



Grey Scale #13



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 WP

WYDZIAŁ WOJSK LĄDOWYCH
KATEDRA TAKTYKI WOJSK ŁĄCZNOŚCI

JAWNE

~~SECRET~~

Egz. Nr. 1



Zbiór referatów z sympozjum naukowego
Katedry Taktyki Wojsk Łączności
na temat:

CHARAKTERYSTYKA I WYKORZYSTANIE LINII DALEKOSIĘŻNYCH W POŁOWYCH SYSTEMACH ŁĄCZNOŚCI



47481

WARSZAWA

1983



AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO WP

WYDZIAŁ WOJSK LĄDOWYCH
KATEDRA TAKTYKI WOJSK ŁĄCZNOŚCI

JAWNE

~~_____~~
st. ~~_____~~

Egz. Nr. 1



Zbiór referatów z sympozjum naukowego
Katedry Taktyki Wojsk Łączności
na temat:

CHARAKTERYSTYKA I WYKORZYSTANIE LINII DALEKOSIĘŻNYCH W POŁOWYCH SYSTEMACH ŁĄCZNOŚCI

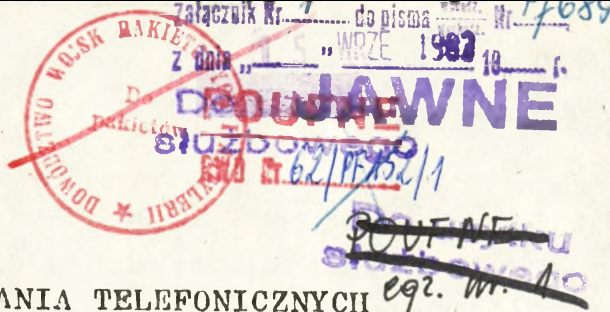


47481



PRZEKLASYFIKOWANO

Protokół Nr 54385



PODSTAWOWE KRYTERIA ZESTAWIANIA TELEFONICZNYCH
ŁAŃCUCHÓW TELEKOMUNIKACYJNYCH NA LINIACH TOROWYCH

PRZEKLASYFIKOWANO
Protokół Nr 12657

W procesie dowodzenia wojskami zachodzi konieczność realizacji połączeń pośrednich zwłaszcza dla potrzeb współdziałania i zapewnienia łączności przez szczebel, dlatego istnieje potrzeba określenia dopuszczalnego składu telefonicznego łańcucha telekomunikacyjnego zestawianego na liniach torowych.

Międzynarodowy Komitet Doradczy do spraw Telefonii i Telegrafii /CCITT/ sprecyzował kryteria dotyczące łączności telefonicznej.

Obejmują one ustalenia w zakresie:

- szerokości pasma częstotliwości skutecznie przenoszonych;
- wartości tłumienności wynikowej komutowanych telefonicznych łańcuchów telekomunikacyjnych;
- dopuszczalnych zniekształceń tłumieniowych;
- dopuszczalnych zniekształceń opóźnieniowych;
- dopuszczalnych zniekształceń nieliniarnych;
- dopuszczalnych krótkotrwałych przerw i zakłóceń impulsowych;
- dopuszczalnego stosunku sygnału do szumów.

Ponadto, w wojsku ujęto problem zapewnienia bezpieczeństwa wiadomości przekazywanych przez techniczne środki łączności.

Przestrzeganie wymagań stawianych łączności w toku planowania i eksploatacji technicznych środków telekomunikacyjnych decyduje o jakości świadczonych przez wojska łączności usług.

W informacji poruszę problematykę związaną z dwoma pierwszymi kryteriami zestawiania telefonicznych łańcuchów telekomunikacyjnych na liniach torowych tzn. z szerokością pasma częstotliwości skutecznie przenoszonych i wartością tłumienności wynikowej komutowanych telefonicznych łańcuchów telekomunikacyjnych.

Dla transmisji telefonicznych w analogowych systemach łączności aktualnie stosowanych CCITT zaleciło pasmo skutecznie przenoszonych częstotliwości o szerokości od 300 do 3400 Hz. Częstotliwości te są skutecznie przenoszone w kanałach telekomunikacyjnych w tym wypadku, gdy tłumienność poszczególnych częstotliwości w paśmie 300 - 3400 Hz w tym kanale nie będzie większa niż 8,7 dB /1 Np/ w stosunku do tłumienności częstotliwości reprezentatywnej równej 800 Hz, tj.:

$$A_f - A_{800 \text{ Hz}} = 8,7 \text{ dB /1 Np/}$$

gdzie: A_f - tłumienność poszczególnych częstotliwości w paśmie 300 - 3400 Hz;

$A_{800 \text{ Hz}}$ - tłumienność częstotliwości reprezentatywnej równej 800 Hz.

Rozpatrując możliwość zestawiania telefonicznych łańcuchów telekomunikacyjnych, należy zwrócić uwagę, że ze wzrostem ilości modemów występujących w łańcuchu spełnienie podanego warunku jest coraz trudniejsze.

Modem jest to pełny cykl modulacyjno - demodulacyjny występujący w procesie przekształcenia pasma akustycznego w krotnicach telefonicznych wykorzystywanych w stacjach radioliniowych i aparaturowniach łączności dalekosiężnej przeznaczonych do zwielokrotnienia linii kablowych.

Po stronie nadawczej występuje $\frac{1}{2}$ modemu i po stronie stacyjnej również $\frac{1}{2}$.

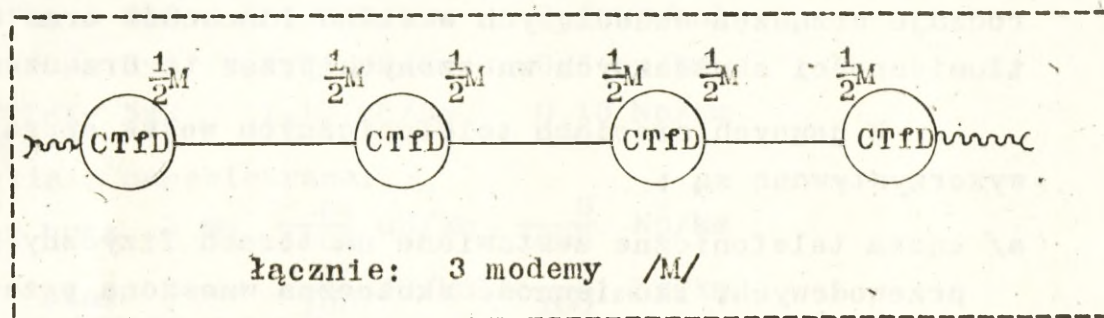
Elementem wprowadzającym zniekształcenia w krotnicach telefonicznych w procesie modulacji i demodulacji są filtry oddzielające pasma, łącza, kanały.

W telekomunikacyjnych urządzeniach wojskowych wzrost tłumienności częstotliwości na krańcach pasma kanałów telefonicznych w wyniku zwiększenia się liczby modemów w łańcuchach telefonicznych występuje w następującej skali :

- przy jednym modemie nie przekracza wartości 3 dB /0,35 Np/;
- przy dwóch modemach wzrasta do ok. 6 dB /0,7 Np/;
- przy trzech modemach tłumienność wynikowa częstotliwości

przenoszonych na krańcach pasma w stosunku do tłumienności częstotliwości reprezentatywnej wzrasta do wartości granicznej i osiąga wartość 8,7 dB /1 Np/.

Dlatego też maksymalny skład komutowanego telefonicznego łańcucha telekomunikacyjnego może obejmować trzy telefoniczne łącza dalekosiężne, cztery centrale telefoniczne, dwa łącza i dwa urządzenia abonenckie.



Ustalenia dotyczące maksymalnego składu telefonicznego łańcucha telekomunikacyjnego pozwalają wysnuć następujące wnioski:

- po 1. zapewnia się łączność w relacji przełożony - podwładny /1 modem/;
- po 2. zapewnia się łączność przełożony - podwładny o jeden szczebel niższego podporządkowania / 2 modemy/;
- po 3. zapewnia się łączność na kierunkach okrężnych /3 modemy/, na przykład pomiędzy abonentami TSD armii i TSD dywizji poprzez węzły łączności stanowisk dowodzenia armii i dywizji.

Tłumienność wynikowa dla dowolnie wybranego jednego kierunku transmisji obejmuje sumę :

- tłumienności odniesienia aparatu telefonicznego na nadawanie;
- tłumienności skutecznej kanału telefonicznego;
- tłumienności odniesienia aparatu telefonicznego na odbiór.

W odniesieniu do wojskowych systemów telekomunikacyjnych suma ta dla częstotliwości reprezentatywnej 800 Hz nie

powinna przekraczać wartości 40 dB /4,6 Np/.

Tłumienność odniesienia polowych aparatów telefonicznych łącznie na nadawanie i odbiór wynosi 11,3 dB /1,3 Np/. Stąd tłumienność skuteczna telefonicznego łańcucha telekomunikacyjnego może wynosić maksymalnie 28,7 dB /3,3 Np/.

Dlatego też w wojskowych łańcuchach telekomunikacyjnych należy oprócz dopuszczalnej ilości modemów /trzech/ uwzględnić rodzaje urządzeń wchodzących w skład łańcuchów oraz wartości tłumienności skutecznych wnoszonych przez te urządzenia.

W jawnych sieciach telefonicznych wojsk operacyjnych wykorzystywane są :

- a/ łącza telefoniczne zestawiane na torach fizycznych linii przewodowych. Tłumienność skuteczna wnoszona przez te tory zależna jest od tłumienności jednostkowej torów przewodowych oraz ich długości;
- b/ dalekosiężne łącza telefoniczne zestawiane na urządzeniach telefonii wielokrotnej. W tym wypadku liczba łączy łańcucha telekomunikacyjnego ograniczona jest występowaniem modemów i tłumiennością wynikową łączy, która jest różna przy wyborze poszczególnych układów pracy kanałów telefonicznych w krotnicach;
- c/ dalekosiężne centrale telefoniczne dysponujące obwodami dalekosiężnymi specjalnymi "DS", które wnoszą różną tłumienność przy połączeniach końcowych i tranzytowych oraz obwodami typu "MB", "CA" i mieszanymi AB/CB lub MB/CA.

Przegląd składników telefonicznych jawnych łańcuchów telekomunikacyjnych pozwala ustalić, z jakimi wartościami tłumienności skutecznej należy się liczyć. Dla częstotliwości reprezentatywnej 800 Hz mogą one być następujące:

1. Łącza zestawiane za pomocą krotnic telefonicznych w zależności od wykorzystywanego układu pracy kanału telefonicznego mogą wnosić:
 - łącza typu "jednotor końcowy" w wypadku znormalizowanych poziomów wnoszą tłumienność 7 dB /0,8 Np/, natomiast w wypadku nietypowych poziomów /R-405 Z/ wnoszą tłumienności

8,7 dB /1 Np/;

- łącza typu "jednotor tranzytowy" nie wnoszą tłumienności do łańcucha / 0 dB/.

2. Łącza zestawione za pomocą przewodowych torów fizycznych wnoszą tłumienność zależną od długości linii i tłumienności jednostkowej poszczególnych typów linii.

Przykładowo dla poszczególnych typów kabli tłumienność jednostkowa wynosi:

PKA - 1x2	0,9 dB/km	0,1 Np/km,
PKL - 5x2	1,74 dB/km	0,2 Np/km,
TTWK- 5x2	1,13 dB/km	0,13 Np/km

linia napowietrzna:

- brąz	3 mm	$\frac{44}{1000}$ dB/km	$\frac{5}{1000}$ Np/km
- stal	3 mm	$\frac{17}{100}$ dB/km.	$\frac{2}{100}$ Np/km.

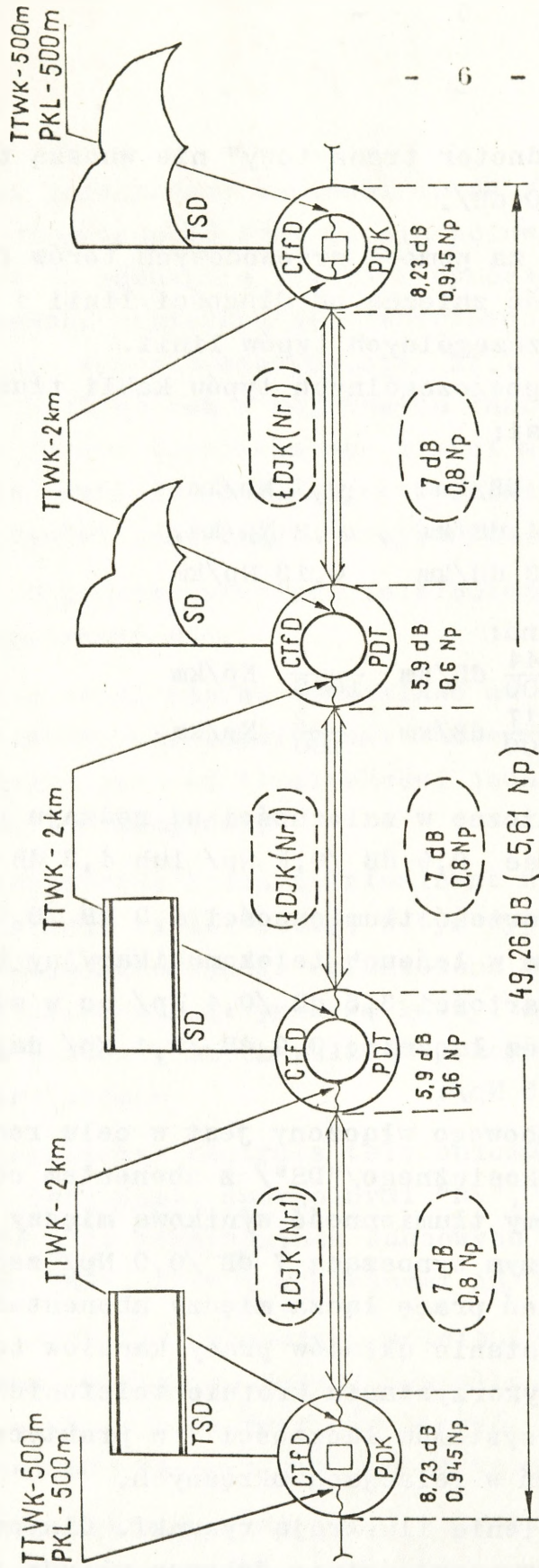
3. Łącznice telefoniczne w zależności od rodzaju połączenia wnoszą tłumienność 0,9 dB /0,1 Np/ lub 4,3 dB /0,5 Np/.

Zwiększona wartość tłumienności 4,3 dB /0,5 Np/ spowodowana jest włączeniem w łańcuch telekomunikacyjny tłumika abonenta końcowego o wartości 3,5 dB /0,4 Np/ co w sumie z tłumiennością wnoszoną przez łącznicę 0,9 dB /0,1 Np/ daje tłumienność wynikową 4,3 dB /0,5 Np/.

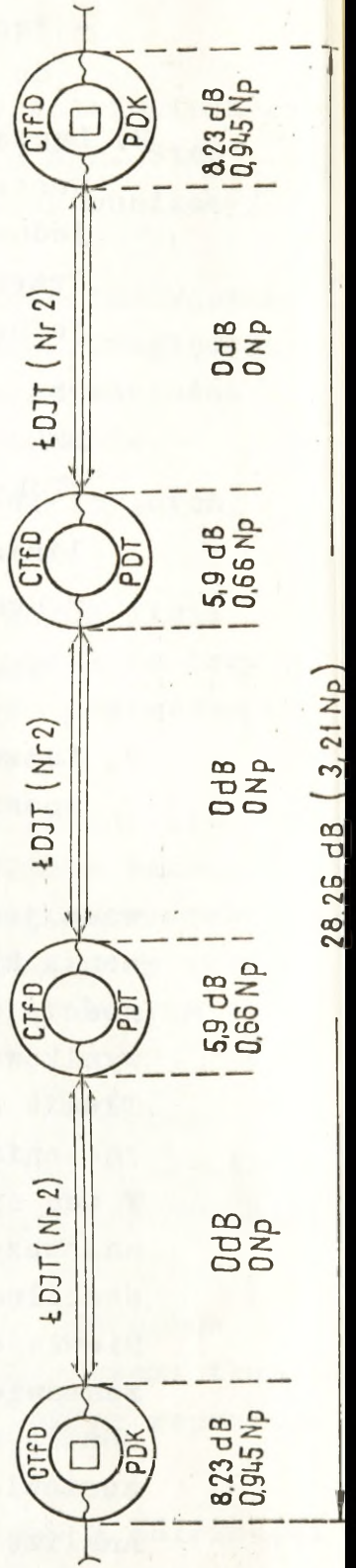
Tłumik abonenta końcowego włączony jest w celu realizacji połączenia łącza dalekosiężnego/"DS"/ z abonentem centrali. W ten sposób uzyskamy tłumienność wynikową między kierunkiem nadawczym a odbiorczym wynoszącą 7 dB /0,9 Np/ zapewniającą stabilną bez wzbudzeń pracę łącza między abonentami końcowymi. Niewłaściwe wykorzystanie układów pracy kanałów telefonicznych zestawionych przy wykorzystaniu krotnie telefonicznych, znacznie obniża efektywność systemów łączności i w praktyce uniemożliwia zestawienie połączeń w relacjach określonych.

Analizę tego zagadnienia ilustrują rysunki. Dla poprawienia czytelności rysunków niewłaściwie dobrane układy pracy i związane z tym wnoszone w łańcuch telekomunikacyjny tłumienności obwiedzinne zostały czerwoną linią przerywaną, natomiast właściwie dobrane układy pracy oraz uzyskane w ten sposób efekty

Niewłaściwe wykorzystanie układów pracy kanałów tlf



Właściwe wykorzystanie układów pracy kanałów tlf



- 7 -

tłumieniowe przedstawione zostały kolorem niebieskim.

Z rysunków wynika, że w identycznych łańcuchach telekomunikacyjnych można wskutek właściwego lub niewłaściwego doboru układu pracy zapewnić łączność na poziomie międzynarodowych zaleceń /rys. dolny/ lub można też jej nie zabezpieczyć /rys, górny/.

Dla utajnionej łączności zestawia się łącza telefoniczne w układzie dwutorowym i podstawowym. Wymaganiem dla nich jest nie przekroczenie wartości zniekształceń tłumieniowych /1,74 dB / 0,2 Np/. Aby taką wartość zniekształceń uzyskać na łączach przeznaczonych do utajniania stosuje się po stronie odbiorczej korektory charakterystyki częstotliwościowej tzw. KCzCh umożliwiające znaczne zmniejszenie zniekształceń tłumieniowych do podanych wyżej wartości.

Uwzględniając, że łącza utajnione mają tłumienność 0 dB / 0 Np/, umożliwiają one zapewnienie wynikowej tłumienności w granicach 13 dB / 1,5 Np/ przy zestawieniu łańcucha obejmującego 4 centrale, 3 łącza dalekosiężne tzn. zawierające 3 modemy.

Nieliczenie się z powyższymi ustaleniami podczas planowania i organizacji łączności, a także nieprecyzyjne stawianie zadań funkcyjnym łączności /szefom osi r/liniowych i przewodowych, dowódcom stacji radioliniowych i central telefonicznych/ prowadzić może do uzyskania telefonicznego łańcucha telekomunikacyjnego o tłumienności znacznie przekraczającej dopuszczalną wartość 40 dB / 4,6 Np/. Skutkiem może być bardzo słaba słyszalność a nawet jej zupełny brak.



5

POUFNE

AWD Nr 6X/PE/153/1

CHARAKTERYSTYKA I WYKORZYSTANIE LINII DALEKOSIĘŻNYCH W POŁOWYM SYSTEMIE ŁĄCZNOŚCI

Otoczający nas świat jest pełen systemów. Stanowią one uporządkowane, dowolne całości i są zorganizowane w celu usprawnienia określonych dziedzin działania. Systemy, występujące w otaczającej nas rzeczywistości, są klasyfikowane według różnych kryteriów. Powszechnie stosowane są następujące podstawowe kryteria oceny systemów: realność, złożoność i wielkość.

Systemy łączności przeznaczone do wymiany wiadomości na odległość między określonymi zespołami ludzkimi, są zaliczane do systemów:

- realnych /a nie modelowych lub myślowych/;
- wysoce złożonych pod względem strukturalnym /a nie elementarnych/;
- wielkich lub przestrzennych /a nie ograniczonych/.

Dowolny wojskowy system łączności jest to zbiór węzłów, stacji, grup środków lub stacji oraz linii łączności, połączonych ze sobą w określony sposób, odpowiadający organizacji dowodzenia, charakterowi prowadzonych działań i wykonywanym przez wojska zadaniom. Jednym z elementów bazy materialnej systemów łączności są linie łączności. Zapewniają one sprzężenie pozostałych elementów systemu w jedną całość. W systemach łączności wykorzystywane są przewodowe i bezprzewodowe linie łączności oraz linie wojskowej poczty polowej.

W liniach przewodowych sygnały elektryczne /nośniki wiadomości/ wytworzone przez przetworniki nadawczych urządzeń końcowych /np. mikrofon aparatu telefonicznego, nadajnik dalekopisu/ przesyłane są za pomocą polowych linii kablowych do przetworników odbiorczych urządzeń końcowych /np. do słuchawki aparatu telefonicznego, odbiornika dalekopisu/.

W przypadku linii bezprzewodowych sygnały elektryczne prze-



ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ХИМИИ И ФИЗИКИ АКАДЕМИИ НАУК СССР

ИНСТИТУТ ФИЗИКИ РАСТВОРОВ

В работе описаны результаты исследования... (faint text describing the study's objectives and methods)

Исследования проводились на установке... (faint text describing the experimental setup)

- Авторы благодарят А.И. Мухоморова за помощь в работе
- Работа выполнена на установке ИФР АН УССР
- Принято в печать 10.05.74

Введение. В настоящее время широко распространены... (faint text in the introduction section)

Экспериментальная часть. В настоящей работе... (faint text describing the experimental results)

syłane są od nadawcy do odbiorcy za pomocą fal elektromagnetycznych, emitowanych i odbieranych przez środki radiowe, radioliniowe i radiotelefoniczne.

Linie wojskowej poczty polowej stanowią kierunki i drogi określone realizowane za pomocą naziemnych i powietrznych środków transportowych.

W perspektywicznych systemach łączności zakłada się wykorzystanie ponadto satelitarnych i światłowodowych linii łączności.

W dalszej części swego referatu skoncentruję się jedynie na liniach realizowanych za pomocą technicznych środków łączności.

Wykorzystanie linii przewodowych w systemach łączności zapewnia skrytość łączności, jednak ich rozwijanie pochłania dużo czasu. Czasochłonność rozwijania linii kablowych ogranicza możliwość ich stosowania w manewrowych formach działań. Ze względu na krótki czas rozwijania linii bezprzewodowych, ich wykorzystanie w manewrowych formach działań jest powszechne, jakkolwiek nie zapewniają one wymaganej skrytości dowodzenia oraz odporności na oddziaływanie środków walki radioelektronicznej nieprzyjaciela. Dlatego też podczas wykorzystywania linii bezprzewodowych w systemach łączności należy stosować ich obronę przed oddziaływaniem radioelektronicznym nieprzyjaciela. Istota obrony wyraża się w ograniczeniu możliwości przeciwnika w zakresie przechwytytu wiadomości i dokonywania namiarów, w zmniejszeniu efektywności zakłóceń radioelektronicznych oraz w uniemożliwieniu prowadzenia skutecznej dywersji i dezinformacji radioelektronicznej.

Przyjmując za kryterium podziału szerokość wiązki przesyłanej energii można wyróżnić systemy teletransmisyjne torowe i systemy teletransmisyjne beztorowe^{1/}. W dalszej części referatu będę używał pojęć linie łączności beztorowe, to jest takie, które transmitują energię na odległość w sposób dookólny /lub prawie dookólny/ oraz linie łączności torowe, tj. takie, które transmitują energię na odległość w sposób ukierunkowany.

1/ Podręcznik łącznościowca cz. XVII "Wybrane zagadnienia techniczne i organizacyjno-eksploatacyjne linii radiowych".

Między liniami beztorowymi /np. radiowymi/ a torowymi /np. przewodowymi lub radioliniowymi/ występują znaczne różnice eksploatacyjne, które są szczególnie ewidentne o ile je porównać według następujących cech:

- możliwości zwiększenia zasięgów łączności w wyniku stosowania punktów retransmisyjnych;
- możliwości zapewnienia łączności wielokanałowej;
- możliwości tworzenia łańcuchów telekomunikacyjnych;
- właściwości usługowych.

Porównanie beztorowych i torowych linii łączności
pod względem możliwości zwiększenia zasięgów łączności

Przesyłana od nadawcy do odbiorcy za pomocą linii łączności energia, w miarę oddalania się od źródła nadawczego ulega osłabieniu z dwóch powodów:

- jest tłumiona przez środowisko, w którym się rozprzestrzenia;
- następuje jej rozproszenie w otoczeniu.

O ile tłumienie emitowanej energii przez środowisko w odniesieniu do obu typów linii łączności występuje w porównywalnej skali, to rozproszenie energii w otoczeniu kształtuje się różnie i jest znacznie wyższe na liniach beztorowych. Na liniach torowych rozproszenie energii jest mniejsze i maleje w miarę zmniejszania szerokości wiązki emitowanej energii. Ilustruje to poniższe zestawienie:

Cechy linii	Rodzaj środków teletransmisyjnych		
	R-405	R-409	R-123
Szerokość wiązki emitowanej energii	45° - 70°	20° - 70°	360°
Odstęp sygnału od szumów	Np	3 /26,1 dB/	4 /34,7 dB/
	$P = \frac{Eu^x}{Es}$	20	50
Szerokość przenieszonego pasma	16 kHz - "M" 20 kHz - "DCM"	150 kHz	10 kHz

Rys. 1. Wartości współczynnika ochronnego w torowych i beztorowych liniach łączności

P - współczynnik ochronny

E_u - natężenie pola elektromagnetycznego sygnału użytecznego

E_s - natężenie pola elektromagnetycznego sygnałów niepożądanych i szumów własnych odbiornika

Z przedstawionego zestawienia wynika, iż na liniach torowych stosunek energii sygnału użytecznego do energii szumów /współczynnik ochronny/ decydujący o jakości łączności jest znacznie wyższy niż na liniach torowych i to w znacznie szerszym paśmie.

Podane uwarunkowania sprawiają, iż na liniach beztorowych /stosunkowo niska wartość współczynnika ochronnego/ stosowanie punktów retransmisyjnych jest ograniczone i nie gwarantuje znaczącego wzrostu zasięgów. Natomiast na liniach torowych, ze względu na znaczne przewyższenie wartości energii sygnału nad energią szumów, stosowanie punktów retransmisyjnych /lub stacji wzmacniakowych/ jest możliwe, przez co stworzone są warunki do wielokrotnego zwiększenia zasięgów łączności.

Praktyka eksploatacji środków łączności wykazała, że na krótkofalowych liniach radiowych stosowanie punktów retransmisyjnych jest całkowicie niecelowe. Na ultrakrótkofalowych liniach radiowych /organizowanych za pomocą radiostacji UKF/ można stosować co najwyżej jeden punkt retransmisyjny. W tym przypadku zasięg łączności wzrośnie o:

- 30-40%, gdy punkt retransmisyjny znajduje się na porównywalnej wysokości w stosunku do pozostałych radiostacji;

- 100%, gdy punkt retransmisyjny znajduje się znacznie wyżej w stosunku do pozostałych radiostacji, np. na szczytach dominujących wzniesień, dachach wysokich budowli lub w przypadku stosowania powietrznych punktów retransmisyjnych.

W wymienionych przypadkach uzyskuje się sprzyjające warunki propagacji fal radiowych /mniejsze tłumienie fali przez środowisko/ umożliwiające uzyskanie większych zasięgów łączności.

Uwzględniając małą efektywność stosowania beztorowych linii z punktem retransmisyjnym, zwanych w dalszej części referatu beztorowymi liniami pośrednimi, w systemach łączności wykorzystywane są w zasadzie beztorowe linie bezpośrednie.

nie tzn. bez punktów retransmisyjnych. Dlatego na liniach beztorowych, w celu zapewnienia łączności na różne odległości, stosuje się radiostacje o zróżnicowanych mocach, wyposażonych w komplety różnorodnych anten, zapewniające łączność na żądane odległości. Ilustruje to zestawienie stosowania radiostacji na poszczególnych szczeblach dowodzenia.

Szczebel dowodzenia	Typ rst	Moc rst	Zasięg łączności
batalion - kompania	R-107	1 W	6 - 8 km
pułk - batalion	R-123	20 W	20 km
dywizja - pułk	R-111	75 W	50 - 60 km
armia - dywizja	R - 140 R - 137	1 kW	300 - 1000 km ^{1/} 150 km
front - armia	R - 110	3-5 kW	2000 km

Rys. 2. Typowe radiostacje wykorzystywane na poszczególnych szczeblach dowodzenia

Na torowych liniach bezpośrednich zasięg łączności jest nieznaczny. Dla linii kablowych i radioliniowych horyzontalnych może osiągać wielkość w granicach kilkudziesięciu kilometrów /20-40 km/. Tylko za pomocą troposferycznych stacji radioliniowych można uzyskać bezpośredni zasięg łączności w granicach 150-200 km /np. R-412/. Uwzględniając, że na liniach torowych ukierunkowana transmisja energii zapewnia w punktach odbioru korzystny stosunek sygnału do szumów, zasięg łączności można wielokrotnie zwiększać przez stosowanie określonej ilości punktów retransmisyjnych. Ich ilość może być tym większa, im mniejsze występuje na liniach rozproszenie energii. Na horyzontalnych liniach radioliniowych w zależności od kierunku wykorzystywanych anten można stosować od kilku /2-3/ do kilkunastu /20/ stacji retransmisyjnych.

1/ 300 km - zasięg rst R-140 podczas pracy w ruchu
1000 km - zasięg rst R-140 podczas pracy na postoju
150 km - zasięg rst R-137 na fali troposferycznej

Podobnie w odniesieniu do linii kablowych stosowanie obsługiwanych i nieobsługiwanych stacji wzmacniakowych pozwala na znaczne zwiększenie zasięgu łączności. W rezultacie zastosowania stacji retransmisyjnych, wzmacniakowych, na torowych liniach pośrednich można osiągnąć zasięgi łączności w granicach od 150 do 1000 km. Zasięgi łączności na pośrednich liniach torowych zestawianych za pomocą różnych środków teletransmisyjnych ilustruje poniższe zestawienie:

Typ środka teletransmisyjnego	Zasięg łączności /km/		Ilość kanałów	
	Linia bezpośrednia	Linia pośrednia		
		Ilość stacji retransmis. /wzmocn./		Zasięg
R-405	45	2-3	120-150	4
R-409	40	6-8	250	6
R-404	30-35	20	1000	24
PKL	16,5			
PKA	33			
UTFW 3/6	17,5	2 końcowe UTFW 2 przelotowe UTFW 7 OWP 20 NWP	500	3 lub 6
P-304 K		2 końcowe P-304 2 przelotowe P-304 7 OWP 40 NWP	500	6 lub 12

Rys. 3. Zasięgi łączności na pośrednich liniach torowych

Porównując linie torowe i beztorowe pod względem możliwości zwiększenia zasięgu należy stwierdzić:

1. na liniach torowych wskutek ukierunkowania emitowanej energii zapewniona jest znacznie wyższa wartość współczynnika ochronnego $\beta = \frac{E_u}{E_s}$, co umożliwia zwiększenie zasięgów łączności poprzez stosowanie stacji retransmisyjnych /wzmacniakowych/.

2. na liniach beztorowych stosunek energii sygnału do energii szumów jest mały, co uniemożliwia stosowanie stacji

retransmisyjnych. Dlatego też w praktyce żądane zasięgi łączności zapewnia się na liniach bezpośrednich stosując radiostacje o zróżnicowanych zasięgach łączności.

Porównanie beztorowych i torowych linii łączności pod względem zapewnienia łączności wielokanałowej

Na liniach beztorowych skutek dużego rozproszenia energii, duża wartość energii szumów w stosunku do energii sygnału /1 - 3/ niejako automatycznie wyklucza możliwość utrzymywania łączności wielokanałowej. Przy przesyłaniu szerszego pasma częstotliwości, niezbędnego dla zapewnienia łączności wielokanałowej, niemożliwym byłoby zapewnienie pożądanej wartości współczynnika ochronnego w całym paśmie, zwłaszcza na liniach łączności organizowanych za pomocą radiostacji małej mocy. W radiostacjach średniej i dużej mocy skutek właśnie zwiększenia mocy nadajników /co zwiększa energię sygnału/ stosowane są rodzaje pracy umożliwiające utrzymywanie łączności 2-3-kanałowej. Jednak praktyka wskazuje, iż bardzo często dla poprawienia jakości łączności zachodzi konieczność rezygnowania z łączności wielokanałowej. Przejście do pracy jednokanałowej powoduje zwiększenie wartości współczynnika ochronnego, a tym samym zwiększenie jakości łączności.

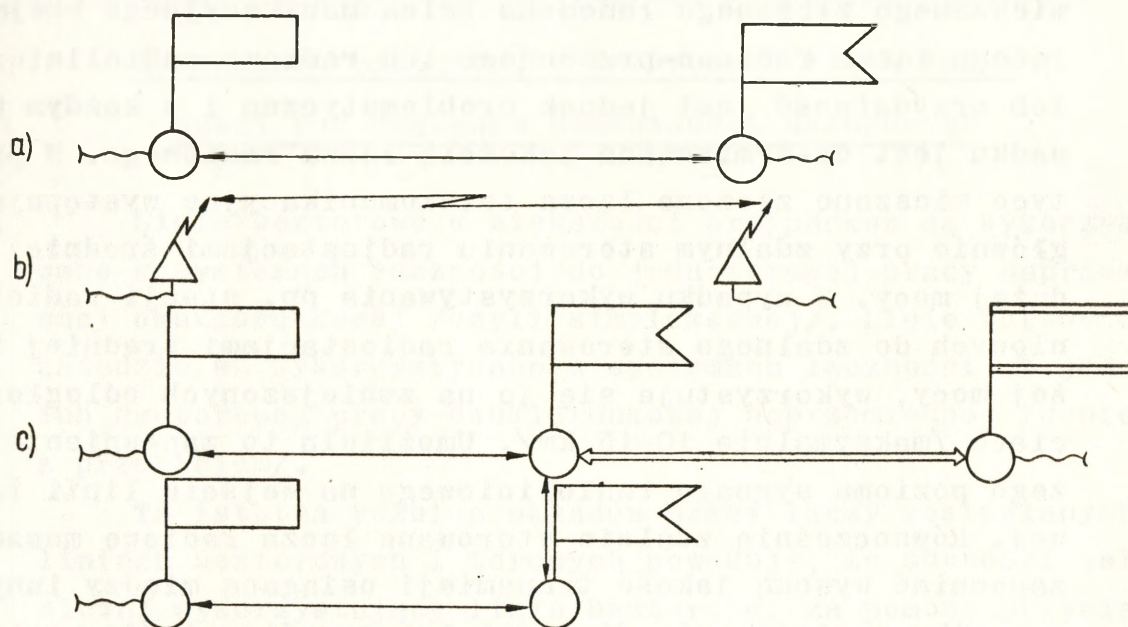
Na liniach torowych ukierunkowanie emitowanej energii zapewnia znaczne przewyższenie wartości energii sygnału nad szumami, stąd też staje się możliwym konstruowanie i stosowanie układów zapewniających łączność wielokanałową. W miarę zawężania szerokości wypromieniowanej energii wzrasta szerokość pasma, w którym współczynnik ochronny zachowuje pożądaną wartość, tym samym powstają możliwości zwiększania ilości kanałów.

Porównanie beztorowych i torowych linii łączności pod względem możliwości tworzenia łańcuchów telekomunikacyjnych

W systemach łączności mogą być zestawiane za pomocą central telefonicznych i telegraficznych oraz łączy daleko-siężnych, dwójakiego rodzaju łańcuchy telekomunikacyjne, a mianowicie:

- proste łańcuchy telekomunikacyjne, obejmujące dwóch abonentów odległych punktów dowodzenia sprzężonych między sobą jednym łączem dalekosiężnym. Proste łańcuchy telekomunikacyjne są wykorzystywane do dowodzenia przede wszystkim w relacjach przełożony - podwładny;

- złożone łańcuchy telekomunikacyjne, obejmujące dwóch odległych abonentów połączonych między sobą większą ilością łączy dalekosiężnych. Złożone łańcuchy telekomunikacyjne są wykorzystywane do zapewnienia łączności przez szczebel dowodzenia w relacjach okrężnych.



Rys. 4. Rodzaje łańcuchów telekomunikacyjnych

a i b - proste łańcuchy telekomunikacyjne

c - złożony łańcuch telekomunikacyjny

Proste łańcuchy telekomunikacyjne mogą być realizowane przy wykorzystaniu łączy dalekosiężnych zestawianych na liniach beztorowych i torowych.

Przy zestawianiu złożonych łańcuchów telekomunikacyjnych następuje sumowanie szumów występujących na poszczególnych łączach wchodzących w skład łańcucha. Stąd też łącza te, dla zapewnienia dobrej jakości łączności, winny się charak-

teryzować dużymi wartościami współczynnika ochronnego.

Z dotychczasowych rozważań można wysnuć twierdzenie, że złożone łańcuchy telekomunikacyjne mogą być tworzone wyłącznie za pośrednictwem łączy dalekosiężnych zestawianych na liniach torowych i niecelowe jest angażowanie do realizowania takich połączeń łączy dalekosiężnych zestawianych na liniach beztorowych.

Systemy łączności umożliwiają również zestawianie mieszanego złożonego łańcucha telekomunikacyjnego obejmującego łącza radiowo-przewodowe lub radiowo-radioliniowe. Ich przydatność jest jednak problematyczna i w każdym przypadku jest determinowana jakością łącza radiowego. W praktyce mieszane złożone łącza telekomunikacyjne występują głównie przy zdalnym sterowaniu radiostacjami średniej i dużej mocy. W wypadku wykorzystywania np. stacji radioliniowych do zdalnego sterowania radiostacjami średniej i dużej mocy, wykorzystuje się je na zmniejszonych odległościach /maksymalnie 10-15 km/. Umożliwia to zapewnienie dużego poziomu sygnału radioliniowego na wejściu linii radiowej. Równocześnie zdalnie sterowane łącza radiowe muszą zapewniać wysoką jakość transmisji osiąganą między innymi w wyniku zmniejszenia długości trasy radiowej /do wartości około 70% granicznego zasięgu radiostacji/.

Niska użytkowość mieszanych złożonych łańcuchów telekomunikacyjnych spowodowała, że w systemach łączności planuje i wykorzystuje się w zasadzie wyłącznie bezpośrednio linie radiowe tzn. bez punktów retransmisyjnych i z pominięciem możliwości komutacji łączy radiowych w złożone łańcuchy telekomunikacyjne. Z tego względu w systemach łączności wymianę wiadomości środkami radiowymi o dwa szczeble w dół i na drogach okrężnych zapewnia się metodami organizacyjnymi osiąganymi przez:

- włączanie się radiostacji przełożonego w relacje radiowe podwładnych;
- organizowanie sieci radiowych scentralizowanego dowodzenia lub współdziałania, w których korespondentami są osoby funkcyjne różnych szczebli dowodzenia i różnej podległości;
- organizowanie łączności na falach dyżurnego odbioru.

Złożone łańcuchy telekomunikacyjne zestawiane na łączach dalekosiężnych linii torowych mogą być komutowane w różnych wariantach z udziałem łączy przewodowych, radioliniowych a także radiotelefonicznych. Możliwość zestawiania dowolnych złożonych łańcuchów telekomunikacyjnych za pomocą łączy dalekosiężnych wydzielanych na liniach torowych sprawia, że linie łączności radioliniowej i przewodowej rozwija się na podstawowych kierunkach dowodzenia i współdziałania, uzyskując za ich pomocą pośrednio łączność w pozostałych relacjach dowodzenia i współdziałania.

Porównanie beztorowych i torowych linii łączności pod względem właściwości usługowych

Linie beztorowe w większości przypadków są wykorzystywane w systemach łączności do jednotorowej pracy naprzemiennej dwukierunkowej /czyli simpleksowej/. Linie torowe w zasadzie są wykorzystywane w systemach łączności do jedno lub dwutorowej pracy dwukierunkowej naprzemiennej /dupleks z przebicciem/.

Ta istotna różnica układów pracy łączy zestawianych na liniach beztorowych i torowych powoduje, że abonenci telefoniczni wykorzystujący linie beztorowe, za pomocą przycisku mikrofonu /hełmofonu/ muszą dokonywać przełączania kierunku transmisji odpowiednio na nadawanie lub odbiór. W wypadku wykorzystywania linii torowych takich przełączeń dokonywać nie trzeba.

Przedstawione właściwości linii beztorowych a zwłaszcza niecelowość stosowania stacji retransmisyjnych i niemożność łączenia ich w łańcuchy telekomunikacyjne determinują sposób ich wykorzystania w systemach łączności. Linie beztorowe są wykorzystywane w systemach łączności w określonej skali w sposób autonomiczny /np. określone relacje łączności osób funkcyjnych, jak sieci radiowe szefa saperów, szefa OPL itp./.

Przedstawione w referacie właściwości torowych i beztorowych linii łączności w formie tabelarycznej ilustruje poniższe zestawienie:

Cecha wyróżniająca /właściwość/	Linie torowe	Linie beztorowe
Przesyłanie sygnałów	ukierunkowane, szerokość wiązki: R-405 - 40 - 70 ⁰ R-409 - 20 - 70 ⁰ R-404 - 4 - 6 ⁰	dookólne
Wartość współczynnika ochronnego $\frac{E_u}{P} = \frac{E_s}{Es} /$	d u ż a R-405 20 R-409 50 R-404 40 UTfW 3/6 90 P-304 K	mała /graniczna/ wymagana dla: A3, F3, A3J - 3-5 transmisji danych /F1, F6/ - 7-10 łączności utaj- nionej - 10 A1 - 1,5
Zwiększenie zasięgu łączności poprzez stacje retrans. /wzmacniających/	możliwe R-405 - 2-3 st.retr.- 150 km R-409 - 6-8 - " - - 250 km R-404 - 20 - " - -1000 km UTfW 3/6 P-304 K - 500 km	niecelowe
Ilość kanałów łączności	Łączność wielokanałowa	Praktycznie łączność jednokanałowa
Komutowanie łączy w łańcuchy telekomunikacyjne	możliwe powszechnie stosowane	niecelowe stosowane sporadycznie
Rodzaje pracy	z reguły łączność dwupleksowa	z reguły łączność simpleksowa
Wykorzystanie w systemach łączności	- w sposób kompleksowy; - w podstawowych relacjach dowodzenia i współdziałania; - zapewniają łączność przez szczebel dowodzenia oraz na kierunkach określonych sposobami technicznymi	- w sposób autonomiczny; - organizacja łączności przez szczebel dowodzenia i na kierunkach określonych sposobami organizacyjnymi

Rys.5. Porównanie właściwości torowych i beztorowych linii łączności



Przedstawione w referacie poniższymi właściwościami usługowe linii bentorowych, jakkolwiek różnią się od linii torowych, to jednak ich udział w aktualnie organizowanych, jak również i przyszłych systemach łączności jest i będzie znaczący, determinowany potrzebami taktycznymi - operacyjnymi oraz organizacyjnymi - technicznymi. Koniecznym staje się jednak szukanie nowych uwarunkowań, które zapewniłyby istniejące i przyszłe potrzeby, a głównie wymagania jakościowo - ilościowe, /np. niezawodność, przepustowość, odporność na zakłócenia, zapewnienie kompatybilności elektromagnetycznej itp./.

Jednym z podstawowych kryteriów rzutujących na możliwości wykorzystania środków radiowych są uwarunkowania propagacyjne.

Wiadomym jest, że zapewnienie niezawodnej łączności radiowej jest w dużej mierze zależne od umiejętności właściwego doboru częstotliwości dla danej relacji radiowej, co z kolei jest pochodną wiadomości z zakresu propagacji fal radiowych.

Rozprzestrzenianie się fal radiowych jest zależne od szeregu czynników pozostających poza wpływem ludzka, a więc możliwościami oddziaływania na nie. Występują one obiektywnie, a ich wpływ charakteryzują prawa fizyki.

Fale radiowe są falami elektromagnetycznymi, stanowiącymi integrację pola magnetycznego i elektrycznego, rozprzestrzeniające się w atmosferze z szybkością zbliżoną do prędkości światła. Mogą one rozprzestrzeniać się w różnych obszarach atmosfery ziemskiej:

- na styku dwóch różnych środowisk tj. ziemi i atmosfery z uwzględnieniem kalistego kształtu i niejednorodności ziemi /łądy, morza i oceany, rzeka i pokrycie ziemi, różnorodność gleb itp./;
- poprzez troposferę, którą charakteryzują przede wszystkim takie zmiennoparametry jak temperatura, wilgotność i ciśnienie;
- poprzez jonosferę, której podstawowym parametrem jest zmienność jonizacji. Zmienność jonizacji uzależniona jest głównie od nasłonecznienia ziemi, która zmienia się w cyklach dobowych /ze względu na obroty ziemi wokół swojej osi/, rocznych /ze względu na przemieszczanie się ziemi po orbicie okołosłonecznej i zmiany kąta nachylenia ziemi w stosunku do słońca/ oraz

od okresu zmian aktywności słonecznej w cyklu 11-to letnim / kolejne maksimum aktywności nastąpiło w 1979 roku/

Ponadto istotny wpływ na jonizację atmosfery Ziemi wywierają gwałtowne zmiany aktywności Słońca, związane z potężnymi zaburzeniami, powodującymi wyrzucanie z atmosfery Słońca dużej ilości zjonizowanego wodoru.

Oddziaływanie rzeczywiste o środowiska na propagację fal radiowych jest przyczyną wzrostu tłumienia natężenia pola elektromagnetycznego, a ponadto determinuje ono rodzaje propagacji fal radiowych.

W wojskowych systemach łączności wojsk lądowych wykorzystywane są następujące rodzaje propagacji fal radiowych:

- fale przyziemne;
- fale troposferyczne;
- fale jonosferyczne

Fale przyziemne wykorzystywane są w łączności KF i UKF. Fale UKF w zależności od wysokości zawieszenia anten mogą rozprzestrzeniać się bezpośrednio nad powierzchnią ziemi - jako fale powierzchniowe oraz w pewnej odległości od ziemi - jako fale przestrzenne. Ponadto obok tych dwóch podstawowych rodzajów fal przyziemnych można wyodrębnić pośredni rodzaj - falę przyziemną typu ogólnego.

Fale KF rozprzestrzeniają się tylko jako powierzchniowe.

Fale powierzchniowe wykorzystywane w obu zakresach występują wówczas, gdy wysokość podstawy anteny jest znacznie mniejsza od długości fali roboczej tzn.: gdy występuje nierówność

$$h_{\text{ant}} \ll \lambda \quad (\text{np. wysokość 2 m. i długości 6-300 m})$$

Zasięg łączności organizowanej za pomocą fal powierzchniowych jest ograniczony dwoma czynnikami:

- pochłanianiem energii fali przez ziemię /straty na prądy ciepłoc/;
- kulistością ziemi.

Pole elektromagnetyczne fali powierzchniowej rozprzestrzenia się zarówno nad powierzchnią ziemi, jak i pod jej powierzchnią /na nieznaczących głębokościach/. Ponieważ ziemia dla zakresu częstotliwości radiostacji wykorzystywanych w wojskach lądowych jest półprzewodnikiem, pole elektromagnetyczne powoduje powstawanie w niej prądów ciepłych,

wydzielających na oporności rzeczywistej ziemi pewną ilość mocy, która jest pobierana z fali powierzchniowej. Ubytek mocy fali powierzchniowej na prądy ciepłe ziemi powoduje jej tłumienie.

W dużym przybliżeniu natężenie pola elektrycznego fali powierzchniowej, zmniejsza się odwrotnie proporcjonalnie do kwadratu odległości.

$$E = A \frac{\sqrt{\frac{P}{r^2} G}}{r^2}$$

A - współczynnik uwzględniający faktyczną tłumienność toru,
G - zysk anteny nadawczej.

Ponadto tłumienie pola fali powierzchniowej dodatkowo wzrasta poza horyzontem radiowych, który jest z kolei znacznie większy od horyzontu geometrycznego uwzględniającego kulisty kształt ziemi. Wzrost horyzontu radiowego wynika z właściwości refrakcyjnych fal radiowych, które są odwrotnie proporcjonalne od wartości częstotliwości.

Wielkość horyzontu radiowego określa się w przybliżeniu w zależności

$$d/\text{km}/ = \frac{80}{\sqrt[3]{f/\text{MHz}/}}$$

i przyjmuje on wartość w funkcji częstotliwości zgodnie z tabelą.

Ze względu na znaczne tłumienie natężenia pola fali powierzchniowej, zwłaszcza poza horyzontem radiowym, zasięg łączności radiowej przy wykorzystaniu tej propagacji jest relatywnie nieduży i może wynosić:

- w zakresie fal KF do 80 km
- w zakresie fal UKF do 30 km

Fale przestrzenne występują wówczas, gdy wysokość podstawy anteny jest znacznie większa od długości wykorzystywanych fal

$$h_{\text{ant.}} \gg \lambda$$

oraz gdy odległość między środkami utrzymującymi łączność wynosi około

$$d/\text{km}/ = 4 \sqrt{h_{\text{m}} h_{\text{o}}}$$

Ten rodzaj propagacji fal stosowany jest przede wszystkim w łączności radioliniowej np.

R-405 zakres metrowy 14,5 m \gg długości 5 m.

Należy zaznaczyć, że zagadnieniom uwarunkowań propagacyjnych w wojsku omawianych fal poświęca się mało uwagi.

Fala przyziemna typu ogólnego jest rodzajem fali posiadającej określone właściwości fali powierzchniowej oraz przestrzennej. Występuje ona wówczas, gdy wysokość zawieszenia anten jest w przybliżeniu równa długości wykorzystywanych fal.

$$h \text{ ant.} \simeq \lambda$$

Fale tego typu są coraz powszechniej wykorzystywane w radiowej łączności UKF. Ich zastosowanie stało się możliwe w wyniku wprowadzenia masztów antenowych o wysokości rzędu kilkunastu metrów /np. w WD dla radiostacji R-111 - 11 m. w radiostacji R-137 do zawieszenia anteny wibrator objętościowy - 16 m/.

Dzięki podniesieniu podstawy anten i wykorzystaniu fali typu ogólnego zasięg łączności UKF na postoju wzrósł 2-3 krotnie w stosunku do uzyskiwanego na fali powierzchniowej.

Na falach UKF łączność na odległościach przekraczających horyzont-radiowy można również uzyskać za pomocą fali troposferycznych. Pozahoryzontalna propagacja troposferyczna może odbywać się przez superrefrakcję oraz rozproszenie troposferyczne.

Superrefrakcja jest granicznym przypadkiem refrakcji czyli zjawiska zakrzywienia toru propagacji fal w troposferze przy rozchodzeniu się w środowisku niejednorodnym. Polega ona na wielokrotnym zakłamaniu się fali w ramach sporadycznie powstających w troposferze duktów przyziemnych lub wzniesionych.

Współczynnik zakłamania się fal w troposferze zależy od rozkładu temperatury, ciśnienia i wilgotności powietrza w funkcji wysokości.

Łączność na falach troposferycznych przez superrefrakcję jest bardzo niestabilna i rzadko wykorzystywana.

Drugim, a zarazem podstawowym rodzajem pozahoryzontalnej propagacji fal UKF jest wykorzystanie fali rozproszonej w troposferze. Zjawisko rozproszenia troposferycznego powstaje w niejednorodnym środowisku i na różnych wysokościach /rzędu 5-10km nad powierzchnią ziemi/, dzięki czemu niewielka ilość energii

pod małymi kątami od początkowego kierunku propagacji, rozchodzi się poza granicą bezpośredniej widoczności.

Dla zapewnienia łączności przy wykorzystaniu tej propagacji niezbędne są jednak znaczne moce nadajników, duże zyski energetyczne urządzeń antenowych, czułe odbiorniki, a ponadto należy stosować odbiór zbiorczy na kilku antenach i różnych częstotliwościach.

Wykorzystanie fal rozproszonych w troposferze jest jednak perspektywnym sposobem organizacji łączności. Aktualnie w Wojsku Polskim przy wykorzystaniu zjawiska rozproszenia troposferycznego, pracuje radiostacja R-137, której zasięg na antenie kierunkowej półrombowej pionowego promieniowania wynosi około 150 km.

Omówiony rodzaj propagacji fal jest wykorzystywany bardzo szeroko dla zapewnienia pozahoryzontalnej łączności radioliniowej za pomocą troposferycznych stacji radioliniowych /R-412/, które są aktualnie wdrażane do wojsk. Zasięg łączności między dwoma troposferycznymi stacjami radioliniowymi /zwanymi także pozahoryzontalnymi/ w zależności od mocy nadajnika i zysków anten może wynosić od 120 - 200 km, a w układzie stacji /końcowe i retranslacyjne/ 600 - 1000 km.

Fale jonosferyczne są to fale radiowe dochodzące do punktu odbioru za pośrednictwem jonosfery dzięki zjawisku refrakcji lub superrefrakcji jonosferycznej /kilkakrotne odbicie od jonosfery i ziemi/. Jonosfera stanowi ponad 80 % przekroju atmosfery ziemskiej, a jej budowa jest wysoce skomplikowana. Składa się ona z czterech obszarów jonosferycznych /tzw. warstw/ regularnych /D, E, F₁ i F₂/ oraz jednej sporadycznej E_s, a głównym kryterium podziału na poszczególne warstwy jest zmienna gęstość elektronowa.

Z punktu widzenia organizacji łączności w wojskach lądowych na rozprzestrzenianie się fal wpływają przede wszystkim warstwy E i F₂ oraz mniej F₁ i E_s.

Do pracy za pomocą fal jonosferycznych należy wyznaczać częstotliwości, ze ściśle "limitowanego" zakresu od dołu ograniczonego najniższą częstotliwością użytkową - zwaną LUF oraz z góry maksymalną częstotliwością pracy - zwaną MUF.

Tłumienie pola fali jonosferycznej zwane też absorpcją /w odróżnieniu od tłumienia pola fali przyziemnej/ jest tym większe im niższa częstotliwość. Oznacza to, że kryterium ograniczenia od dołu jest wzrastające tłumieniu.

Natomiast od góry występują ograniczenia refrakcyjne /tzn. możliwości załamania fali w jonosferze i powrotu na ziemię/.

Wartości MUF i LUF nie są stałe i zmieniają się w zależności od długości trasy, mocy nadajników oraz rodzaju emisji i tak:

MUF	<	MUF	<	MUF
d=100		d=500		d=2000
LUF	<	LUF	<	LUF
R-140		R-118		R-130
LUF	<	LUF	<	LUF
A1		A3J		A3H

A₃J - jednokanałowe, jednowstęgowo modulacje amplitudowe telefoniczne w górnej lub dolnej wstędze bocznej z poziomem częstotliwości nośnej 30%;

A₃H - jednokanałowe, jednowstęgowo modulacje amplitudowe telefoniczne w górnej lub dolnej wstędze bocznej z poziomem częstotliwości nośnej 40-60%.

Ponieważ praktyczna praca na krańcowych częstotliwościach MUF i LUF daje około 50% prawdopodobieństwa ciągłości łączności wprowadzono pojęcie optymalnej częstotliwości /FOF/, której wartość określa się:

- FOF = 0,85 MUF przy odbiciu od warstwy F₂ /ulegającej dużym wahaniom/
- FOF = 0,97 MUF przy odbiciu od warstwy E /wysokiej stabilności/

Teoretycznie najkorzystniejszą częstotliwością roboczą byłaby FOF, jednakże zmienny jej przebieg funkcji czasu wymagałby ciągłego przestrojenia nadajnika, co w praktyce eksploatacyjnej nie jest możliwe.

Dlatego też częstotliwości robocze należy w zasadzie dobrać w przedziale zakresu.

$$LUF < f \text{ robocze} \leq FOF$$

Łączność na falach jonosferycznych powinno uwzględnienia poprzednio omówionych właściwości uzupełniona będzie również od innych czynników, ponieważ w jonosferze występują zarówno regularne zmiany jak i przypadkowe.

Szczególną właściwością występującą przy odbiorze fal krótkich jest zanik sygnału / fading /, który może trwać od ułamków sekundy do kilkudziesięciu i więcej sekund. Zjawisko to najczęściej powodowane jest interferencją fal radiowych dochodzących do odbiornika różnymi drogami /w tym również w przeciwfazie/.

Następną specyficzną właściwością odbioru fal jonosferycznych jest istnienie strefy milczenia /martwej/, która tworzy się dlatego, że w pewnej odległości od nadajnika, poziom natężenia pola fali przyziemnej znacznie maleje, a odbita od jonosfery fala powraca w znacznym oddaleniu. Należy zaznaczyć, że skonstruowanie i ukończenie radiostacji w anteny pionowego promieniowania pozwoliło zlikwidować to zjawisko.

Dlatego też przydział częstotliwości roboczych do pracy falą jonosferyczną jest problemem złożonym. Podstawą obliczenia częstotliwości MUF, LUF i FOF w Wojsku Polskim są miesięczne prognozy propagacji fal radiowych dla rejonu Polski opracowywane przez "Instytut Geofizyki PAN". Są one rozprawiane do wojsk wraz z instrukcją posługiwania się nimi przez Szefostwo Wojsk Łączności LON.

W ramach ZSZ UW wykorzystywane są prognozy roczne publikowane przez "Instytut Magnetyzmu Ziemi, Jonosfery i Rozchodzenia Fal Radiowych" przy Akademii Nauk ZSRR- IZHIRAN. Instytut ten opracowuje również prognozy miesięczne, które podobnie jak i roczne obejmują całą kulę ziemską.

Na szczeblach operacyjnych w toku eksploatacji łączności radiowej ponadto wykorzystuje się wyniki pomiarów jonosfery przez aparatownie kontroli częstotliwości /AKCz/.

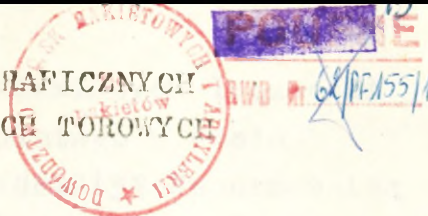
Pomimo złożoności problemu doboru częstotliwości do pracy środków radiowych za pomocą fali jonosferycznej, krótkofalowa łączność radiowa organizowana na tych falach jest szeroko stosowana w stacjonarnych i polowych systemach łączności. Powszechność jej zastosowania podyktowana jest możliwością zapewnienia łączności na znaczne odległości. Atrocyjność łączności radiowej na falach jonosferycznych wzrosła w ostatnich latach z powodu wdrożenia anten pionowego promieniowania przeznaczonych do pracy w ruchu i zapewniających łączność na odległości rzędu 100-300 km, co w pełni zabezpiecza potrzeby współczesnego pola walki.

Reasumując należy stwierdzić, że uwarunkowania propagacyjne wykorzystania środków radiowych są bardzo złożone. Organizator łączności /szef łączności/ danego szczebla dowodzenia dysponuje konkretnymi radiostacjami, o ściśle określonych parametrach taktyczno-technicznych. I te czynniki są stałe. Natomiast czynnikami zmiennymi warunkującymi zapewnienie ciągłej i niezawodnej łączności to odpowiedni dobór częstotliwości pracy i zastosowanie właściwej anteny. Dlatego też organizatorzy łączności oraz osoby funkcyjnie kierujące eksploatacją systemu łączności /szefowie WL/ powinni dokładnie znać wszelkie uwarunkowania /a głównie propagacyjne/ wykorzystania radiowych środków łączności.

Uwarunkowania te ogólnie można sprecyzować następująco:

1. W paśmie fal UKF należy pracować przy wykorzystaniu anten prętowych i na falach przyziemnych typu ogólnego;
2. Falę powierzchniową zaleca się pracować w pasmach najniższych częstotliwości poszczególnych typów radiostacji;
3. Przy pracy na postoju wykorzystywać anteny umocowane na masztach.
4. W paśmie fal KF w zależności od odległości pomiędzy korespondującymi radiostacjami należy pracować na fali powierzchniowej /przy odległościach bliskich rzędu kilkudziesięciu km/ i na fali jonosferycznej /przy odległościach setek i tysięcy kilometrów/. Należy jednak mieć na uwadze, że na współczesnym polu walki odległości w zależności od sytuacji taktyczno-operacyjnej mogą ulec znacznym zmianom i dlatego dla relacji radiowych /szczególnie na szczeblach operacyjnych/ należy przydzielić częstotliwości do pracy falą powierzchniową i jonosferyczną.

PODSTAWOWE KRYTERIA ZESTAWIANIA TELEGRAFICZNYCH
ŁAŃCUCHÓW TELEKOMUNIKACYJNYCH NA LINIACH TOROWYCH



W polowych systemach łączności występują bezpośrednie łącza telegraficzne i telegraficzne łańcuchy telekomunikacyjne.

Zasięg bezpośrednich łączy telegraficznych jest określony taktyczno-technicznymi danymi środków łączności. Przy wykorzystaniu różnych środków radioliniowych i przewodowych zasięg łączności na pojedynczych łączach telegraficznych może wynosić:

- za pomocą stacji radioliniowych R-404 i urządzeń telegrafii wielokrotnej- do 1000 km;
- za pomocą stacji radioliniowych R-409 i urządzeń telegrafii wielokrotnej- do 250 km;
- za pomocą stacji radioliniowych R-405 - do 120 km;
- za pomocą linii kablowych PKD 2 x 2 oraz telefonicznych i telegraficznych urządzeń zwielokrotniających- do 500 km.

Należy jednak podkreślić, że nie we wszystkich relacjach są zestawiane bezpośrednie /pojedyncze/ łącza telegraficzne i występuje potrzeba komutowania łączy telegraficznych, tj. doraźnego zestawiania telegraficznych łańcuchów telekomunikacyjnych za pośrednictwem łączy telegraficznych. Np. w celu zapewnienia łączności między przełożonym i podwładnym o jeden szczebel niższego podporządkowania lub na drogach okrężnych.

W związku z tym powstaje pytanie, jaką liczbę łączy można komutować w celu zestawienia złożonego telegraficznego łańcucha telekomunikacyjnego oraz jakie czynniki ograniczają możliwość komutacji pojedynczych łączy telegraficznych w jedną relację?

Odpowiadając na tak postawione pytanie należy przede wszystkim podkreślić, że w polowych systemach łączności w zasadzie łącza telegraficzne są zestawiane w wyniku wtórnego zwielokrotnienia łączy telefonicznych za pomocą urządzeń telegrafii wielokrotnej P-318 i UtgW3/6 lub urządzeń telegrafii nadakustycznej TgF-2p, a także w wyniku zwielokrotnienia krotnicami telegraficznymi szerokopasmowego kanału radioliniowego R-405z.

We wszystkich wymienionych wypadkach urządzenia telegrafii wielokrotnej /zwane również krotnicami telegraficznymi/ zamieniają sygnały dyskretne wytworzone przez dalekopisy na sygnały analogowe, co umożliwia ich transmisję w paśmie akustycznym o szer. 300 - 3400 Hz lub ponadakustycznym, jak to jest w stacji radioliniowej R-405 z.

W związku z tym, uzyskanie poprawnej łączności telegraficznej zależy od jakości łączy telefonicznych, przeznaczonych do wtórnego zwielokrotnienia za pomocą urządzeń telegrafii wielokrotnej. Oznacza to, że pierwszym kryterium uzyskania pożądaných zasięgów i jakości łączności telegraficznej jest spełnienie wymagań stawianych łączności telefonicznej przez łączy telefoniczne wytypowane do wtórnego zwielokrotnienia za pomocą krotnic telegraficznych.

Szczególnie musi tu być spełnione wymaganie odnośnie zapewnienia właściwego stosunku sygnału do szumów, który dla telefonii powinien wynosić nie mniej jak 20, co oznacza, że minimalny ostatek od zakłóceń powinien wynosić 26 dB tj. 3Np.

Chodzi o to, że przy słabej słyszalności, a więc przy małym poziomie sygnału, nawet stosunkowo słabe szумы będą utrudniały prowadzenie rozmowy i o ile w wypadku rozmowy telefonicznej jawnej zrozumiałość mowy będzie wystarczająca do przekazania informacji to uniemożliwią one całkowicie łączność utajnioną i telegraficzną.

Wymaganie dotyczące dopuszczalnego stosunku sygnału do szumów jest szczególnie istotne w odniesieniu do łączy zestawionych za pomocą środków radioliniowych.

W referacie wprowadzającym została przedstawiona tabela obrazująca porównanie właściwości torowych i beztorowych linii łączności. Z danych w niej zawartych wynika, że wszystkie wykorzystywane w polowych systemach łączności stacje radioliniowe umożliwiają uzyskanie wymaganego stosunku sygnału do szumów.

Chcę jednak podkreślić, że stanie się to pod warunkiem właściwego wyboru trasy, linii radiowej i rozmieszczenia stacji radioliniowych w terenie.

Zasięg łączności telegraficznej limitowany jest również wiernością transmisji, realizowanej bezpośrednio w kanałach telegraficznych.

Parametrem określającym wierność transmisji w kanałach telegraficznych jest dopuszczalna wartość zniekształceń sygnałów telegraficznych. Jest to drugie kryterium, które należy uwzględnić przy zestawianiu telegraficznych łańcuchów telekomunikacyjnych.

Ponieważ warunki spełnienia wymagań stawianych łączności telefonicznej zostały już przedstawione, dlatego w swoim wystąpieniu zwrócę uwagę na drugie kryterium, tj. dopuszczalną wartość zniekształceń sygnałów telegraficznych.

Biorąc pod uwagę, że w polowych systemach łączności są wykorzystywane dalekopisy "start-stopowe", pracujące arytmicznie, należy stwierdzić, że w telegraficznych łańcuchach telekomunikacyjnych występują zniekształcenia arytmiczne.

Zniekształcenia arytmiczne powstają w wyniku skracania i wydłużania się czasu trwania elementów jednostkowych sygnału telegraficznego w czasie ich transmisji przez telegraficzny łańcuch telekomunikacyjny, co w efekcie prowadzi do tego, że sygnał odebrany jest zniekształcony w stosunku do sygnału nadanego. Zniekształcenie sygnału jest dopuszczalne w określonej skali, tj. takiej, przy której dalekopis odbiorczy jest w stanie otworzyć znak nadany.

Dodatkowymi przyczynami powstawania zniekształceń arytmicznych są:

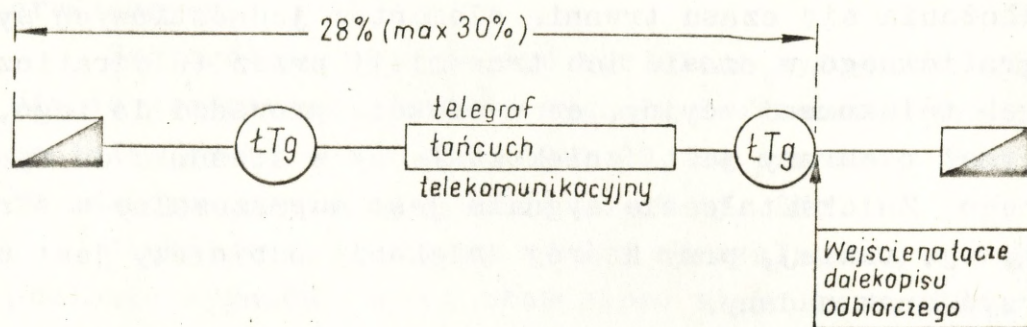
- nierównomierność obrotów silników elektrycznych dalekopisów;
- niedokładność i bezwładność działania nadajników i odbiorników dalekopisów itp.;

A zatem, zniekształcenia arytmiczne występują w łączach telegraficznych i w dalekopisach, a ich górną dopuszczalną granicę wyznacza marża dalekopisu.

Marża dalekopisu jest to zdolność odtworzenia znaku mimo wystąpienia zniekształcenia sygnału telegraficznego wyrażona w procentach. Zależy ona od konstrukcji dalekopisu, a w eksploatacji do warunków jego pracy.

Użytkowa marża dalekopisów /określana na podstawie pomiarów w rzeczywistych warunkach pracy/ stosowanych w polowych systemach łączności wynosi ok. 28 ÷ 30 %/Przedstawia rys.1/ Oznacza to, że dopuszczalny stopień zniekształceń arytmicznych telegraficznego łańcucha telekomunikacyjnego w punkcie wejścia na łącze współpracującego abonenta /dalekopisu odbiorczego/ może wynosić do 30% tj. nie może być większy od marży dalekopisu.

Rys. 1



Na podstawie górnej dopuszczalnej granicy zniekształceń arytmicznych można określić skład maksymalnego telegraficznego łańcucha telekomunikacyjnego.

Uwzględniając, że na przykład:

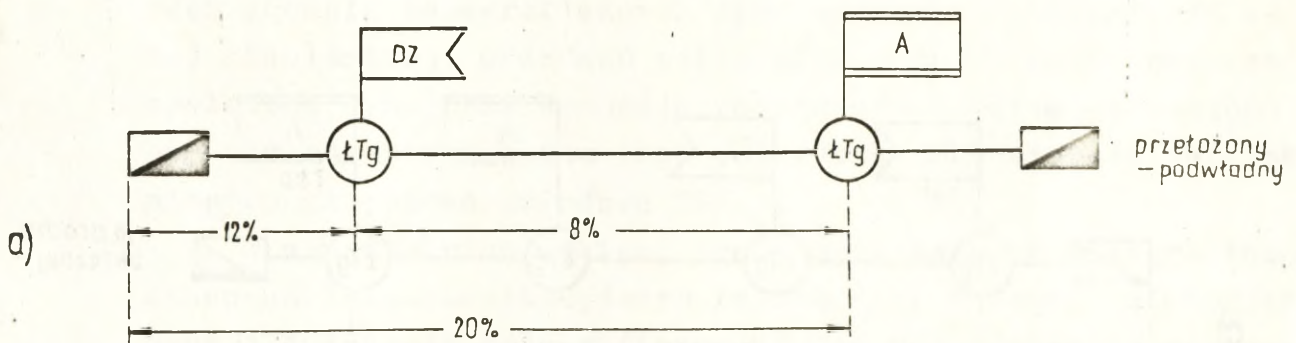
- nadajnik dalekopisu wnosi zniekształcenia o wartości ok. 5%;
- przekaźnik polaryzowany do 2 %;
- łącznica telegraficzna do 3%;
- UTgW do 5 %

można przyjąć, że elementy składowe łańcuchów telegraficznych wnoszą zniekształcenia arytmiczne o następujących wartościach:

/Przedstawia rys. Nr 2/.

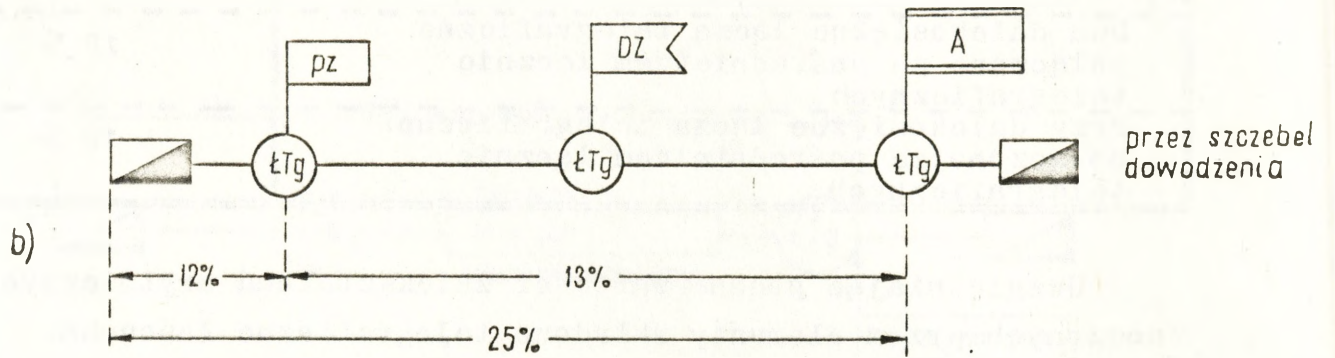
Określenie elementu składowego telegraficznego łańcucha telekomunikacyjnego.	Wartość wnoszonych zniekształceń
Łącze abonenckie i dalekopis nadawczy	12 %
Dalekosiężne łącze telegraficzne zakończone na obu końcach na obwodach liniowych łącznic telegraficznych.	8 %
Dwa dalekosiężne łącza telegraficzne połączone za pośrednictwem łącznic telegraficznych.	13 %
Trzy dalekosiężne łącza telegraficzne połączone za pośrednictwem łącznic telegraficznych.	18 %

Uwzględniając podane wartości zniekształceń arytmicznych wnoszonych przez elementy składowe telegraficzne łańcucha telekomunikacyjnego, można przyjąć następujące warianty wojskowych łańcuchów telegraficznych, zapewniających wymaganą wierność transmisji sygnałów:

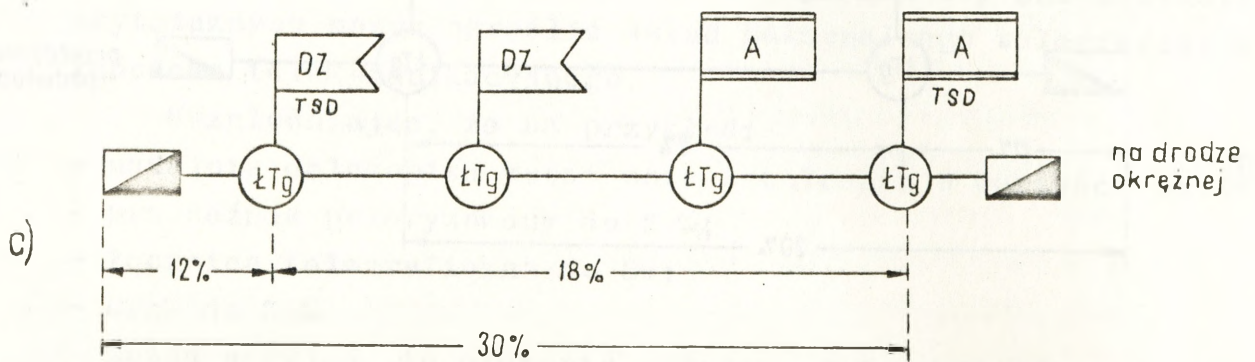


Rys. a/

Rys. b/



Rys. c/



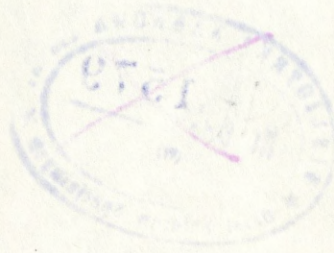
Rys.a/ przedstawia wariant prostego telegraficznego łańcucha telekomunikacyjnego, sumaryczne zniekształcenia artystyczne wynoszą ok. 20%, a więc znacznie poniżej dopuszczalnej granicy zniekształceń. Wariant taki w polowych systemach łączności jest stosowany w relacji przełożony podwładny.

Rys.b/ przedstawia telegraficzny łańcuch telekomunikacyjny składający się z dwóch łączy dalekosiężnych i 3 central telegraficznych. Sumaryczne zniekształcenia w tym łańcuchu również są mniejsze od dopuszczalnej granicy, a zatem można przyjąć, że między armią a pułkiem można zestawzić połączenie telegraficzne, które zapewni wymaganą wierność transmisji.

Rys.c/ przedstawia telegraficzny łańcuch telekomunikacyjny składający się z 3 łączy dalekosiężnych i 4 central tlg. Sumaryczne zniekształcenia wynoszą tu 30 %, a więc zestawienie takiego łańcucha jest również możliwe, jednak poziom zniekształceń osiąga tu górną dopuszczalną granicę. Jest aktualnie stosowany w polowych systemach łącz.

Z przedstawionych rysunków wynika, że maksymalny łańcuch, w którym może być zapewniona wymagana wierność transmisja sygnałów może składać się z trzech łączy dalekosiężnych i czterech łącznie telegraficznych /pod warunkiem zapewnienia właściwej eksploatacji urządzeń telegraficznych, a także gdy zostaną spełnione wymagania odnośnie zachowania wymaganego odstępu sygnału od szumów w kanałach telefonicznych wtórnie zwielokrotnionych za pomocą urządzeń TW/.

W wypadku niewłaściwej pracy maksymalnego telegraficznego łańcucha telekomunikacyjnego /w składzie 3 łączy dalekosiężnych i 4 łącznie telegraficznych/np.: gdy występują znaczne zniekształcenia z powodu złej trasy linii radiowej należy stosować pośredniczenie przez zapewnienie retransmisji za pomocą taśm perforowanych na jednym z pośredniczących WL.



Handwritten text in purple ink, possibly a signature or initials.

Natomiast jeżeli wymiana wiadomości drukowych w danej relacji jest znaczna to uwzględniając, że telegraficzne łańcuchy telekomunikacyjne są zestawiane doraźnie należy w tej relacji zestawić bezpośrednio łącze telegraficzne.

Między innymi z tego właśnie powodu, aktualnie w relacji TSD frontu- TSD armii organizuje się bezpośrednio łącze telegraficzne /ponieważ chodzi w tym wypadku zarówno o zapewnienie odpowiedniej wierności transmisji jak również przepus- towość relacji.



*Wydrukowano w 10 egz.
Egz. 1-10 BN 025
Wydrukował ppłk Piwinski*