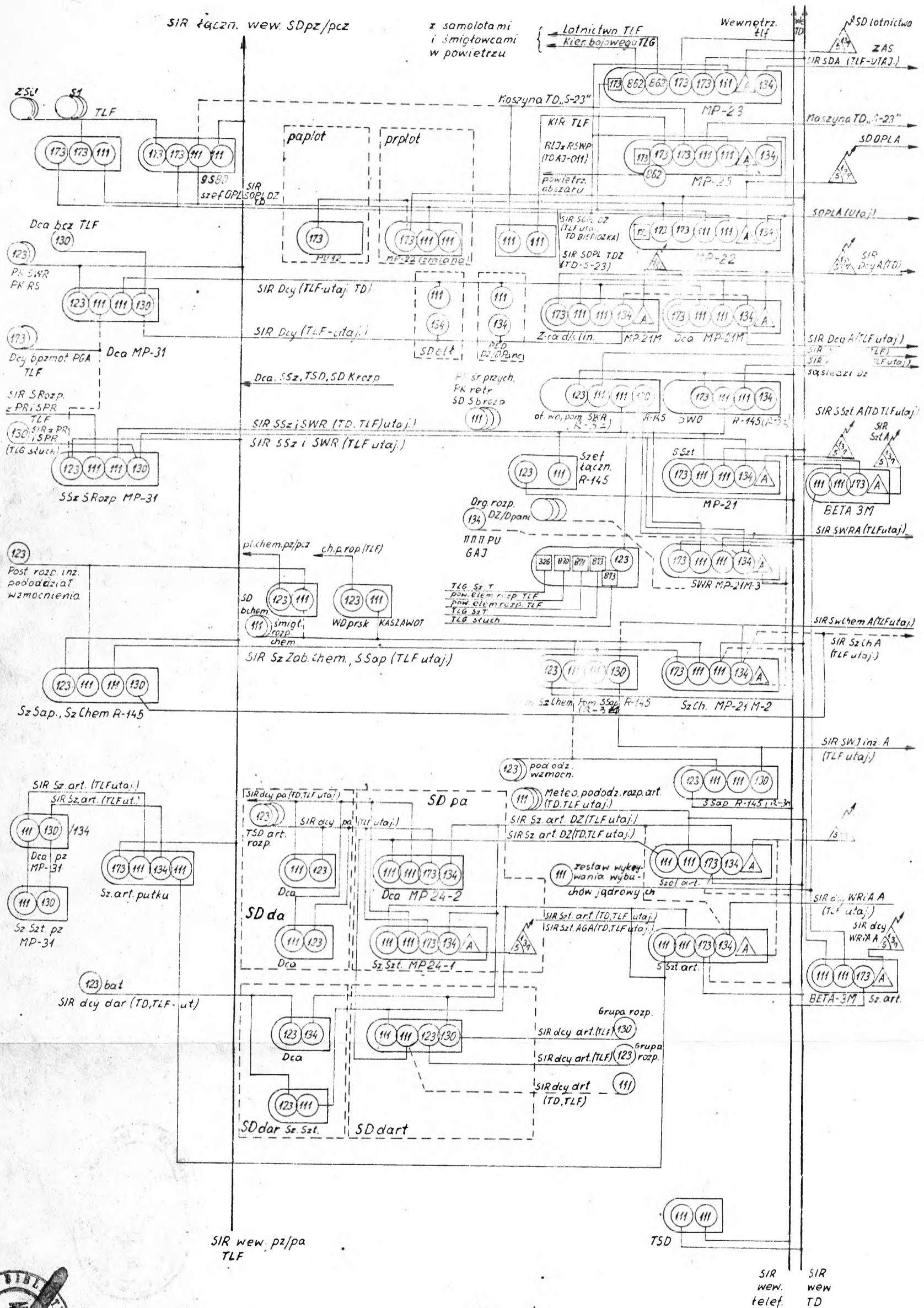
ORGANIZACJA SIECI TD INFORMACJI RADIOLOKACYJNEJ
(realnego czasu)

Schemat transmisji danych w S/R i K/R w PASUW ZT SD pz/pcz) Inne oddziały i pododdziały SD DZ (DPanc)



SCHEMAT ŁĄCZNOŚCI RADIOWEJ z wykorzystaniem PASUW ZT (wariant)

Załącznik nr 18



Rezultaty prognozowania trwałości linii łączności
przy oddziaływaniu czynników rażących pierwszej
i drugiej grupy.

Linia łączności	Grupa czynników	Wskaźniki	Odległość w kilometrach							
			10	20	40	60	80	100	120	150
R-409 /R-405/	I	Ks	0,84	0,82	0,8	0,7	0,6	0,55	0,5	0,4
		Tp/godz./	1,1	1,1	1,1	1,6	1,6	2,1	2,1	2,1
	II	Pporaż.	0,1	0,1	0,1	0,12	0,12	0,3	0,3	0,4
Linia radiowa KF	I	Ks	0,5	0,47	0,41	0,37	0,35	0,35	0,36	0,35
		Tp/godz./	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56
	II	Pporaż.	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56
Linia radiowa UKF	I	Ks	0,55	0,62	0,57	0,55	0,52	0,50	0,48	0,45
		Tp/godz./	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
	II	Pporaż.	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56
R-412	I	Ks	0,83	0,81	0,8	0,75	0,7	0,65	0,6	0,55
		Tp/godz.	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1	1,2	1,2
	II	Pporaż.	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56

UWAGA!

I grupa czynników - czynniki oddziałujące na system łączności bez uwzględnienia zmasowanych uderzeń jądrowych.

II grupa czynników - uwzględniają zmasowane uderzenia jądrowe.

Uśrednione wskaźniki sprawnego działania: /Ks/

R-409 /R-405/	- 0,65
Rdst UKF	- 0,60
Rdst KF	- 0,56
Linie kablowe	- 0,70
R-412	- 0,70
R-404	- 0,70

Kierunki doskonalenia PASUW - ZF

Porównywane parametry	Kompleks PASUW-ZF	
	Obecny	Udoskonalony
1. Szczegółowa automatyzacja.	Dywizja-pułk	Dywizja-pułk-batalion
2. Ukompletowanie w urządzeniach wynośne.	brak	wyposażony
3. Baza - elementowa - transportowa	trzecie pokolenie MTLBU + RWP	czwarte pokolenie MTLBU
4. Czas bezawaryjnej pracy.	300 godz.	1000 godz.
5. Środki łączności:		
a/ zakres UKF	20-52 MHz	30-76 MHz
zakres - KF	1,5-10,99 MHz	1,5-30 MHz
b/ transmisji-analogowe cyfrowe	jest nie ma	jest jest
c/ stopień utajnienia: telefoniczny	czasowy	gwarantowany
telegraficzny /transmisji danych/	gwarantowany	gwarantowany
6. UTD:		
a/ ilość kanałów-pułk dywizja	1 3	2 4
b/ czas bezawaryjnej pracy	300 godz.	1000 godz.
c/ szybkość transmisji	1200 b/s	1200, 16000, 32000 b/s
d/ masa urządzenia	360/216 kg	250/100 kg
7. Kompleks obliczeniowy:		
a/ szybkość działania	250 10^3 oper/s	1500 10^3 oper/s
b/ pamięć	64 kbajty	10 Mbajtów
c/ czas bezawaryjnej pracy	300 godz	1000 godz
8. Pokładowe EMC:		
a/ szybkość działania	50 10^3 oper/s	50 10^4 oper/s
b/ pamięć	30 kbajtów	144 kbajtów
c/ masa	75 kg	45 kg
d/ czas bezawaryjnej pracy	300 godz	5000 godz