

**AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO**  
im. generała broni K. Świerczewskiego

INSTYTUT DOWODZENIA

DO DZIEDZINY  
BIEŻĄCEGO

Egz. Nr .....

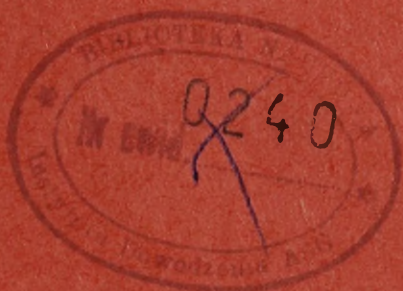
inż. Bohusław RADA  
inż. Augustyn MIL  
inż. Jurzi PODZIMEK

**DOTYCHCZASOWE DOŚWIADCZENIA, WYNIKI  
POMIARÓW I MOŻLIWOŚCI ROZWOJU TECHNICZNYCH  
ŚRODKÓW DLA PRZENOSZENIA DANYCH**

(Tłumaczył płk dr Stefan MICHALAK)

*str. 1-124 kr*

*122 ark.*



ARCHIWUM  
BIBLIOTEKI SZTABU GENERALNEGO  
KADRY  
im. gen. broni K. Świerczewskiego

*36722*

WARSZAWA

WRZESIEŃ

1967



**AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO**  
im. generała broni K. Świerczewskiego

---

INSTYTUT DOWODZENIA

DO DZIAŁU  
BIBLIOTEKI



Egz. Nr .....

inż. Bohusław RADA  
inż. Augustyn MIL  
inż. Jurzi PODZIMEK

**DOTYCHCZASOWE DOŚWIADCZENIA, WYNIKI  
POMIARÓW I MOŻLIWOŚCI ROZWOJU TECHNICZNYCH  
ŚRODKÓW DLA PRZENOSZENIA DANYCH**

(Tłumaczył płk dr Stefan MICHALAK)

*str. 1-124* *kr*



*122 ok.*

ARCHIWUM  
BIBLIOTEKI SZTABU GENERALNEGO  
KADRA  
im. gen. br.

*36722*

---

WARSZAWA

WRZESIEŃ

1967

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO  
im.gen.broni Karola Świerczewskiego

INSTYTUT DOWODZENIA

*Amel. prot. 12652-1*

DO DZIAŁU  
BIBLIOTEKI

Egz.nr.... 1

inż. Bohusław RADA  
inż. Augustyn MIL  
inż. Jirzi PODZIMEK

DOTYCHCZASOWE DOŚWIADCZENIA, WYNIKI POMIARÓW  
I MOŻLIWOŚCI ROZWOJU TECHNICZNYCH ŚRODKÓW  
DLA PRZENOSZENIA DANYCH

/Tłumaczył płk dr Stefan MICHALAK/



ARCHIWUM  
BIBLIOTEKI SZKOLENIOWEJ  
AKADEMII SZTABU GENERALNEGO  
im. gen. broni Karola Świerczewskiego

*36722*



Dotychczasowe doświadczenia, wyniki pomiarów i możliwości rozwoju technicznych środków dla przenoszenia danych.

-----

inż. Bohuslaw Rada, Podziimek Jirzi,  
inż. Mil Augustyn

Instytut Badawczy 060

Treść

1. Wstęp.
2. Parametry kanałów powiadamiania a bezpieczeństwo przenoszenia.
3. Pomiary prowadzone w IB 060.
4. Pomiary sieci łączności CZŁ-Cz SRR.
5. Możliwości centralnych rozwiązań przenoszenia danych.
6. Zakonczenie.



Praga 18 luty 1965r.

Dotychczasowe doświadczenia, wyniki i zamierzenia w zakresie rozwoju technicznych środków dla transmisji danych.

---

## 1. Wstęp.

Jednym z zasadniczych postulatów przy określaniu parametrów transmisji danych jest bezpieczeństwo transmisji. Przyczyny ekonomiczno-techniczne i unifikacja prowadzą do tego, że do transmisji danych będą wykorzystywane wszystkie typowe obwody dalekopisowe, telefoniczne i centralne szeroko-pasmowe. Wymienione obwody czynią zadość wymaganiom dla transmisji danych słownych/mówionych/ ewentualnie znaków telegraficznych, w zależności od tego jak odpowiadają zaleceniom CCITT. Więcej lub mniej dobre z punktu widzenia nadmiaru słów /mowy/, zapewnia dostateczną zrozumiałość ale nie czynią zadość wymaganiom bezpieczeństwa transmisji i niezawodności ruchu przy przenoszeniu danych.

Wprowadzone do wojsk środki w licznych przypadkach wykorzystywane są dla ruchu w uciążliwych warunkach np./wrzawa, hałas/, albo pracują często na granicy zasięgu i dlatego jeszcze mniej odpowiadają międzynarodowym normom dla transmisji mowy i w jeszcze mniejszym stopniu odpowiadają przenoszeniu danych.

Dlatego koniecznym jest rozwiązanie problemu bezpieczeństwa przenoszenia danych z odpowiednim zabezpieczeniem - zabezpieczającymi kodami. Rozwiązania optymalne urządzeń zabezpieczających powinny uwzględniać parametry kanałów transmisji tj. jest prawdopodobieństwo i strukturę błędów kanału transmisji. Ze względu na różnorodność kanałów powiadamiania, wymagania unifikacji, ekonomię i eksploatację korzystne

rozwiązanie końcowego urządzenia jest bardzo trudne.

Okazuje się, że w niektórych przypadkach gdy prawdopodobieństwa powstania błędów są większe niż  $10^{-3} + 10^{-2}$  nie można zapewnić przenoszenia danych z dostatecznym bezpieczeństwem, wygodniej jest podnieść jakość parametrów dróg powiadamiania aniżeli stosować specjalne i kosztowne urządzenia zabezpieczające.

Przedstawione sprawozdanie podaje analizę problemu bezpieczeństwa transmisji danych, przegląd wyników i wniosków z pomiarów przenoszenia z prędkością 50 Bd na wojskowych ~~środkach~~ obwodach dalekopisowych i telefonicznych. Pomiary przeprowadzono w celu ustalenia założeń dla rozwiązania dogodnych urządzeń końcowych to jest części zabezpieczającej i przystawki oraz dla możliwego usprawnienia kanałów powiadamiania. W ostatniej części rozprawy są przedstawione stosowane sposoby rozwiązań urządzeń końcowych, program sektora cywilnego i poglądy JBO60 na możliwość rozwiązań z punktu widzenia potrzeb wojska.

## 2. Parametry kanałów powiadamiania a bezpieczeństwo przenoszenia danych.

2.1. Jeżeli wyjdziemy z uproszczonego schematu kompletnego kanału do transmisji danych /patrz rys.1/, to prawdopodobieństwo błędu podczas transmisji danych możemy wyrazić stosunkiem /1 do 3 /

$$P_{ez} = Z / P_{e,M}, \gamma / \quad 1/$$

$$P_e = F1 / d_i, B_i / \quad 2/$$

$$i = 1 \text{ do } n$$

$$M = F2 / d_i, B_i / \quad 3/$$

$$i = 1 \text{ do } n$$

gdzie :

- $P_{ez}$  - prawdopodobieństwo błędnie przyjętej informacji /danych /; może być wyrażone prawdopodobieństwo błędnie przyjętego bitu, litery, słowa czy wiadomości i ich określona funkcja Z, jej forma zależy od sposobu i konstrukcji rozwiązania digitalnej części urządzenia końcowego /alfabetu, zabezpieczenia, synchronizacji itd/. Z nich najmniej zmiennymi będą : prawdopodobieństwo błędu podstawowego elementu kodu  $P_e$ , struktura błędów i zakłócenia w digitalnej części.
- $P_e$  - Prawdopodobieństwo błędu podstawowego elementu kodu / dla kanałów składających się z przystawki i łączy powiadamiania/.
- M - model - struktura błędów podstawowego elementu kodu.
- $\gamma$  - zakłócenia w digitalnej części, wyrażone zwykle prawdopodobieństwem błędu podstawowego elementu kodu, powstające w digitalnej części.
- $d_i$  - parametry ~~łączone~~ powiadamiania /z punktu widzenia stosunku /1/ aż do /3/, rozważane na wejściu do przystawki w części odbiorczej;
- $d_1$  - poziom białego szumu ;
- $d_2$  - poziom zakłóceń impulsów ;
- $d_3$  - poziom zakłóceń monochromatycznych;
- $d_4$  - resztkowe zagłuszanie łącza ;
- $d_5$  - wahania resztkowego zagłuszania, ~~w~~ ewentualnie przerwanie ~~łącza~~.
- $d_6$  - charakterystyka częstotliwości resztkowego zagłuszania łącza ;

- $d_7$  - charakterystyka częstotliwości grupowego opóźnienia łącza. Parametry  $d_6$  i  $d_7$  charakteryzują się odkształceniem liniowym sygnału przy przechodzeniu przez łącze.
- $d_8$  - odkształcenia nieliniowe ;
- $d_9$  - częstotliwość przemiany w łączu ;
- $d_{10}$  - zakłócenia łącza odpowiadające przerwaniu łącza.
- $\beta_i$  - parametry przystawki, które wyrażają funkcję przystawki /występowanie błędów/ w zależności od odpowiadających im parametrów łącza powiadamiania;
- $\beta_1$  - odporność przeciw białym szumom, wyrażona zwykle, zależnością  $P_e$  w znormalizowanym pierwszym sygnale - biały szum patrz rys.3.1.
- $\beta_2$  - odporność na zakłócenia impulsów, wyraża się zazwyczaj stosunkiem wydajności natężenia sygnału do natężenia zakłóceń impulsów /koniec - koniec / przy którym zakłócenia impulsów zaczynają się objawiać jako błędy.
- $\beta_3$  - odporność na zakłócenia monochromatyczne.
- $\beta_{4,5}$  - przesklepione<sup>1/</sup> zagłuszanie przystawki jest określone odstępem poziom nadajnika, a granicą częstotliwości przystawki.
- $\beta_{7,6}$  - odporność przystawki przeciw liniowemu odkształceniu sygnału przy przejściu przez łącze.
- $\beta_8$  - odporność przeciw odkształceniom nieliniowym.
- $\beta_9$  - odporność na częstotliwość przemiany w łączu.
- $\beta_{10}$  - zakłócenia przystawki, ~~odpowiadające~~ <sup>ewentualnie</sup> przerwaniu funkcjonowania. Parametr łącza, który <sup>na</sup> digitalnym poziomie opisuje jakość łącza, jest ~~wyrażony~~ <sup>odkształceniem</sup> telegraficznego sygnału albo

-----  
1/ W oryginale "překlenutelny" /przeklenutelny/.

wykresem sygnału danych <sup>5/2</sup> zgodnie z definicją CCITT, \* kiedy wyniki pomiarów zależą od obiektywności eksperymentatora, możliwe jest analogiczne rozważanie dla stosunku

$$P_e = F_3(\delta) \quad /4/$$

$$M = F / \delta \quad /5/ \text{e)}$$

$$\delta = F_5 / d_i, \beta_i \quad /6/$$

2.2. Zadaniem technicznego rozwiązania transmisji danych jest zaprojektowanie takiego końcowego urządzenia, któreby dla danego łącza zapewniało wymagane bezpieczeństwo transmisji  $P_{ez}$  i odpowiadało pozostałym wymaganiom /oszczędność, unifikacja, stopień automatyzacji, warunki ruchu itd/. Przedmiotem zadania jest dlatego sprawdzenie parametru łącza  $d_i$  przez dogodne rozwiązanie przystawki ~~rozwiązanie~~ minimalizować  $P_e$  według stosunku /2/; przez odpowiednim rozwiązaniem części zabezpieczającej zminimalizować  $P_{ez}$  według stosunku /1/ i /3/ oraz ocenić przydatność rozważanego łącza dla wymagań przenoszenia, ~~a~~ <sup>ewentualnie</sup> określić możliwości polepszenia jego parametrów. Ważnym kryterium przy minimalizacji  $P_{ez}$  to jest przy poszukiwaniu odpowiednich zabezpieczeń funkcji Z, jest wykorzystanie drogi transmisji dla przeniesienia właściwej informacji, jego miarą jest czynnik wyrażony stosunkiem /7/

$$\eta = k/n \quad /7/$$

gdzie  $k$  jest liczbą bitów właściwej informacji, a " $n$ " całkowita liczba przesyłanych bitów.

2.3. Przytoczone stosunki /2/ i /3/ dla  $P_e$  i  $M$  są bardzo skomplikowane, a niektóre częściowe zależności są tylko opracowane teoretycznie np. dla stosunku /2/ źródło /1/ i następnie według źródła /2/,

e) Wzór 5 ma braki w oryginale

dla stosunku /3/ źródło /3/ albo /4/. Koniecznym jest oba stosunki /2/ i /3/ włącznie z parametrami  $\alpha_i, \beta_i$ , sprawdzić pomiarami na rzeczywistych łączach, łącznie z przystawką. W literaturze /5,6,7,8/ albo w materiałach CCITT są co prawda przytoczone wyniki pomiarów ~~łączny~~ /przeważnie obwodów telefonicznych /ale ich wykorzystanie jest problematyczne, dla tego, że nie możemy dla naszej łączności zakładać takiej samej struktury do kierowania i konserwacji i dla tego, że wspomniane wyniki nie są kompletne. Z drugiej strony dla tego, że są ~~jednost-~~<sup>to</sup> ~~znymi~~<sup>zmiennych</sup> ~~wielkościami~~ pomiary całkowicie przypadkowych, ~~przeciętnych~~ wielkości, a za tym pomiary statystyczne i pomiary które dotychczas u nas nie były prowadzone, są pomiarami wielce aktualnymi i wymagającymi kosztownych i specjalnych urządzeń pomiarowych.

2.4. Dlatego, że nie było możliwości zapewnienia importu odpowiedniej techniki ani w ramach współpracy z ZSRR uzyskać szczegółowych informacji, w Instytucie Badawczym O60 ustalono metody ~~rozwiązania~~<sup>budowy</sup> specjalnie w CSRR unikalnego kompletu pomiarowego, ~~na podstawie dostępnych źródeł naukowych i w ramach zdolności produkcyjnych~~, umożliwiającego dokonywania pomiarów na wojskowych łączach lub kanałach i z prędkością transmisji 50Bd patrz sprawozdanie /9/.

Nad problematyką transmisji danych pracuje w CzSRR obok I.B. O60 głównie : Instytut Badawczy Łączności - pomiary przenoszenia danych w łączności CZŁ, Instytut Badawczy Telekomunikacji - pomiary - urządzeń <sup>ia</sup> ~~koncowych~~. Między poszczególnymi pracownikami istnieje ścisła współpraca, która się uwidacznia przede wszystkim w przekazywaniu doświadczeń i dokumentacji o rozwijanej technice pomiarów, wypożyczaniu wymienionej techniki ~~i~~<sup>oraz</sup> udokładnianiu metody pomiarów i przekazywaniu wyników badań. W I.B. Łączności w roku 1963 były prowadzone pomiary

obwodów dalekopisów i pomiary łączy telefonicznych dla celów przenoszenia danych patrz sprawozdanie /10,11,12/. O pomiarach w I.B. 060 mówi punkt 3, a o dorobku i wnioskach z pomiarów I.B. łączn. punkt 4 tego sprawozdania.

## 2.5. Opracowane wyniki pomiarów

2.5.1. Rejestracja pierwotnych wyników pomiarów. Jak już podkreślono w poprzednich punktach dla konstruktorów urządzeń końcowych do transmisji danych, decydująca jest ostateczna wydajność dróg transmisji, to jest prawdopodobna liczba i statystyczne rozłożenie błędnych bitów i to bez względu na miejsce i przyczynę powstania błędu. Z uwagi na to, że zakłócenia w kanale łączności mają przeważnie charakter przypadkowy, konieczne jest podczas pomiarów i oceny błędów przy transmisji danych postępować zgodnie z zasadami pomiarów statystycznych.

Najczęściej ~~z~~ stosowanym sposobem pomiarów dróg przenoszenia dla celów transmisji danych, jest nadawanie regenerujących się wiadomości, które mają charakter ciągów dwójkowych, ich długość stanowi "N" podstawowych elementów /bitów/.

Transmitowana wiadomość musi mieć charakter ciągu przypadkowego aby nie wywierała wpływu na ocenę statystyczną.

Z uwagi na to, że w CzSRR nie było do dyspozycji urządzeń dla pomiarów właściwości dróg przenoszenia przeznaczonych do transmisji danych, które by pracowały na kierunku łączności z prędkością transmisji do 2400 Bd, koniecznym było w pierwszym rzędzie ustalić <sup>enie</sup> wymagania dla urządzeń pomiarowych, a w dalszym etapie trzeba było takie urządzenie wytworzyć. Przy ustaleniu warunków dla urządzeń pomiarowych, realizatorzy wychodzili z wymogami, aby sposób rejestracji zmierzonych wyników był na tyle uniwersalny,

10

żeby ze zmierzonych wartości można było wyprowadzać kryteria określające wykorzystanie w szerokim zakresie kodów zarówno detekcyjnych jak i korekcyjnych.

Należy mniemać, że w czasie właściwego pomiaru, wymienione kryterium nie musi być jeszcze wypracowane, ponieważ nie jest znany kod, a o jego przydatności ma być dodatkowa decyzja. Dlatego sformułowano wymaganie aby podczas pomiarów uzyskać jak najwięcej informacji o powstających błędnych bitach. Za kompletną informację można uważać taki sposób rejestracji transmitowanych błędnych bitów, przy którym oznaczony będzie numer porządkowy przelotowego błędnego bitu, albo sposób, przy którym numer porządkowy wszystkich błędnych bitów, będzie można z zapisu wyprowadzić. Z tego punktu widzenia okazuje się celowym bezpośrednio w ciągu pomiarów rejestrować niektóre z góry ustalone wielkości statystyczne jako wielokrotność częstotliwości błędów w jednym słowie, albo częstotliwość różnych długości aglomeratu błędów, ilość błędnie przenoszonych słów itd.

Na odwrót jest bardzo wskazane mieć możliwość jeden przeprowadzony pomiar oceniać ze względu na najróżniejsze kryteria, wielkości statystycznych i dla różnych ilości słów. Pod pojęciem "słowo" należy rozumieć grupę bitów zakodowanych według jednakowych zasad.

Wymagania uniwersalnego sposobu rejestracji błędów były ustalone dla pomiarów na węzłach łączności przy prędkości transmisji 50 Bd, sprytnie rozwiązany w urządzeniu EZAN /zbudowanym w I.B. Telekomunikacji w Pradze /. Wymienione urządzenie używano do pomiarów ciągów, składających się zwykle z jednego a maksymalnie z 8 delekopisowych czcionek.

11

Nie można dlatego o nim powiedzieć o pomiarach przypadkowych ciągów, ponieważ okres jest zbyt krótki. Pracownicy I.B.060 podstawowy pomysł rozszerzyli w ten sposób umożliwili pomiary również na kierunkach łączności z prędkością przenoszenia 50 - 2400 Bd przy nadawaniu pseudoprzypadkowych ciągów. Związy opis zbudowanego urządzenia zawarty jest w punkcie 2.6.

Aby spełnić wymagania statystycznego doboru nie może być pojedynczy pomiar zbyt krótki. Z drugiej jednak strony nie wskazane jest aby w czasie przebiegu jednego pomiaru warunki na drodze transmisji zbyt często się zmieniały. Z tego punktu widzenia wybrano do jednego pomiaru ilość bitów odpowiadającą  $2^{16} - 1$ , co przy 50 Bd odpowiada czasowi pomiaru 22 minut. Jeśli ma być komplet pomiarów dostatecznie reprezentatywny, musi obejmować więcej niż 100 pomiarów przeprowadzonych w różnych warunkach. Z uwagi na to, że warunki rozprzestrzeniania się są szczególnie uzależnione od pory roku, musiałyby się pomiary jednego łącza radiowego rozciągnąć na okres trwający jeden rok. Terminy rozwoju są jednak takie, że wymaganie to nie może być spełnione. Pomiary muszą być przeprowadzone w krótkim okresie czasu.

#### 2.5.2. Sposoby opracowania pierwotnych danych.

Jako rezultat pierwotnego pomiaru otrzymane dane na taśmie perforowanej, która zawiera podstawowe informacje o liczbie porządkowej błędnie przenoszonych bitów. Opracowanie w taki sposób zarejestrowanych danych przeprowadza się na EMC NATIONAL ELLIOT 803B. Program obliczenia jest według wymagań pracowników I.B.060 w obecnym okresie opracowany w SMA 401.

Ponieważ wyniki pomiarów opracowuje się na EMC według dowolnych kryteriów statystycznych /dla nich musi być opracowany program obliczenia /, poważnie skraca się zakres właściwego pomiaru, bowiem dla wszystkich wyników można wykorzystać jeden komplet pomiarów. Obliczenie wyników bezpośrednio w czasie przebiegu pomiarów ma jedną zaletę, a mianowicie to, że wyniki są do dyspozycji natychmiast po zakończeniu pomiarów, a zakres właściwego pomiaru trwa co najmniej kilka tygodni. Jednak zaleta ta nie odgrywa zasadniczej roli, gdyż opracowanie wyników na EMC trwa jedynie kilka godzin.

Aby umożliwić określenie statystycznych wielkości wywierających wpływ na wybór kodu, kody bezpieczeństwa rozdzielono na 4 podstawowe grupy. Uwzględniano przy tym kody<sup>które</sup> już są w niektórych zagranicznych urządzeniach wykorzystywane, jak i kody, których wykorzystanie dla celów transmisji danych można zakładać, a przy pomocy których można przeprowadzać realizację przenoszenia / za pomocą metod w obecnym okresie rozpracowanych albo opisanych/, bardzo skomplikowanych urządzeń o zakresie do kilku set tranzystorów.

a/ Kody parytetowe.

Ten typ kodu dotyczy wypadków gdy refundantni grupa bitów łączy się z bitami informacyjnymi za pomocą operacji "sumy modułu 2" / nieekwiwalentne/ rzadziej przy pomocy "sumy modułu 3". Przykładem jest kod Hammingów, poprzeczny, podłużny albo krzyżowy parytet, podłużne sumy itd. Pokrewne są również kody typu " 2 z 5 " albo " 3 z 7 ". Wymienione kody są przydatne dla niezbyt długich słów zawierających 6 - 20 bitów. Umożliwiają bardzo łatwą detekcją i niezbyt skomplikowaną korekcją niezależnych błędów. Są one bardzo mało skuteczne przy nagromadzeniu się błędów. Nie odnawia się<sup>to</sup> do niesymetrycznej drogi przenoszenia.

Wykorzystanie kanału umożliwia osiągnięcie relatywnej dość względnej wielkości /50 do 90%/. Dla oceny skuteczności tego kodu należy znać prawdopodobieństwo wielokrotności błędów w słowie dla  $K = 1, 2 \dots i$ , gdzie  $i$  jest liczbą bitów w słowie.

b/ kody grupowe.

Do tej grupy należą niektóre E kody liniowe /równoważnik odległości/ i F kody / z odległościami między częściami składowymi kodu względem F/. Należą tutaj kody wprowadzone przez Reeda, Bos - Chanduri. Grupa ta jest wygodna dla krótkich słów 15-20 bitów. Umożliwia konstrukcję stosunkowo prostych urządzeń kodujących i dekodujących. Można je wykorzystać do detekcji i korekcji błędów. Kody te są bardzo skuteczne w wypadkach gdy nie powstają większe nagromadzenia się błędów. Wykorzystanie kanału transmisji jest stosunkowo niskie i nie przekracza 40-70%. Dla oceny skuteczności należy znać tak samo jak w przypadku a/ prawdopodobieństwo wielokrotności błędów w słowie.

c/ Kody cykliczne.

Wykorzystując zabezpieczenie blokowe. Wprowadził je na przykład Peterson. Ekonomiczne jest ich wykorzystanie dla słów o większej długości /więcej niż 25 bitów/. Urządzenia do detekcji błędów są bardzo proste. Można je stosować również przy korekcji, ale w takim wypadku urządzenia te stają się skomplikowane. Kod jest bardzo skuteczny również przy aglomeracji błędów średniej wielkości. Wykorzystanie drogi przenoszenia jest zazwyczaj bardzo wysokie i osiąga do 90%. Jako kryteria dla wykorzystania tego kodu, należy znać przede wszystkim prawdopodobieństwo występowania wielkości  $K$ , gdzie  $K=1, 2 \dots i$ , gdzie  $i$  jest wielkością słowa. Jako pomocniczą wartość dogodnym jest wykorzystywać <sup>y</sup>prawdopodobieństwo  $k$  wielokrotności błędów w słowie

i względnej ilości błędów w aglomeracie wielkości K.

d/ Kody łańcuchowe.

Są one pewną grupą kodów cyklicznych i wprowadza je Hagelbergel. Są one oddzielone dłuższymi odcinkami błędów. Można je jednocześnie wykorzystać do detekcji, natomiast urządzenia umożliwiające korekcję są bardzo skomplikowane. Wykorzystanie drogi przenoszenia jest dosyć dobre, dosięga bowiem do 80%. Jako kryterium przydatności tych kodów dla danego kanału, należy zastosować oprócz wielkości przytoczonych w punkcie e/ dodatkowo prawdopodobieństwo występowania odcinków składających się z "c" dobrych słów, względnie z "w" błędnych słów i wzajemnej korelacji między wielkościami dobrych i błędnych słów.

e/ Bez względu na typ wykorzystywanego zabezpieczającego kodu, bardzo ważnym kryterium, szczególnie dla celów wojskowych jest prawdopodobieństwo występowania odcinków złożonych z "w" błędnych słów i korelacją między wielkością błędnego i prawidłowego odcinka. Ta wskazówka objaśnia się czasem potrzebnym dla bezpiecznego przekazania krótkiego hasła.

f/ Dążeniem większości prac zajmujących się pomiarami dróg przenoszenia jest stworzenie matematycznego modelu kanału, który ułatwi pewną wstępną orientację w wynikach pomiarów i umożliwi wzajemne porównanie między poszczególnymi pomiarami. Należy przypuszczać, że dążenia te są celowe i dlatego zaprojektowany model został wykonany. Wykorzystano łańcuchowy model Markowowa, a to z uwagi na to, że rozchodzi się o proporcjonalną, pojedynczą metodę wyliczenia współczynnika modelu oraz dlatego, że zgodność wyników pomiarów jest według literatury /3/ stosunkowo dobra.

15

Dla tego modelu należy ocenić pewne warunkowe prawdopodobieństwo dwu albo trzech błędnych bitów występujących jeden za drugim.

Ocenę przydatności niektórych typów kodów dla kanału, którego dane określono wielkościami statystycznymi, obliczonymi na podstawie rejestracji liczb porządkowych błędnie przenoszonych bitów, można przeprowadzić w zasadzie dwoma sposobami. Przy zastosowaniu pierwszej metody :poszczególne statystyczne wielkości wyraża się jako funkcję dwu niezależnych zmiennych /długość słowa i inne zmienne np wielokrotność błędu, długość aglomeratu , długość odcinka itp/.

Wykorzystuje się do tego funkcje uzyskane na modelu matematycznym kanału. Dla niektórych prostych typów modelu można wobec tego przeprowadzić minimalizację zdarzeń niewykrytych błędów i maksymalizację wykorzystania drogi przenoszenia i to w zależności od różnych długości słów i różnych typów kodów.

Z uwagi na to, że przecież zgodność modelu matematycznego z jego skutecznością nie jest całkowita, ponieważ wyniki pomiarów wyrażone jako funkcja dwu zmiennych nie będą dostatecznie dokładne / nie powinien być zbyt skomplikowany/. Uzyskane w taki sposób wyniki są zwykle jedynie informacyjnymi i w dalszym postępowaniu trzeba je jeszcze udokładnić. Stosuje się do tego zazwyczaj metodę graficzną /druga metoda/, która stwarza możliwość rozwiązania całego problemu. Wyniki statystycznych obliczeń będą w tym przypadku przedstawione w formie wykresu, z którego wyznacza się wartości umożliwiające wzajemne porównanie poszczególnych typów kodów co do wykorzystania kanału i osiągnięcie bezpieczeństwa przenoszenia. Ta metoda jest wprawdzie mniej elegancka ale jest łatwiejsza i zakłada się

ją dlatego wykorzystać do przeprowadzonych przez nas pomiarów.

### 1.5.3. Oznaczenie zmiennych statystycznych.

Jednym z podstawowych problemów przy wyborze kodu jest długość słowa. W wielu urządzeniach, bezpośrednio rejestrujących statystyczne właściwości, dlatego potrzeba prowadzić powtarzanie pomiarów przy różnych długościach słów. W naszym przypadku mamy dopiero wyniki jednego pomiaru opracowanego z punktu widzenia różnych długości słów. Dlatego ilości koniecznych prób pomiaru zasadniczo się zmniejsza.

Postanowiono przeprowadzić obliczenia dla następującej długości słów :

$$i = 7; 9; 32; 128; 512; 2048;$$

Długość 7 została wybrana ze względu na abecadło dalekopisu MTA-2. Przy długości 9 możliwe jest dla 5 bitów informacji w słowie przeprowadzić sprostowanie jednego błędu. Dalsze długości słów, przyjęto jako takie które są nieparzystymi potęgami 2. Wybór ten pozostaje w związku z optymalnymi długościami słów w kodach Bose - Chaudhuri i Fire. Pozostałe wartości zaleca się uzyskać przez interpolację obliczonych rezultatów. Długość słowa 2048 wydaje się być nieprzydatna z uwagi na konieczny zakres pamięci wyrównującej, która u większości urządzeń do bezpiecznego przenoszenia danych ma zakres właśnie jednego słowa.

W obliczeniach stosuje się również indeks  $j=1$ ; ~~niezależnie~~ <sup>W zależności</sup> od tego indeksu występuje wielkość  $K_j$  następujących wartości.

$$K_j = 1; 2; 3; 5; 8; 11; 16; 22; 30; 45; 60; 85; 120; 170; 250; 350; 500; 720; 1000; 1400; 2000.$$

Wielkość  $K_j$  podaje ilość błędnych bitów /albo długość aglomeratu błędów/ w jednym słowie. Przyrost w wielkości  $K_j$  wybrany został w przybliżeniu wykładniczo i to ze względu na zakładaną zależność nieliniową, między liczbą błędów i ich częstotliwością.

W dalszym ciągu wykorzystano indeks  $m = 1, 2 \dots 12, 13$ .

Wielkość  $1_m$  jest określona stosunkiem

$$1_m = 2^{n-1}$$

Wykorzystuje się dla liczby bezbłędnych słów idących bezpośrednio za sobą.

Indeks  $n = 1, 2 \dots 12, 13$  jest wykorzystywany do wyliczenia wielkości  $w_n$

$$w_n = 2^{n-1}$$

W taki sposób jest podawana liczba błędnych słów idących bezpośrednio za sobą. Dla wielkości  $1_m$  i  $w_n$  wykorzystania znowu wykładniczą charakterystykę, ze względu na przypuszczalne nieliniowe zależność długości dobrych w stosunku do błędnych odcinków.

Wartości dla pozostałych wielkości zmiennych  $K_j, 1_m, w_n$  zakłada się uzyskać przez interpolację i to zawsze przy stałych /constant /długościach słów.

Wymagania wykazane w punkcie 2.5.2 zakładają uzyskanie następujących wartości, które mogą być obliczone na EMC.

-----  
 $P_e$  ..... przeciętne prawdopodobieństwo błędnego bitu w danym zbiorze pomiarów.

-----  
 $P/b_j$  /..... przeciętne prawdopodobieństwo, przy którym długie słowo zawiera najmniej  $K_j$  błędnych bitów.

Rozkład błędnych bitów w słowie jest niezależny.

-----

$P / c_{ij} /$  ..... przeciętne prawdopodobieństwo, ~~że~~ <sup>że</sup> długie słowo zawiera aglomerat błędów o najmniejszej długości  $K_j$  bitów. Za aglomerat uważa się taką grupę bitów w jednym słowie, w której przed grupą i za nią w danym słowie nie występują żadne błędne bity.

Jeżeli oznaczymy prawidłowe bity "0" a błędnie przeniesione bity "1" to w słowie długości 13 w którym błędy rozkładają się następująco : 0010000101000 jest aglomerat długości 8.

-----

$U_{ij}$  ..... przeciętna względna ilość błędnych bitów w aglomeratach długości  $K_j$  do  $/k_{j+1}-1/$  bitów, przy długości słowa  $i$ .

$P / f_{im} /$  ..... prawdopodobieństwo wystąpienia odcinka, złożonego z najmniej  $1_m$  poprawnych słów o długości  $i$  bitów.

$P / g_{in} /$  ..... prawdopodobieństwo wystąpienia odcinków złożonych z najmniej  $W_n$  błędnych słów  $\bullet$  długości "i" bitów.

-----

$V_{in}$  ..... przeciętna względna ilość błędnych bitów, odcinkowych długości  $W_n$  do  $/W_{n+1}-1/$  słów, przy długości słowa  $i$ .

$P / h_{imn} /$  ..... prawdopodobieństwo : że za poprawnym odcinkiem długości chociaż  $1_m$  słów, następuje błędny odcinek długości chociaż  $W_n$  słów.

$P/11/1 \sim /$  ..... warunkowe prawdopodobieństwo; że za błędnym bitem wystąpi kolejny błędny bit.

$P/111/1 \sim /$ .... warunkowe prawdopodobieństwo : że pomiędzy dwoma błędnymi bitami jest błędny bit.

Następnie wylicza się przeciętne wielkości dla  $P/11/1 \sim /$ ,  $P/111/1 \sim /$  i miarodajne odchylenia dla wielkości  $P_e$ ;  $P/b_{ij}/$ ;  $P/c_{ij}/$ ;  $P/11/1 \sim /$ ;  $P/111/1 \sim 1/$ . Znak  $\sim$  oznacza : że nie zależy ~~od tego~~ <sup>na tym</sup> czy ów bit był przeniesiony prawidłowo czy też źle.

#### 2.5.4. Przykład obliczania kodu.

Z uwagi na to, że wyniki pomiaru wykonanego w J.B.060 nie są dotychczas opracowane na **EMC** w formie statystycznej, jako przykład wykorzystano niektóre wyniki uzyskane podczas pomiarów zagranicą. Pełnych obliczeń nie można jednak przytoczyć, ponieważ nie mamy do dyspozycji wszystkich statystycznych danych.

Komplet pomiarów uzyskanych drogą VTS z ZSRR podaje wartości statystyczne przy długości słowa 16 bitów i dla <sup>k</sup>wielokrotności błędów.

Wyniki obliczono dla następujących kanałów łączności:

↳ R 105, 1800 Bd,  $P_e$ ,  $P/b_{16,k}/$

- R 105, 1200 Bd,  $P_e$ ,  $R/b_{16,k}/$

- R 401, z jedną retranslacją, 1200 Bd  $R/b_{16,k}/$

$P/b_{16,k}/$  oznacza prawdopodobieństwo : że w słowie długości 16 bitów było conajmniej  $k$  błędów. Wartość:

$$R/b_{16,k}/ = \frac{P/b_{16,k}/ - P/b_{16,k+1}/}{P/b_{16,k}/}$$

i oznacza względną ilość słów z  $k$  błędów, w stosunku do całkowitej liczby błędnych słów. Na rysunku nr 2 są naniesione niektóre typowe rozłożenia względnych częstotliwości  $R/b_{16,k}/$ .

Widoczne jest, że rozproszenie jest bardzo znaczne od 1 do 5 błędów w słowie. Przekazane wyniki umożliwiają ocenę przydatności kodów parytetowych i grupowych dla słów długości 16. Możemy również ocenić jedną kategorię kodów cyklicznych /Bose-Chandhuri/, która umożliwia sprostowanie dowolnie rozłożonych błędnych bitów.

Wyniki obliczeń są przytoczone w następujących tabelkach.

Wykorzystano następujące oznaczenia :

- i ..... długość słowa / = 16 /
- j ..... liczba "1" w słowie
- m ..... liczba bitów informacyjnych w słowie
- d ..... maksymalna liczba pewnie detekowanych błędów
- c ..... maksymalna liczba pewnie korygowanych błędów
- k ..... wielokrotność błędów w słowie
- $P_k$  ..... prawdopodobieństwo : że nie będzie wykryta ~~część~~ <sup>wielokrotność</sup> ~~błędne~~ błędu w błędnym słowie
- $P_{ud}$  ..... minimalne prawdopodobieństwo odkrycia dowolnego błędu w błędnym słowie /minimalna skuteczność kodu na detekcją/
- $P_{uc}$  ..... minimalne prawdopodobieństwo poprawienia dowolnego błędu w dowolnym słowie / = minimalne skuteczność kodu na korekcję/
- $P_{ucd}$  ..... minimalne prawdopodobieństwo : że błędne słowo będzie należycie poprawione albo detekowane / = minimalna skuteczność kodu na detekcję i jednoczesną korekcję/
- $P_s$  ..... maksymalne prawdopodobieństwo nie wykrycia błędnego słowa przy detekcji albo detekcji i korekcji

- $P_b$  ..... maksymalne prawdopodobieństwo nie wykrycia błędnego bitu przy detekcji albo detekcji i korekcji.
- $/1 - P_s/$  ..... minimalne prawdopodobieństwo poprawnie przeniesionego słowa przy korekcji
- $/1 - P_b/$  ..... minimalne prawdopodobieństwo poprawnie przeniesionego bitu przy korekcji
- $\rho$  ..... redundance kodu
- $\xi$  ..... wykorzystanie drogi przesyłania do transmisji informacji w %
- $P/b_{i1}/$  ..... prawdopodobieństwo błędnego słowa zmierzone w niezabezpieczonym kanale.
- $R/b_{iK}/$  ..... względna częstotliwość <sup>k</sup>wielokrotności ~~z~~ błędów zmierzona na niezabezpieczonym kanale w słowie o długości i.

Pozostałe oznaczenia wykorzystano zgodnie z rozdziałem 2.5.3.

Przy wyprowadzaniu stosunków brano pod uwagę najbardziej nieprzychylnie rozłożenie się błędów, to jest dolną granicę małych wielokrotności błędów i górną granicę dużych wielokrotności błędów.

Wartości tych stosunków :

$$P_{ud} = 1 - \sum_{k=1}^i P_k R(b_{ik}) \text{ maks}$$

$$P_{uc} = \sum_{k=1}^c R(b_{ik}) \text{ min}$$

$$P_{ucd} = 1 - \left[ 1 - \sum_{k=1}^L R(b_{ik}) \text{ min} \right] P_k ; \text{ przy korekcji } P_{ucd} = P_{uc}$$

$$P_s = P(b_{i1}) \text{ maks } (1 - P_u); \text{ w miejsce } P_u \text{ można podstawić } P_{ud} \text{ względnie } P_{ucd}$$

$$P_b = P_s \frac{\sum_{k=2}^i k \cdot p_k \cdot R(bik)_{maks}}{i \cdot \sum_{k=1}^i p_k R(bik)_{maks}}$$

Dla kodów typu "j" oraz "i" obowiązuje:

$$p_i = \frac{\log_2 \left( \frac{i}{j} \right)}{i}$$

$$P_k = \frac{\binom{i-j}{0,5 \cdot k} \cdot \binom{j}{0,5 \cdot k}}{\binom{i}{j}} \quad k = 2; 4; \dots; 2j;$$

dla pozostałych k jest  $P_k = 0$

Dla kodów grupowych obowiązuje:

$$= \frac{m}{1}$$

$$P_{\geq k} = \frac{2^m \left[ \binom{m}{0} + \binom{m}{1} + \dots + \binom{m}{c} \right]}{2^i} ; P_{< k} = 0; \quad k = d+1$$

Należy przypuszczać, że wzajemne rozłożenie dowolnych słów i błędnych bitów jest bardziej prawdopodobne niż z błędami.

Wzór dla korekcji:

$$\eta = \frac{100}{\rho}$$

Wzór dla detekcji:

$$\eta = \frac{100}{\rho} \left\{ 1 - [P(b_{i1}) - P_s] \right\}$$

Wzór dla detekcji i korekcji:

$$\eta = \frac{100}{\rho} \left\{ 1 - [P(b_{i1}) (1 - P_{uc}) - P_s] \right\}$$

Jako kryterium zastosowalności kodu są założone granice prawdopodobieństwa niewykrytego błędnego bitu. Wygodnie jest rozróżniać trzy typy zabezpieczonego przenoszenia:

$P_b \leq 10^{-5}$  dla najniższego szczebla dowodzenia i zbioru informacji początkowej.

$P_b \leq 3 \cdot 10^{-7}$  dla wyższego poziomu zbioru informacji i dla łączności między stanowiskami dowodzenia

$P_b < 10^{-8}$  dla transmisji danych bezpośrednio pomiędzy EMC.

W następnej tabelce jest w pierwszym wierszu wykazana charakterystyka radzieckiego kanału bez zabezpieczenia

Kody " j z 16 " i kod parytetowy

typ kodu	c	d	$P_K$	$P_{ud}$	$P_s$	$P_b$	
bez zabez- pieczenia	0	0	1	0	$1,5 \cdot 10^{-2}$	$2,2 \cdot 10^{-3}$	100
prosty parytet	0	nieparzysty	$P_{suda}=1$	0,37	$9,5 \cdot 10^{-3}$	$1,5 \cdot 10^{-3}$	93,5
j = 3	0	nieparzysty 8,10,12,14,16	$P_2=0,32$ $P_4=0,13$ $P_6=0,045$	0,83	$2,5 \cdot 10^{-3}$	$3,4 \cdot 10^{-4}$	64
j = 2	0	nieparzysty 6,8,10,12,14, 16	$P_2=0,233$ $P_4=0,05$	0,88	$1,7 \cdot 10^{-3}$	$2,3 \cdot 10^{-4}$	42,5
j = 1	0	nieparzysty 4,6,8,10,12, 14,16	$P_2=0,125$	0,94	$9 \cdot 10^{-4}$	$1,1 \cdot 10^{-4}$	24,7

Z tabeli i z krzywej A na rys.2.3 jest widoczne, że dla mierzonych kanałów nie jest możliwe zastosowanie tego typu kodu z dostateczną efektywnością nawet przy bardzo małym wykorzystaniu drogi przenoszenia.

Kody grupowe - detekcja błędów

Typ kodu	/i,m/	d	c	$P_K$	$P_{ud}$	$P_s$	$P_b$	
16,11/	- Bose-Ch. Hamming	2	0	$2^{-5}$	0,983	$1,8 \cdot 10^{-4}$	$6,2 \cdot 10^{-5}$	68
16,8 /	- Prange	4	0	$2^{-8}$	0,99934	$10^{-5}$	$5,7 \cdot 10^{-6}$	49,3
16,7 /	- Bose-Ch	4	0	$2^{-9}$	0,99967	$5 \cdot 10^{-6}$	$2,8 \cdot 10^{-6}$	43,2
16,5 /	- Bose-Ch	6	0	$2^{-11}$	0,99994	$9 \cdot 10^{-7}$	$5,6 \cdot 10^{-7}$	30,5
16,4/	- Peterson	6	0	$2^{-12}$	0,99997	$4,5 \cdot 10^{-7}$	$2,8 \cdot 10^{-7}$	24,6
16,3 /	- Peterson	6	0	$2^{-13}$	0,999986	$2,1 \cdot 10^{-7}$	$1,3 \cdot 10^{-7}$	18,3
16,2 /	- Peterson	8	0	$2^{-14}$	0,999995	$8 \cdot 10^{-8}$	$6 \cdot 10^{-8}$	12,3

Jak widać z tabelii <sup>3</sup>krzywej B na rys. 2.3 kody grupowe do detekcji błędów są zastosowalne. Kod /16,8/ jest przydatny dla zapewnienia transmisji danych na niższych szczeblach  $/P_b = 5,7 \cdot 10^{-6}/$ , kody /16,4/ nadaje się dla wyższych szczebli  $/P_b = 2,8 \cdot 10^{-7}/$ . Dla transmisji danych między EMC to jest dla bezpieczeństwa circa  $10^{-8}$  nie może jednak żaden z wymienionych kodów być wykorzystany. Z rezultatów wynika, że długość słowa 16 nie jest dla tego kodu szczególnie wygodna, ponieważ dla sprzyjającego stopnia zabezpieczenia, wykorzystanie kanału jest niewspółmiernie niskie /50 a nawet 25% /.

Tabela dla grupowych kodów z zastosowaniem korekcji błędów albo korekcji z jednoczesną detekcją jest przedstawiona na następnej stronie. Wyniki są również naniesione na rysunku 2.3. Zwróćmy uwagę najpierw na krzywą C. Odpowiada ona systemowi, w którym nie będzie wbudowany wsteczny kanał dla transmisji danych, konieczne jest jedynie prowadzenie korekcji. System będzie tak pracował, że w słowie ujawni się najwyżej <sup>1</sup>c błędów, po sprostowaniu błędów. ~~Rozważamy trzy przypadki powstania~~

Rozróżniamy trzy przypadki powstania więcej niż  $c$  błędów.

Pierwsza możliwość : powstanie całkowicie inna dowolna kombinacja, to jest na wyjściu z urządzenia dekodującego otrzymany niektóre dowolne słowa, jednak całkowicie inne niż słowo wysłane.

Druga możliwość przedstawia sobą kombinację błędów, które urządzenie dekodujące poprawi na słowo, różniące się od słowa wysłanego. Powstaje to dlatego, że to słowo jest błędnie przyjętą informacją oddaloną /brak wiersza / od towarzyszącego słowa co według założenia jest oddaleniem większym niż  $c$ . W taki sposób powstanie nie wykryta omyłka. Trzecia możliwość : powstanie kombinacja, która ma do wszystkich powielanych słów odległość większą niż  $c$ . Urządzenie dekodujące nie może powstałego błędu poprawić, zazwyczaj dla tego całe słowo zostanie na wyjściu ~~wy~~ opuszczone.

Kody grupowe, - korekcja błędów oraz korekcja i detekcja błędów

Typ kodu /i,m/	c	d	$P_{uc}$	$P_k$	$P_s$	$P_b$		
/16,11/	1	-	0,28	-	0,28	$1,1 \cdot 10^{-2}$	$3,1 \cdot 10^{-3}$	69
	1	1	0,28	0,53	0,62	$5,7 \cdot 10^{-3}$	$1,6 \cdot 10^{-3}$	68,7
/16,8 /	2	-	0,52	-	0,52	$7,2 \cdot 10^{-7}$	$2,4 \cdot 10^{-3}$	50
	2	2	0,52	0,54	0,74	$3,9 \cdot 10^{-3}$	$1,3 \cdot 10^{-3}$	49,8
	1	3	0,28	0,067	0,979	$3 \cdot 10^{-4}$	$1,3 \cdot 10^{-4}$	49,5
/16,7 /	2	-	0,52	-	0,52	$7,2 \cdot 10^{-3}$	$2,4 \cdot 10^{-3}$	44
	2	2	0,52	0,27	0,87	$2 \cdot 10^{-3}$	$6,8 \cdot 10^{-4}$	43,8
	1	3	0,28	0,033	0,99	$1,5 \cdot 10^{-4}$	$6,5 \cdot 10^{-5}$	43,6
/16,5 /	3	-	0,68	-	0,68	$4,8 \cdot 10^{-3}$	$2,1 \cdot 10^{-3}$	31
	3	3	0,68	0,34	0,89	$1,6 \cdot 10^{-3}$	$7 \cdot 10^{-4}$	30,85
	2	4	0,52	0,05	0,988	$1,8 \cdot 10^{-4}$	$10^{-4}$	30,8
	1	5	0,28	0,008	0,9983	$2,5 \cdot 10^{-5}$	$1,4 \cdot 10^{-5}$	30,7

Typ kodu. /i,m/	c	d	$P_{uc}$	$P_k$	$P_s$	$P_b$	
/16,4/	3	-	0,68	-	0,68	$4,8 \cdot 10^{-3}$	$2,1 \cdot 10^{-3}$ 25
	3	3	0,68	0,17	0,946	$8 \cdot 10^{-4}$	$3,5 \cdot 10^{-4}$ 24,85
	2	4	0,52	0,025	0,994	$9 \cdot 10^{-5}$	$5 \cdot 10^{-5}$ 24,8
	1	5	0,28	0,004	0,9992	$1,3 \cdot 10^{-5}$	$7 \cdot 10^{-6}$ 24,7
/16,3/	3	-	0,68	-	0,68	$4,8 \cdot 10^{-3}$	$2,1 \cdot 10^{-3}$ 18,5
	3	3	0,68	0,085	0,973	$4 \cdot 10^{-4}$	$1,7 \cdot 10^{-4}$ 18,45
	2	4	0,52	0,012	0,997	$4,5 \cdot 10^{-5}$	$2,5 \cdot 10^{-5}$ 18,4
	1	5	0,28	0,002	0,9996	$6,6 \cdot 10^{-6}$	$3,5 \cdot 10^{-6}$ 18,35
/16,2/	4	-	0,76	-	0,76	$3,6 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-3}$ 12,5
	4	4	0,76	0,18	0,937	$5,4 \cdot 10^{-4}$	$3,5 \cdot 10^{-4}$ 12,45
	3	5	0,68	0,043	0,987	$2 \cdot 10^{-4}$	$1,8 \cdot 10^{-4}$ 12,42
	2	6	0,52	0,006	0,9985	$2,2 \cdot 10^{-5}$	$1,4 \cdot 10^{-5}$ 12,4
	1	7	0,28	0,001	0,9998	$3,3 \cdot 10^{-6}$	$2,3 \cdot 10^{-6}$ 12,35

Oczywistym jest, że liczba błędnych słów przy kodach korekcyjnych wbrew niezabezpieczeniu kanału poważnie się zmniejsza, a to  $1/P_{dc}$  /krotnie ponieważ słowa z mniej niż c błędami są poprawione.

Inna jest jednak sytuacja z prawdopodobieństwem błędnego bitu. Jeżeli powstanie przy transmisji  $C_1$  błędów przy czym  $c_1$  jest większe niż C, wobec czego słowo wynikowe może być oddalone od słowa pierwotnego więcej niż  $C_1$ , również liczba błędów przez błędną korekcję może się zwiększyć. Jeżeli powstanie ~~te~~ słowo, które jest od wszystkich dowolnych słów oddalone więcej niż  $C_1$  całe zostanie opuszczone, wobec tego będzie m bitów z wiadomości opuszczonych. W taki sposób może powstać sytuacja, że prawdopodobieństwo prawidłowo

przeniesionego bitu w zabezpieczonym kanale /tj.  $1 - P_b$  /  
będzie mniejsze niż prawdopodobieństwo błędu w niezabezpie-  
czonym kanale /tj.  $1 - P_e$  /. Tak jest z kodami /16,11/, /16,8/,  
/16,7/ jeżeli /je wykorzystamy tylko do korekcji 1 albo  
2 błędów. Dopiero dla kodów /16,5/ i następnych, które popra-  
wiają ~~poprawiają~~ <sup>chociaż</sup> dwa błędy opadnie  $P_b$  do  $P_e$ , jak to  
widać z krzywej C na rys. 2.3. Należy powiedzieć, że czyste  
korekcyjne grupowe kody nie mogą zapewnić dla danego kanału  
dostatecznego bezpieczeństwa przy słowie długości 16.

Jeżeli mamy do dyspozycji kanał wsteczny możemy  
wykorzystać kody grupowe jednocześnie do korekcji i detekcji.  
Wyniki są wykazane na rys. 2.3 w postaci krzywych D/dla  $c=1$  /,  
E /dla  $c=2$  /, F/ $c=3$  /, G / $c=4$  /. Można zauważyć, że dla przy-  
padków  $c = 2$  do 4 nie można osiągnąć wymaganego bezpieczen-  
stwa przy sprzyjającym wykorzystaniu drogi transmisji.  
Dla  $c = 1$  możliwe jest zastosowanie kodów /16,4/, /16,3/ i  
/16,2/ do transmisji danych na niższych szczeblach. Przy  
tym wymienione kody poprawiają 28% błędnych słów, jest ich  
jednak tylko ogółem 1,5%. Dlatego przy wykorzystaniu drogi  
przenoszenia jest zysk bardzo mały i wynosi on 0,05 do 0,1%  
w stosunku do prędkości transmisji w ~~dotychczas~~ <sup>dotychczas</sup>. Z uwagi na  
złożoność urządzenia do poprawiania błędów, nieekonomiczne  
jest zastosowanie kombinacji korekcji i detekcji przy ~~użyciu~~ <sup>wykorzystaniu</sup>  
kodów grupowych dla słów długości 16.

Równocześnie musimy brać pod uwagę obniżenie bezpieczeństwa  
transmisji, które ~~jest~~ <sup>dla</sup> jest ~~naprzeciw~~ <sup>istotne</sup> czystych kodów detekcyjnych  
~~istotne~~ / cca 20x /. Taką samą zdolność mają jak już poprzed-  
nio wspomniano również kody czysto korekcyjne "C" <sup>"C" i "D"</sup> gdzie przy  
więcej niż  $c$  błędów, może dojść do korekcji na nieprawidłowe  
słowo.

Z przytoczonych możliwych sposobów dla słowa o długości 16 najprawdopodobniejsze jest zastosowanie detekcji za pomocą kodu grupowego i to przy mniejszym niż 50% wykorzystaniu kanału. Jest jednak prawdopodobne, że kody cykliczne typu Fire umożliwiające poprawianie aglomeratu błędów, przy takim samym bezpieczeństwie, pozwolą na większe wykorzystanie drogi transmisji ; Dla ich wyliczenia trzeba jednak mieć statystykę  $P/c_{ij}$  /, to jest liczebność długich aglomeratów, których w wynikach pomiarów uzyskanych w ZSRR brak. Z tego powodu nie można przeprowadzić szczegółowej analizy dla słów o innych długościach. Dopiero po uzyskaniu wymienionych danych możliwe będzie wyciągnięcie końcowych wniosków określających najdogodniejszą długość słowa i zastosowania kodu. Te wartości uzyskane będą w rezultacie pomiarów prowadzonych w I.B.060.

Część 2.5 została wprowadzona dlatego, aby uwidocznic chociaż częściowy problem z którego przy wyborze kodu musimy wychodzić. Ponieważ wyliczenia prowadzone były dla najmniej przychylnych warunków /to jest dla największej <sup>ilości</sup> ~~liczebności~~ długich aglomeratów / należy dla wybranego kodu opracować taki program na EMC aby jednocześnie pracował jako urządzenie zabezpieczające. Przed włożeniem przenoszanej wiadomości, do pamięci EMC, należy włożyć taśmę z pierwotnie namierzonymi danymi. EMC będzie symulowała czynności urządzenia zabezpieczającego i porównywała otrzymane wyniki z danymi, które miały być przenieszone. W ten sposób właściwości proponowanego kodu zostałyby zalegalizowane i stałoby się możliwe porównanie wyników uzyskanych z wyliczeń statystycznych z wynikami uzyskanymi z symulacji na EMC. Na podstawie rezultatów porównania, możliwe byłoby definitywne rozstrzygnięcie sposobu zabezpieczenia i wybór kodu.

2.6. Urządzenia do mierzenia właściwości dróg przenoszenia dla celów transmisji danych.

Urządzenia rozwijane w tym celu w I.B.060 należy podzielić na dwie grupy. Jest to jedna część digitalna i część analogowa.

W digitalnej części został wbudowany komplet PRZEDA, obejmujący :

- urządzenie do generacji kwasiprzypadkowych ciągów z prędkością 50+2400 Bd;
- końcowa przekładnia <sup>3)</sup> tranzystorowa na poziom dalekopisu +20mA;
- urządzenie generujące przypadkowe niesynchronizowane sygnały telegraficzne ze zmianą circa 1:1 dla 15 kanałów telegraficznych z prędkością 50 Bd;
- tranzystorowa przekładnia z poziomu dalekopisu 20 mA na prąd stały ;
- odbiornik kwasi przypadkowych ciągów z detekcją błędów ;
- stabilizowane źródła prądu stałego.

Opracowany był również projekt licznika, z optyczną dziesiętną indykacją i ferrytową pamięcią wyrównującą na 1200 bitów /100 słów po 12 bitów/. Wymienione poprzednio urządzenie jest przeznaczone do pomiarów dróg przenoszenia z prędkościami wyższymi niż 50 Bd.

W części analogowej rozwinięto:

- urządzenie WYZA do pomiarów (laboratoryjnych) pewności przenoszenia w zamkniętym obwodzie ;
- linia magnetofonowa do rejestracji próby sygnału
- komplet do pomiarów zagłuszania i grup opóźnionych.

3) w oryginale „převodník” — przewodnik.

2.6.1. Dane techniczne digitalnej części kompletu PRZEDA

Komplet przeznaczony do pomiarów właściwości dróg przenoszenia dla celów przenoszenia danych z prędkością 50, 100, 200, 600, 1200, 2400 Bd. Pracuje na kierunku łączności. Pozwala na uzyskanie ~~zawiesz~~ <sup>zawiesz</sup> do wyliczeń statystycznych danych o rozkładzie błędów.

Część nadajnikowa umożliwia według nastrojonego rodzaju ruchu wysyłać następujące sygnały :

- " wiadomość ", to jest pseudoprzypadkowe ciągi o długości 2047 bitów/ kod Korobowów/, która obejmuje wszystkie jedenasto miejscowe kombinacje "0" i "1" za wyjątkiem jedenastu kolejnych "0"
- 1 : 1 to jest 101010.....
- 2 : 2 to jest 1100110011.....
- "1x0, 6x1" to jest 0111111011111101.....
- "1x1, 6x0" to jest 1000000100000010.....
- trwałe 1
- trwałe 0

Statystyczne pomiary drogi przenoszenia prowadzi się przy ruchu "wiadomość". Pozostałe rodzaje ruchu służą do poprawienia strojenia i kontroli funkcjonowania kompletu, albo do mierzenia wartości analogowych. / ~~włas~~ <sup>odkształcenia</sup> telegraficzne, stosunek sygnał /szum itp /.

Aby na wielokanałowych ~~łączach~~ <sup>łączach</sup> było możliwe modelowanie rzeczywistego ruchu, mierzona wiadomość powinna być przesyłana w jednym kanale, a pozostałe /maks 15/ będą doprowadzone do wzajemnie niezależnych generatorów wytwarzających prostokątny prądowy sygnał w przybliżeniu 1 : 1 okres cykliczny 40 m/sek. Wszystkie kanały wyjściowe przy 50 Bd, pracują

z poziomami dalekopisowymi  $\pm 20$  mA. to jest z podwójnym prądem. Nadajnik " PRZEDA był rozłożony do trzech paneli;

- właściwy nadajnik danych ;
- twornika<sup>4/</sup> końcowego 50 Bd ;
- źródło prądu stałego.

Własny nadajnik na wyjściu daje napięcie, które dla "1" wynosi  $-10 \pm 2$  V, dla "0" wynosi  $-1 \pm 1$  V. Wymienione napięcie kierują się do końcowego twornika /przy 50 Bd/ albo przy wyższych prędkościach do przystawki. Końcowy twornik 50 Bd wykorzystany w mierzonym kanale przenoszenia jest tranzystorem.

Odbierająca część kompletu PRZEDA jest zsynchronizowana z przenoszoną informacją, to jest ~~odk~~<sup>wzoruje</sup>rawędzi sygnału. Przyjmowany sygnał ~~próbuje~~ się w nastawnym odstępie 6-13% albo 33% długości bitu lub 30 odcinków, i to zawsze około aktualnego środka przyjmowanego bitu. W odbiorniku, automatycznie oznacza się początek mierzenia drogi przenoszenia, to jest natychmiastowego przyłączenia pseudoprzypadkowego ciągu na wejściu odbiornika. Komplet przyjmujący określa długość mierzenia drogi przenoszenia. Błędnie przeniesione bity i ich numery porządkowe rejestruje się na podłączonym perforatorze. Na wejściu odbiornika PRZEDA przy 50 Bd koniecznym jest doprowadzenie podwójnego prądu  $\pm 20$  mA. Opór wejściowy 350  $\Omega$  . Przy większych prędkościach przenoszenia, wstępne napięcie jest następujące : "1" musi odpowiadać  $-10 \pm 2$  V i "0" odpowiada  $-1 \pm 1$  V. Opór wejściowy w takim przypadku wynosi 6,8 k $\Omega$  .

-----  
4/ W oryginale twarowacz

Oprócz ~~własnego~~ odbiornika, PRZEDA tworzy liczbowa część kompletu odbierającego, przy pomiarach 50 Bd ~~jest~~ <sup>jest</sup> stałe, ~~liczbowe~~ źródło, czytnik błędów, urządzenie EZAN /rozwijane w I.B. Telekomunikacji/, perforator taśm ARITMA T022 i obwód "koniec". Urządzenia EZAN i "koniec" są wykorzystywane tylko czasowo i w w 1965 będą zastąpione wyrównującą pamięcią ferrytową, która umożliwi rejestrację błędów również przy prędkości 2400 Bd. Czytnik błędów służy do pobieranej informacji obsługi o jakości mierzonego kanału łączności i rejestruje ~~całkowitą~~ całkowitą liczbę błędów, jednak liczba błędów w "1" to jest "1" w przyszłości i więcej.

Sygnal o wystąpieniu błędu przekazany jest z odbiornika PRZEDA do części analogowej kompletu odbiornika, gdzie <sup>po pierwsze:</sup> uruchamia magnetofon rejestrujący natychmiast okolicę błędu <sup>sygnalu</sup> wyjściowego ~~środku~~ <sup>podmgie:</sup> błęd jest zarejestrowany w graficznym poziomie przyjętego <sup>sygnalu</sup> Vf, gdzie na aktualnym zapisie zaznacza się miejsce w którym powstał błąd.

Komplet pracuje w rozpiętości temperatur  $-15^{\circ} - + 55^{\circ}\text{C}$  przy napięciu sieciowym  $220\text{V} \pm 15\%$ .

#### 2.6.2. Opis schematu blokowego kompletu PRZEDA

a/ Nadajnik /patrz rys.2.4/.

Podstawowa częstotliwość godzinowa nadajnika jest pochodną kryształu 500 kHz przy pomocy rozdzielacza częstotliwości ze zmiennym ~~rozdziałaniem~~ <sup>rozdziałaniem</sup> stosunkiem. Rozdzielacz częstotliwości jest rozdzielony do dwu bloków : zmienny rozdzielacz częstotliwości /4 do 192 :1/ i stała część /52 :1/. W ten sposób uzyskuje się częstotliwość odpowiadającą prędkości transmisji w Bd. Jako generator wiadomości wykorzystano 11-to bitowy przesuwany rejestr, w którego sprzężenie zwrotne włączono obwód logiczny nie równoważny. Generowany jest również pseudoprzykład-

kowy ciąg długości 2047 bitów. Jeżeli przełącznik "rodzaj ruchu" jest w położeniu 1:1 albo 2:2, zostaje na wyjściu generatora wiadomości KOROBOWOWA ciąg, ale przez blok "rodzaj ruchu" nie jest ~~pod~~łączony do wyjścia. Jeżeli przełącznik ruchu jest w położeniu 1:6 albo 6:1 lub 1 albo 0, długość przesuwanego rejestru jest skrócona do 7 bitów, a obwód logiczny w sprzężeniu zwrotnym jest wyłączony. Również w generatorze wiadomości po zerowaniu ~~kręży~~ trwale jedna 1 i sześć 0. Wyjście z generatora wiadomości przechodzi do bloku "rodzaj ruchu". ←

Wymieniony blok podłączony jest do wyjścia z nadajnika PRZEDA, punkt wyjścia z generatora wiadomości / i to w położeniu "wiadomość", 1:6, 6:1 / albo wyjście z obwodów ~~.....~~ generujących ciągi 1010 ..... /położenie 1 :1 / albo ciągi 11001100 .... /położenie 2:2/, lub przyłącza napięcia - 12V/"1" lub 0V "0"/.

B. Odbiornik /patrz rys. 2.5/.

Część odbierająca spełnia podczas pomiarów kilka funkcji.

- a/ synchronizacja podstawowej prędkości bitowej odbiornika z prędkością nadajnika.
- b/ oznaczenie rozpoczęcia transmisji danych i rozpoczęcia odstępu pomiaru.
- c/ synchronizacja generatora wiadomości odbiornika z generatorem wiadomości nadajnika.
- d/ detekcja błędów w mierzonej wiadomości.

Funkcje a/,d/są wypełniane przez cały czas działanie odbiornika ; Funkcje b/,c/ przebiegają jedynie na początku mierzonego odcinka. Przed właściwym mierzaniem należy przy pomocy przycisku "zerowanie" doprowadzić wszystkie obwody w odbiorniku do stanu początkowego. Przyjęty sygnał przechodzi przez blok wejścia do obwodu "krawędź sygnału " i "modelowanie". Precyzyjne zsynchronizowanie fazowe odbiornika z nadajnikiem jest oddzieleniem od krawędzi przyjętego sygnału, tak że nie jest konieczny specjalny zsynchronizacyjny sygnał. Synchronizacja prowadzona jest z 52 - krotną częstotliwością, imitującą prędkość transmisji w Bd. Synchronizacja jest utrzymywana w granicach  $\pm 2\%$  do  $\pm 7^\circ$ . Z uwagi na wymagania odporności na wstrząsy, konieczne było odprowadzenie 52 krótnych prędkości transmisji od kryształu 500 kHz albo <sup>szkieł</sup> kryształy z niższymi częstotliwościami nie są wstrząsoodporne. Obniżenie częstotliwości 500 kHz przeprowadzone przy pomocy rozdzielacza z zmiennym rozdzielaczem stosunku / 4 do 192:1 / i to w zależności od nastawionej prędkości transmisji.

Jak tylko dojdzie do początkowego zsynchronizowania odbiornika do wartości lepszej niż  $\pm 90^\circ$ , obwód "rozpoczęcie transmisji" otworzy drogę odbioru do obwodu "modelowanie", który przyjmuje sygnał aktualny w kształcie amplitudy. W taki sposób przygotowany sygnał w obwodzie "synchronizacji wiadomości" zostaje porównany ze sygnałem z generatora wiadomości odbiornika i wykrywa błędy powstałe na drodze transmisji. Obwód synchronizacji wiadomości służy do rozpoczęcia mierzania i do wkładania poprawnej częstotliwości wyjściowej do generatora wiadomości odbiornika.

Generatory wiadomości są jednakowe w odbiorniku i nadajniku. Również po włożeniu poprawnej początkowej częstotliwości do generatora wiadomości, w odbiorniku /według wiadomości wysyłanej z nadajnika/ jest zagwarantowana ich identyczność, to właśnie umożliwia detekcję błędów.

2.6.3. Komplet do mierzenia zgodności przenoszenia sygnału binarnego w warunkach laboratoryjnych przy zakłóceniach sztucznymi szumami.

Komplet jest przeznaczony do mierzenia w pętli i składa się oprócz standartowych przyrządów z urządzeń i ~~aparatów~~ <sup>zbu-</sup> ~~winiętych~~ <sup>dowanych</sup> w J.B.060. Podstawowym przyrządem kompletu jest urządzenie do oceniania WYZA. Urządzenie do oceniania wytwarza próbny sygnał i porównuje go po przyjęciu z badanej przystawki, z wysyłanym sygnałem opóźnionym, o spóźnienie wywołane przez mierzony kanał. Wysyłany sygnał ma następujący kształt:

- zmienny 1 i 0 /101010 ...../
- powtarzający 1111111100001010 i jego negacje
- stały "1"
- stały "0"

Ocenianie prowadzi się w przebiegu pewnej części impulsu, ich szerokość i położenie jest nieprzerwanie <sup>nastawiane</sup> ~~przedłużane~~. Wyrównywanie spóźnienia na drodze transmisji jest również nieprzerwanie <sup>nastawiane</sup> ~~przedłużane~~. Prędkość jest określana częstotliwością sinusowego sygnału, podłączonego na wejściowy <sup>tworzy</sup> ~~tworzący~~ ocenającego urządzenia. Maksymalna prędkość przenoszenia wynosi 2400 Bd. Oceniające urządzenie ma wyjście "błędy całkowite " i "błędy w zerze ". <sup>Urządzenie</sup> ~~Przykład~~ jest wmontowany do dwupanelowej jednostki TESLA.

#### 2.6.4. Linia magnetofonowa

Służy do zapisania wzorca sygnału w celu natychmiastowego wykrycia błędu. Zapis jest prowadzony jednocześnie na obu śladach magnetofonu SONETB3. Na jednym /wewnętrzny-czerwony/ śladzie, nagrywany jest wzorzec sygnału. Na drugim /zewewnętrzny - żółty / nagrywane są znaki wskazujące moment czasu występowania błędnego bitu. Cała linia składa się z trzech przystosowanych magnetofonów SONETB3 i z panelu sterowania kompletu. Pierwsze dwa magnetofony służą jako linia opóźniająca w czasie aż do 9 sekund. Trzeci magnetofon zbiera sygnał z drugiego magnetofonu i jest uruchamiany przez elektromagnetyczne urządzenie startowe w momencie wykrycia błędnego bitu z odbiornika danych PRZEDA. Czas uruchamiania trzeciego magnetofonu jest zmienny i może być nastawiany od 1 - 20 sekund.

#### 2.6.5. Komplet do mierzenia zagłuszania i grupowego opóźniania.

Komplet umożliwia mierzenie i automatyczny ciągły zapis ~~pozątkowego~~ <sup>szczytkowego</sup> zagłuszenia albo grupowego opóźniania pasywnych i aktywnych czwórników. Komplet obejmuje:

- a/ selektywny miliwoltomierz Rhode and Schwarz typ AF WAVE  
Analizator FTA BN 48302;
- b/ współrzędny samozapisywacz BAK - ARITMA;
- c/ miernik zagłuszenia - I.B.060 ;
- d/ miernik grupowych opóźnień - I.B.060 ;
- e/ przekładnia wałka - napięcia - I.B.060.

W mierniku zagłuszania /c/, częstotliwość przy pomocy selektywnego oscylatora miliwoltomierza /a/ transformuje się na częstotliwość mierzonego sygnału ze stałym poziomem i opornością. Właściwy sygnał wprowadzany do mierzonego czwórnika i na jego wyjściu, zmierzmy zagłuszenie przy pomocy

selektywnego woltomierza /a/ w postaci obniżonego napięcia w dB, na wypadek gdy czwórnik jest przerzucony, a wyjście miernika zagłuszania /c/ jest bezpośrednio podłączone do miliwoltomierza /a/. Dlatego też właściwy sygnał jest pochodną częstotliwości pomocniczego oscylatora selektywnego miliwoltomierza/a/, który jest automatycznie nastawiony na poprawną częstotliwość w jakiejkolwiek części skali. Dla ciągłego automatycznego zapisu na współrzędnym zapisywaczu, /b/ odbieramy ~~je~~ <sup>stały</sup> występ miliwoltomierza /a/ dla sterowania pisaka zapisywacza /b/ i ~~je~~ <sup>stałe</sup> wyjście przekładni wałka - napięcia /e/ dla sterowania walców zapisacza. Przekładnia wałka - napięcia zapewnia napęd strojenia miliwoltomierza synchronicznego z obrotowym walcem zapisywacza.

Pomiary opóźnień grupowych przeprowadza się w komplecie przez mierzenia opóźnionych kopert oraz modulującego sygnału 25 Hz przy przejściu przez mierzony czwórnik, czyli na pomiarze fazowej różnicy dwóch sygnałów 25 Hz. Sygnał modulowanej częstotliwości 25 Hz jest przetwarzany w mierniku zagłuszania na amplitudową modulację właściwą dla częstotliwości w mierniku zagłuszania. Modulowana właściwa częstotliwość po przejściu przez mierzony czwórnik, detekuje się w miliwoltomierzu, a uzyskany sygnał modulacyjny 25 Hz w mierniku zagłuszania jest jeszcze filtrowany. Jego wystąpienie razem z sygnałem referencyjnym 25 Hz /przed modulacją/, doprowadza do miernika grupowych opóźnień d/, którego ~~jedno-~~ <sup>stałe</sup> ~~licznikowe~~ wyjście jest proporcjonalne do różnicy fazowej obu sygnałów 25 Hz, wobec tego i do grupowych opóźnień czwórnik na mierzonej częstotliwości. Ciągły automatyczny zapis na współrzędnym zapisywacz /b/ prowadzi się podobnie jak przy pomiarach zagłuszania.

Dane techniczne kompletu do pomiarów zagłuszania i grupowych opóźnień :

Zakres częstotliwości kompletu : 30 Hz  $\div$  20 kHz.

Szerokość pasma w jakim jest właściwa częstotliwość obliczana : 200 Hz, wyjście do czwórnika niesymetryczne 600  $\Omega$  0 dBm -10 dBm, wejście do czwórnika niesymetryczne 600  $\Omega$  albo 100 k $\Omega$  / 100 pF. Zagłuszanie szczytkowe.

Zakres 0  $\div$  70 dB do poziomu na wejściu w granicach  $\pm$  40  $\div$  0 dBm /podano wg wskazań miliwoltomierza /a/, automatyczny zapis - Skala częstotliwości jest praktycznie liniowa w całym zakresie; podziałka zagłuszania według skali miliwoltomierza na pełnym wychyleniu 70 dB do 2 dB albo 2/3 pełnego wychylenia na 10 dB.

Maksymalny rozmiar 300 x 420 mm.

Czas zapisu całego zakresu częstotliwości circa 2,5 minuty.

Błąd pomiaru, określony jest błędem miliwoltomierza /a/ i maksymalnie zwiększony o - 0,15 dB na końcach zakresu.

Spóźnienia grupowe :

Zakres : 1;2; 10 m sekund na pełnym wychyleniu miernika kompensacji opóźnień : grube po 2,5 m sek. drobne  $\pm$  1,4 m sek. zapis automatyczny : liniowa podziałka opóźnień, długość skali według przeprowadzenia samopisaka BAK, najmniej 10 cm / 1m sek/, skala częstotliwości jak przy zagłuszaniu. Błąd pomiaru -  $\pm$  2% z wychyleniem  $\pm$  20 odcinków, przy wzroście szczytkowego zagłuszania mierzonego czwórnika o 8 dB w całym zasięgu częstotliwości.

3 Pomiaru prowadzone w Instytucie Badawczym O60.

3.1. Cel, program i metoda pomiaru

3.11 Cel pomiarów :

Celem pomiarów było uzyskanie danych o częstotliwości, rozkładzie, przyczynach i możliwościach zmniejszenia liczby błędów w wojskowych telegraficznych kanałach powiadamiania, pracujących z prędkością transmisji 50 Bd. Wyniki pomiarów miały dać wystarczające podłoże do :

- a/ ustalenia pewności transmisji dla wybranych kanałów telegraficznych ;
- b/ ustalenia koncepcji rozwiązania zabezpieczenia większego stopnia pewności i bezpieczeństwa transmisji danych w kanale telegraficznym;
- c/ ustalenia głównych przyczyn błędów i ustalenie możliwości polepszenia właściwości dróg łączności ;
- d/ budowania oraz planowania kanałów do transmisji danych z wymaganą dokładnością.

### 3.12. Przedmiot pomiarów :

Po wstępnej analizie i konsultacji przedstawicieli MON/Szt.Gen. VSV ze względu na możliwości pojemnościowe grupy, zostały wybrane trzy typowe odcinki łączności, na których przeprowadzono pomiary.

a/ Odcinek KF na radiostacji R - 118 ;

b/ Odcinek UKF na radiostacji R - 105

i uzupełniony urządzeniem NOTES :

c/ Odcinek kierunkowy na radiostacji RDS-66, uzupełniony kompletem telefonii nośnej P-310M, SNT1,2; tonalnej telegrafii P-318 i STT1.

### 3.13. Program :

Ze względu na zabezpieczenie materiałowe pomiaru i logiczny proces przejścia od pojedynczych urządzeń końcowych do całych odcinków, pomiary zostały rozdzielone na cztery grupy :

- a/ Pomiary laboratoryjne podstawowych parametrów charakteryzujących pewność transmisji dwufazowego sygnału przy pomocy urządzenia telegrafii tonalnej;
- b/ Pomiary na trasie radiostacji R-105, R-108, R-109 z urządzeniem końcowym STT-1.
- c/ Pomiar na trasie radiostacji R-118.
- d/ Pomiar na trasie radiostacji RDS-66 z jedną retrenslacją z urządzeniem końcowym telefonii nośnej i tonalnej telegrafii.

W każdej grupie prowadzona była kontrola parametrów mierzonego przedmiotu, doświadczalny ruch dla legalizacji zaprojektowanej metodyki, wyposażenia w aparaturę, biegłości w kontroli i właściwego pomiaru.

Ze względu na ustalone cele podczas właściwych pomiarów systematycznie badano następujące parametry :

- a/ Częstotliwość i struktura błędów transmisji dwufazowego sygnału.
- b/ Izochroniczne /telegraficzne/ odkształcenie sygnału telegraficznego.
- c/ Poziom sygnału w odpowiednich miejscach odbiornika.
- d/ Poziom szumu w odpowiednich miejscach odbiornika.
- e/ charakter ~~szumu~~ <sup>względnie</sup> zakłóceń.
- f/ Kształt sygnału ~~o~~ <sup>względnie</sup> zakłócenia w czasie gdy pojawia się błąd.
- g/ Funkcja urządzenia transmisyjnego w kontroli odpowiedniego parametru.
- h/ Charakterystyka zagłuszeń i charakterystyka opóźnień grupowych w kanałach rozmówniczych.
- i) błędy zamienne przez obsługę środków, obsługę urządzenia pomiarowego, przekłamanie urządzenia pomiarowego.

### 3.14. Metodyka pomiarów.

Kontrola parametrów mierzonego przedmiotu prowadzona była według przepisów albo wiedzy o przedmiocie.

Zakładanie środków, wybór trasy i eksploatacja poszczególnych kanałów były według możliwości ustalane tak, aby odpowiadały zwykłej praktyce ruchu w ramach przepisów, albo nauce na urządzeniach /patrz warunki pomiarów/. Pomiar prowadzone były na wzorcowych długościach  $/2^{16} - 1 /$  bita, to jest 65535 bitów i ze względu na dostateczną statystykę i typ środka, założono przeprowadzenie dla jednego typu środka circa 100-200 prób, co odpowiada circa  $12 \cdot 10^6$  dwójkowych miejsc dla jednego środka. Głównymi częściami kompletu do mierzenia dokładności transmisji danych są urządzenia PRZEDA, WYZA, linia magnetofonowa i komplet do pomiarów zagłuszeń i opóźnień grupowych. Są one opisane w punkcie 2.6.

3.2. Pomiar laboratoryjne urządzeń tonalnej telegrafii kompletu STT-1 i P-318.

### 3.21 Warunki pomiarów.

Pomiar urządzenia prowadzono przy pomocy kompletu miernika WYZA, umożliwiającego pomiar dokładności transmisji w pętli do prędkości 2400 Bd. Ocena przyjmowanego sygnału prowadzona jest na ustalonym odcinku idealnego przebiegu bitu. Długość i położenie odcinka była podczas pomiarów nastrojona na  $1/2 T$ , symetrycznym kołem idealnego środka bitu. Kanał rozmówniczy został zastąpiony tłumikiem. Dla pomiarów pewności przenoszenia, zakłócenia były imitowane szumami albo impulsami powstającymi na wyjściu dolnofrekwencyjnego filtra 3500 Hz, jeśli były na jego wejście skierowane prostokątne impulsy o długości 1 ~~odcinka~~  $\mu$ sek.

Przed właściwym pomiarem przeprowadzono kontrolę parametrów mierzonych urządzeń.

3.22. Otrzymane wartości /namierzone/.

Wyniki pomiarów zostały opracowane na wykresach rys.3.1-3.5 poglądowej w tabeli nr 3.1.

znaczenie niektórych symboli.

$h^2$  - znormalizowany stosunek sygnał - szum.

$P_s$  - moc sygnału

T - długość bitu

$n_0$  - moc szumu przy szerokości pasma 1 Hz

$P_e$  - prawdopodobieństwa ułożenia błędnego bitu

V - prędkość transmisji /bit/sek/.

Tabela nr 3.1

Parametry urządzenia	STT-1	P-318	Próba laborator 600 Bd IB060
Znamionowa prędkość transmisji /Bd/	50-75	50-75	600
Optymalna prędkość transmisji /Bd/	60-80	100	700
Znamionowa odporność $/P_e = 10^{-3}/$ /dB/	16,3	18,2	11,4
Stosunek sygnał - szum /biały/ w kanale SNT-1,2 dla $P_e = 10^{-3}$ /dB/	-0,7	12	5,4
Stosunek sygnał-szum /biały/ w kanale SNT-1,2 dla $P_e = 10^{-6}$ /dB /	4,1	17,4	10,2
Granica czułości /Np/ dla znamionowego poziomu odbiornika	- 2	- 2	
Odporność przeciw zakłóce- niom impulsowym /dB/	- 29,5	- 26,8	

Urządzenie STT-1 i P-318 posiadają według wyników pomiarów prawie równą odporność przeciw zakłóceniom białego szumu oraz z grubsza o 5 - 7 dB mniejszą niż teoretyczne optimum.

44

Dla porównania na rys. 3.1 i 3.2 jest wykazane optimum teoretyczne i laboratoryjna odporność próby 600 Bd przeprowadzonej w I.B.06. Jeżeli przeliczymy znormalizowany stosunek sygnał-szum na stosunek sygnał - szum w ~~paśmie~~ <sup>nizym</sup> rozmówczego kanału kompletu SNT-1,2, możemy uważać, że dla zapewnienia prawdopodobieństwa  $P_e = 10^{-3}$  musimy ~~zapewnić~~ <sup>zabezpieczyć</sup> stosunek sygnał - szum circa -0,7 dB dla STT-1 i circa 12 dB dla 12 - tego kanału P-318.

Dla  $P_e = 10^{-6}$  musimy zapewnić w kanale SNT-1,2 stosunek sygnał - szum 4,1 dB dla STT-1 i circa 17,4 dB dla 12-tego kanału P-318. Zależność znamionowej odporności do prędkości w urządzeniu STT-1 nie wykazuje zdecydowanego minimum. Wynika to prawdopodobnie z właściwości odbierającego przekaźnika. Jednocześnie wskazuje, że optymalna prędkość wynosi około 80 - 100 Bd.

Odporność przeciw zakłóceniom impulsowym odpowiada z grubsza danym zawartym w literaturze i wskazuje, że musimy chociaż zabezpieczyć stosunek

$\frac{V_{sef}}{V_{imp}}$  koniec -koniec = -26 dB np : przy znamionowym poziomie odbiornika -1,5 Np. maks. amplituda zakłóceń circa 1-1,5V, przy założeniu, że idzie o wąskie pulsy.

### 3.23 Zakończenie :

Ze względu na aplikacyjny charakter wykorzystania wojskowych połączeń do transmisji danych w kanałach rozmówniczych urządzeń TOT wyniki pomiarów wskazują na :

Urządzenie STT-1 ma dogodną odporność przeciw zakłóceniom białego szumu dla kanałów rozmówniczych liniowych i kierunkowych ~~połączeń~~ <sup>środków</sup> oraz dla kanałów UKF ~~połączeń~~ <sup>środków</sup> radiowych.

Odporność pulsacji odpowiada danym przytoczonym w literaturze, nie może jednak zapewnić bezbłędnego sygnału przy zaburzeniach pulsacji, które układają się jako aglomeraty w rzeczywistym kanale, powstają w centrali telefonicznej albo mają inne źródła. Granicę czułości podaje przesklepione zagłuszenie 2 Np. Prędkość transmisji może być podwyższona nawet do 100 Bd to znaczy dokąd się nie pogorszy u zastosowanego przekaźnika ruchu czas bez zakłóceń.

Urządzenie P-318 ma dogodną odporność przeciw zakłóceniom białego szumu dla kanałów rozmówniczych liniowych i ~~kiecunkowych~~ <sup>radioliniowych środków</sup> łączy oraz dla rozmówniczych kanałów UKF ~~łączy radiowych~~, <sup>po</sup> kąd będzie zapewniony właściwy stosunek sygnał - szum i małe wieloliniowe odkształcenie kanału.

### 3.3. Pomiary pewności transmisji danych przy pomocy r/st R-105, R-108, R-109.

#### 3.3.1. Warunki i metody pomiarów

Nadajnik był umieszczony w zakładzie wojskowym nr 401 w Braniku. Odbiornik był umieszczony w IB060. Odległość między nadajnikiem a odbiornikiem wynosiła 3,5 km. Przewyższenie terenu w stosunku do linii bezpośredniej widoczności wynosiło 50 m. / NOTES/, łączy<sup>ły</sup> jeden kanał telefoniczny i jeden telegraficzny z prędkością transmisji 50 Bd i nad<sup>awany</sup> ~~awany~~ <sup>dziesiętkowej</sup> telegrafii. Podczas pomiarów do kanału ~~dziesiętkowego~~ <sup>dziesiętkowego</sup> został wprowadzony sygnał z magnetofonu przy pomocy nie<sup>kończącej</sup> ~~kończącej~~ <sup>nie</sup> łączy, na której były nagrane liczby od jeden do dziesięć. Przeciętny poziom ~~rozmiar~~ <sup>dziesiętkowego</sup> sygnału na wejściu do STT-1 wynosił - 1,55 Np, to jest 170 mV na 600 ohmach. Poziom nadawanego sygnału telegraficznego wynosił - 0,5 Np. to jest 470 mV przy 600 ohmach. Wymienione poziomy zastosowane przy przemierzaniu trasy zostały ustalone w warunkach laboratoryjnych jako optymalne, ze względu na

przesłuchy między rozmówniczym a telegraficznym kanałem STT-1 wywołanymi <sup>odkształceniem</sup> nieliniowym ~~wywołanymi~~ radiostacji R-105, R-108, R-109.

Poziom sygnału <sup>dziwiękowego</sup> ~~głównego~~ mierzony był przy pomocy miernika napięć przeszkadzających TESLA 12 XN 031, w którym umiejętnie została powiększona synchronizacja stała ręcznego przyrządu aż do 3 sekund.

Pomiary były prowadzone ogółem na 18 częstotliwościach równomiernie rozłożonych w paśmie radiostacji R-105 - do R-109. Pracowano na dwóch założonych częstotliwościach oddalonych od <sup>znamionowej</sup> ~~wywołanej~~ częstotliwości o  $\pm 0,1$  MHz.

Dla większej użyteczności namierzonych wyników konieczne było by zmieniać oprócz częstotliwości również odległość pomiędzy nadajnikiem i odbiornikiem, stosować zmianę miejsca postoju odbiornika.

Ponieważ jednak komplet miernika był bardzo skomplikowany i chodziło o jego pierwsze zastosowanie, konieczne było odejście od mobilności. ↩

↳ Aby mimo tych ograniczeń możliwe było wykorzystanie wyników pomiarów dla innych przypadków, prowadzono obserwację w celu wykrycia zależności dokładności transmisji w poziomie sygnału Vf na wejściu do odbiornika, na stosunku S/N/Sygnal - szum / na wyjściu z odbiornika i na odkształceniu izochronicznym /telegraficznym/. Dlatego została zmieniona moc promieniowania nadajnika przez rozstrojenie anteny względnie włączenie anteny prętowej w miejsce anteny promieniowej.

Pomiar odkształcenia izochronicznego był prowadzony przy pomocy stroboskopowego miernika <sup>u</sup> ~~Sem~~ <sup>u</sup> ~~em~~ <sup>u</sup> ~~ps~~ and Halske za pomocą sygnału 1010, poprzedzającym właściwą transmisję danych. Przed pomiarem zostały odjęte dwie wartości odkształceń.

- a/ odkształcenie według zaleceń CCITT, to jest maksymalne odkształcenie, które ~~występuje~~ <sup>się ułoży</sup> w ~~przebiegu~~ <sup>przebiegu</sup> 30 sek pozorowania ;  
 b/ średnie odkształcenie, to jest takie odkształcenia, które występują średnio 1 x w każdej sekundzie. ~~Obie~~ wartości były przy odejmowaniu odkształceń subiektywnymi błędami obserwatora.  
 Wykrycie przyczyn błędów i rodzaju zakłóceń :

Niektóre przyczyny błędów można wykryć na zapisie poziomu Vf sygnału. Aby umożliwić prowadzenie dalszej analizy przyczyn powstawania błędów, sygnał z odbiornika był stale podsłuchiwany przez obsługę i porównywany z próbką sygnału odbiornika i w czasie pojawienia się błędnego bitu, zapisywany na taśmie magnetofonowej do ~~pot~~ <sup>pot</sup>niejszej oceny.

3.32. Wyniki pomiarów.

3.321. Symetria kanału powiadamiania.

Symetrią kanału powiadamiania do transmisji dwufazowego sygnału będzie pomiar błędów jednostkowych w stosunku do liczby błędów w całości. Przeciętna liczba błędów całkowitych na jeden pomiar przez dzień i noc dla wszystkich stacji wynosi : 85,9. Przeciętna liczba błędów jednostkowych na jeden pomiar przez dzień i noc wynosi : 35,3. Symetria kanału 0,41.

3.322. Zależność przeciętnej częstotliwości błędów na poziomie sygnału Vf.

a/ Wszystkie pomiary we dnie i w nocy:

Tabela 3.2.

$U_{Vf}$ / $\mu V$ /	< 1	1 - 2	2 - 4	4 - 6	> 6
Liczba prób	36	15	9	3	16
Liczba błędów w jednej próbie	min.	0	0	0	10
	maks.	1426	1004	570	102
Przeciętna liczba błędów w jednej próbie	86	97,7	90	37	17
Przeciętne prawdopodobieństwo błędu $P_e$ /	$1,32 \cdot 10^{-3}$	$1,5 \cdot 10^{-3}$	$1,3 \cdot 10^{-3}$	$5,7 \cdot 10^{-4}$	$2,6 \cdot 10^{-4}$

b/ Pomiar w wszystkich stacjach w nocy tab.3.3

$U_{vf}$ / $\mu V$ /	< 1	1-2	2 - 4	4-6	> 6
liczba prób	21	5	2	0	<b>10</b>
liczba błędów w jednej próbce	minim.	0	0	0	0
	maks.	1426	20	0	0
przeciętna liczba błędów na jedną próbę	85	6,2	0	-	0,6
przeciętne prawdopodobi- eństwo błędu $P_e$	$1,32 \cdot 10^{-3}$	$9,5 \cdot 10^{-5}$	0	<del>0</del>	$9,2 \cdot 10^{-6}$

c/ Pomiar na wszystkich stacjach w dzień : tabela 3.4

$U_{vf}$ / $\mu V$ /	< 1	1-2	2-4	4-6	> 6
Liczba prób	15	10	7	3	6
liczba błędów w jednej próbce	min.	0	1	0	0
	maks.	387	1004	570	102
przeciętna liczba błędów w jednej próbce	87	143	116	37	46
przeciętne prawdopodobień- stwo błędu $P_e$	$1,34 \cdot 10^{-3}$	$2,2 \cdot 10^{-3}$	$1,79 \cdot 10^{-3}$	$5,7 \cdot 10^{-4}$	$7,1 \cdot 10^{-4}$

### 3.323 Zależność od pory dnia

Dla umożliwienia porównania pewności transmisji w dzień i w nocy została obliczona przeciętna intensywność  $V_f$  sygnału na wejściu odbiornika i przeciętna liczba błędów na zakończenie pomiaru. Ostateczne wartości są zamieszczone w tabeli 3.5. Z tabeli tej widoczne jest, że dla podwójnej pewności w nocy, wystarczy przyjmowany  $V_f$  sygnał w przybliżeniu

4 razy słabszy. Wymieniony wniosek jest jednak uwarunkowany doborem miejsca postoju odbiornika z uwagi na intensywność zakłóceń przemysłowych.

Tabela 3.5.

Okres	Przeciętny Vf sygnał z wszystkich stacji / $\mu V$ /	Przeciętne prawdopodobieństwo błędu
dzień	3,5	$1,5 \cdot 10^{-3}$
noc	0,87	$7,3 \cdot 10^{-4}$

3.324 Zależność od typu radiostacji.

Dla porównania właściwości poszczególnych stacji została obliczona przeciętna intensywność sygnału Vf na odbiorniku i przeciętna liczba błędów na zakończenie pomiarów. Wyniki są wykazane w tabeli nr 3. 6. Widocznym jest, że dla więcej niż podwójnej pewności w radiostacji R-105 wystarczy o połowę mniejszy sygnał Vf aniżeli u radiostacji <sup>R-108</sup>R-109. Wniosek ten wynika z charakteru zakłóceń przemysłowych, które obniżają się przy wzrastaniu częstotliwości. Najniższa częstotliwość R-109 oprócz tego, dosięga do górnych pasm stacji KF.

Tablica 3.6

	Przeciętny Vf sygnał dzień + noc / $\mu V$ /	Przeciętne prawdopodobieństwo błędu
R - 105	1,3	$7 \cdot 10^{-4}$
R - 108	3,12	$1,57 \cdot 10^{-3}$
R - 109	2,88	$1,09 \cdot 10^{-3}$

3.325 Zależność pewności transmisji danych od odkształceń izochronicznych.

a/ Zniekształcenia telegraficzne dane przez CCITT

tabela 3.7

Zniekształcenia telegraf. CCITT%	0-5	5-10	10-15	15-30	30
Liczba prób	25	25	4	12	13
Liczba błędów w jednej próbie	min	0	0	0	0
	maks.	102	270	93	300
Przeciętna liczba błędów na jedną próbę	5,2	24,2	49,5	81	295
Przeciętne prawdopodobieństwo błędu $P_e$	$0,10^{-3}$	$3,7 \cdot 10^{-4}$	$7,6 \cdot 10^{-4}$	$1,25 \cdot 10^{-3}$	$4,5 \cdot 10^{-3}$

b/ Średnie odkształcenia telegraficzne tab.3.8

Średnie zniekształcenia w %	0-2,5	2,5-5	5-10	10-15	15
Liczba prób	25	25	25	3	1
Liczba błędów w jednej próbie	min.	0	0	0	235
	maks.	102	270	1004	570
Przeciętna liczba błędów na 1 próbę	5,2	27,8	96	370	1426
Przeciętne prawdopodobieństwo błędu $P_e$	$7,8 \cdot 10^{-5}$	$4,3 \cdot 10^{-4}$	$1,5 \cdot 10^{-3}$	$4,2 \cdot 10^{-3}$	$2,2 \cdot 10^{-2}$

Zależności na odkształcenia są przytoczone na wykresie rys. nr 3.6.

3.326 Przeciętne zależności częstotliwości błędów przy stosunku sygnału do szumu poza odbiornikiem.

d/ Tab.3.9.

S/N /dB/	<0	0-5	5-10	10-15	15
Liczba prób	24	17	15	17	6
Liczba błędów w jednej próbie	min. maks.	0 1004	0 49	0 270	0 102
Przeciętna liczba błędów w jednej próbie	134	108	10,9	25,2	18,2
Przeciętne prawdopodobieństwo błędu $P_e$	$2,06 \cdot 10^{-3}$	$1,66 \cdot 10^{-3}$	$1,68 \cdot 10^{-4}$	$3,88 \cdot 10^{-4}$	$1,8 \cdot 10^{-4}$

Zależność prawdopodobieństwa błędu przy stosunku sygnału do szumu na wyjściu z odbiornika jest wykazana na wykresie rys.3.7. Dla porównania, na tym samym wykresie jest naniesiona taka sama zależność dla przypadku gdy wykluczone były dwa pomiary, przy których w czasie pomiaru pewności powstały silne zakłócenia od obcego nadajnika. Również zmierzony stosunek sygnał - szum na początku pomiaru nie został podczas pomiaru dotrzymany.

3.327. Statystyczny rozdział prawdopodobieństwa błędu dla wszystkich radiostacji.

Przy wyborze połączeń dla pełnej oceny pewności transmisji niezbędna jest znajomość prawdopodobieństwa z jakim odbywać się będzie transmisji danych przy osiągnięciu większej pewności aniżeli wymagana.

Do obliczeń oprócz zakończonych pomiarów włączono również 9 pomiarów nie<sup>z</sup>akończonych ~~w~~ skutek zakłóceń, w większości przemysłowych. Nie brano pod uwagę pomiarów spowodowanych złą obsługą lub przeszkodą na urządzeniu pomiarowym. Na wykresie rys. 3.8 wymieniona zależność jest wykazana na papierze log normalnego. Zależność można aproxymować prostą, wobec tego w przybliżeniu można zakładać, że w pomiarze nie nastąpi większe prawdopodobieństwo błędu niż dozwolone, czyli można ~~je~~ uważać za log - normalny. Wniosek ten oparty na pomiarach prowadzonych przy pomocy radiostacji KF i radiolinii.

3.328 Przyczyny powstawania błędów

Przy pomiarach w dzień przeważająca ilość błędów była spowodowana :

szumami	9 pomiarów	.....	7 %
samoloty	3 "	.....	9 %
zakłócenia przemysłowe	19 "	.....	58 %
zakłócenia obcych stacji	2 "	.....	6 %

Podczas pomiarów w nocy przeważająca ilość błędów była spowodowana :

szumami	18 pomiarów	.....	85%
samoloty	2 pomiary	.....	10 %
zakłócenia przemysłowe	1 pomiar	.....	5 %

Przewaga zakłóceń przemysłowych w dzień wynika z miejsca postoju odbiornika w I.B.060. Można oczekiwać, że w rzeczywistej sytuacji zagrożenia i przy dużej gęstości ruchu, daleko większe znaczenie będą miały zakłócenia wywołane przez obce nadajniki.

Zakłócenia od samolotów są również uwarunkowane umiejscowieniem połączeń na trasach przelotu lotnictwa. Zakłócenia od samolotów przejawiały się jako periodyczne wahania poziomu sygnału o częstotliwości około 1 Hz.

### 3.33. Wnioski , podsumowanie wyników.

Z 14 dniowego pomiaru oszacowano ogółem 88 prób. Strojenie kanału powiadamiania odpowiadało przybliżonym warunkom powstającym przy łączności na granicy zasięgu radiostacji. Kanał powiadamiania radiostacji podczas pomiaru, ~~był~~ <sup>został</sup> wykorzystany przy pomocy urządzenia STT-1 do jednoczesnego przenoszenia dźwiękowego sygnału. Podczas pomiarów występowały przypadki nastrojenia promieniowania nadajnika na granicy zrozumiałości . Można również oczekiwać, że przy praktycznym ruchu, gdy wykorzystanie radiostacji będzie uwarunkowane dobrą zrozumiałością sygnału głosowego, pewność przenoszenia będzie lepsza niż to wykazują nasze pomiary. Średnie prawdopodobieństwo błędu, obliczone na podstawie wszystkich zakończonych pomiarów wynosi  $6,6 \cdot 10^{-4}$ . Prawdopodobieństwo, że podczas pomiaru nie powstanie ani jeden błąd wynosi 33%. Prawdopodobieństwo, że podczas pomiarów nie powstanie liczba błędów większa niż  $P_e$  jest wykazane na wykresie rys. nr 3.8. Liczba pomiarów niedokończonych w następstwie silnych zakłóceń powstałych w czasie przebiegu transmisji danych wynosiła 10% całkowitej liczby ocenianych prób. Pewność transmisji przy prowadzeniu ruchu w nocy przy jednakowym VF sygnale była aż o 1 rząd wyższa niż przy ruchu dziennym. Gorsza pewność transmisji danych przy ruchu dziennym jest uwarunkowana wyborem miejsca postoju odbiornika ze względu na intensywność zakłóceń przemysłowych. Warunki i wyniki pomiarów w nocy, odpowiadały wynikom pomiaru pewności urządzenia STT-1 w warunkach laboratoryjnych przy zakłóceniach białym

szumem. Wyniki pomiarów wskazują, że w rzeczywistym położeniu można przesyłać dane w pasmach UKF przy pomocy radiostacji, przy założeniu że ruch nie będzie nieumyślnie albo też umyślnie zakłócany przez obce stacje. Do osiągnięcia wymaganego bezpieczeństwa transmisji będzie jednak konieczne kodowanie wymaganej wiadomości, zapewnienie detekcji błędów i ich poprawianie oraz wznowianie transmisji uszkodzonej części wiadomości. Przeprowadzone pomiary nie odpowiadają zapewne warunkom powstającym przy nagromadzeniu połączeń, które może mieć miejsce w rzeczywistej sytuacji bojowej. ~~Kiedy~~ <sup>7 Skoro</sup> pomiary dają określony obraz pewności transmisji danych za pomocą radiostacji UKF, dogodnie byłoby przeprowadzenie dalszych pomiarów, których warunki byłyby przybliżone do rzeczywistej sytuacji bojowej. Przeprowadzenie takich pomiarów będzie możliwe jedynie w wypadku zapewnienia mobilności kompletu pomiarowego i technicznej obsługi na dłuższy okres prowadzenia doświadczeń. Pomiary można prowadzić w ramach badań ruchu.

### 3.4. Pomiary pewności transmisji danych przy pomocy radiostacji R-118.

#### 3.41. Metodyka i warunki pomiarów.

Pomiary przy pomocy radiostacji R-118 były prowadzone na 3 trasach :

SLANY - PRAGA - odległość 29 km

MLADA - PRAGA - odległość 45 km

PILZNO- PRAGA - odległość 80 km

Do pomiarów wykorzystywany był jeden kanał telegraficzny w ruchu F1 duplex Baudot, mierzony zawsze na kierunku PRAGI.

Dla trasy SLANY - PRAGA i MLADA - PRAGA wykorzystano jako antenę półteleskopowy maszt 10 m dla nadajnika i ukośny promień długości 15 m dla odbiornika. Dla trasy PILZNO-PRAGA wykorzystano antenę dipolową 2 x 20 m, *wysokości 8,5 m* dla nadajnika i odbiornika. Dla ujednolicenia ustalono robocze częstotliwości zgodnie z tabelą nr 3.10.

Tab. 3.10. Plan częstotliwości i wykaz przeprowadzonych prób przy pomocy r/st.R-118. Prób 257, bitów ~~1~~

*16,85 · 10<sup>6</sup>*

Dzień	Czas		Częstotliwość planowana		Pomiar	Ilość prób	Trasa
	od	do	główna	zapasowa			
3.7.	00,00	24,00	1442	2248	1442	1	SLANY PRAGA
4.7.	00,00	24,00	3162	3272	3162	8	
5.7.	00,00	24,00	4944	4272	4944	8	
7.7.	00,00	24,00	5988	4944	5988	2	
					4944	10	
18.7.	00,00	24,00	3272	3162	3162	13	
19.7.	00,00	24,00	3948	4464	3948	2	MLADA PRAGA
19.7.	00,00	24,00	3948	4464	2662	3	
20.7.	00,00	24,00	2662	3272	2662	19	
21.7.	00,00	24,00	1442	2248	2248	16	
1.8.	00,00	24,00	3948	4464	3948	3	
					4464	7	
3.8.	00,00	24,00	3948	4464	4464	10	
4.8.	00,00	24,00	2248	2952	2248	15	
5.8.	00,00	24,00	4272	3162	4272	15	
					3162	3	
6.8.	00,00	24,00	2952	3272	2248	5	
					3272	1	
7.8.	00,00	24,00	2448	3948	2952	4	
					2448	1	
					3948	12	
8.8.	00,00	24,00	3272	2248	2248	12	PILZNO PRAGA
10.8.	20,00	24,00	2248	2952	2248	2	
11.8.	00,00	08,00	2248	2952	2248	7	
	20,00	24,00	3162	2248	3162	3	
12.8.	00,00	08,00	3162	2248	3162	4	
					3948	2	
13.8.	08,00	20,00	3948	4464	3948	13	
14.8.	08,00	18,00	3948	4944	3948	15	
17.8.	20,00	24,00	2248	2952	2248	5	
18.8.	00,00	08,00	2248	2952	2248	1	
	20,00	24,00	3162	2248	2952	7	
19.8.	00,00	08,00	3162	2248	2952	2	

	1	2	3	4	5	6	7	8
0.8.		08,00	20,00	3948	4464	3948	15	
1.8.		08,00	13,00	3948	4944	3948	6	

Trasa SLANY - PRAGA : prób 49, bitów  $3,23 \cdot 10^6$ ; 23.7 - 29.7.

Trasa MLADA - PRAGA : prób 126, bitów  $8,26 \cdot 10^6$ ; 29.7- 8.8.

Trasa PILZNO-PRAGA : prób 82, bitów  $5,37 \cdot 10^6$ ; 10.8-21.8

### 3.42 Wyniki pomiarów :

3.421 Zależność statystyczna prawdopodobieństwa ułożenia się błędu. Przy opracowywaniu prawdopodobieństwa ułożenia się błędów poszukiwano podziału, który mógłby najlepiej reprezentować podział prawdopodobieństwa błędu kompletów pomiarowych. Najodpowiedniejszy i najlepiej opracowany okazał się log.-normalnego rozkładu, który przy logarytmowaniu przypadkowych zmiennych przechodzi w normalny rozkład; dokładny wykaz symboli i definicji jest zawarty w załącznikowej części rozprawy. Na rys. 3.9. i 3.10 jest wymieniona aproksymacja, zilustrowana jako prawdopodobieństwo, że przy transmisji danych przy pomocy radiostacji R-118 ujawni się prawdopodobieństwo błędu mniejsze niż  $P_e$ . Aproksymacja jest bardzo dobra i jedynie w zbiorze dla SLANY /dzień/ wykazuje określoną niezgodność wynikającą z małej ilości prób. W tabeli 3.11. jest wprowadzony przegląd wybranych zbiorów z przybliżonym prawdopodobieństwem błędu i liczbą błędów.

Z przytoczonych wyników wypływa :

- a/ ~~roz~~dział prawdopodobieństwa ułożenia się błędu można z małym ~~ty~~tykiem uważać za log.-normalny i można z niego wyciągać wnioski.
- b/ ~~roz~~dział ten spostrzega wszystkie błędy niezależnie od przyczyn wywołujących ich powstanie.
- c/ przy różnych warunkach transmisji zmieniają się oba parametry ~~roz~~działu.
- d/ z przeprowadzonych pomiarów nie można było wyznaczyć dostatecznej ilości zbiorów dla trasy SLANY-PRAGA w nocy i PILZNO-PRAGA w nocy.
- e/ jeżeli zakładamy wykorzystanie radiostacji R-118 do przenoszenia danych i jeżeli wychodzimy z analizy możliwo-

ści zapewnienia dostatecznej pewności przenoszenia /patrz analiza zadania ZUZANA/ musimy wychodzić z zasady, że zakładanie urządzeń zabezpieczających będzie uzasadnione ekonomicznie dla drogi transmisji z prawdopodobieństwem błędu  $P_e = 10^{-3}$  i mniejszym. Oznacza to, zgodnie z rys. 3.9 i 3.10, że dla mierzonych ~~połączeń~~ w analogicznych warunkach możliwe będzie zabezpieczenie dostatecznej pewności dla ~~połączenia~~ najgorszego z prawdopodobieństwem 46%, najlepszego 95% ; ~~i~~ przeciętnie 55%.

Tab. 3.11. Pomiar r/st. R - 118

Wykaz zbiorów dla jednolitych tras wybranych dla oceny struktury błędów na EMC.

SLANY - dzień	MLADA-dzień	MLADA-noc	PILZNO-dzień	Razem w dzień	Dla EMC	Ogółem
Ilość znaków	$3,8 \cdot 10^6$	$2,76 \cdot 10^6$	$3,01 \cdot 10^6$	$8,51 \cdot 10^6$	$12,06 \cdot 10^6$	$13,18 \cdot 10^6$
Ilość prób	58	42	46	130	184	198
Ilość błędów w 1 próbie	min. 0 maks. 606	0 4553	0 239	0 7896	0 9531	0 9531
Przeciętna liczba błędów na próbę	247	503	14	130	345	353
Przeciętne prawdopodobieństwo błędu	$3,77 \cdot 10^{-3}$	$7,68 \cdot 10^{-3}$	$2,14 \cdot 10^{-4}$	$1,98 \cdot 10^{-3}$	$5,26 \cdot 10^{-3}$	$5,39 \cdot 10^{-3}$
Ilość błędów ogółem	14348	21164	658	16928	63398	69973
Ilość błędów w "1"	10608	10801	247	1136	26248	26614

3.422. Zależność prawdopodobieństwa błędu od odległości oraz warunków rozchodzenia się i odbioru.

Przy poszukiwaniu dalszych zależności na podstawie przeprowadzonych prób pomiaru stwierdzono :

przeciętny stosunek sygnał /szum ma wprowadzić także podział logarytmu ~~wzrostu~~ <sup>normalnego rozkładu</sup> /patrz rys.3.11./, stwierdzono jednak tylko umiarkowany stopień powiązania między przeciętnym stosunkiem sygnał /szum a prawdopodobieństwem błędu /patrz tabela 3.12 i 3.13/.

Tłumaczy się to tym, że szum względnie sygnał nie ma charakteru białego szumu.

Największą liczbę błędów, które ujawniają się raczej w aglomeratach, wywołuje więcej lub mniej przypadkowy silny sygnał przeszkadzający, który ma podobny wpływ jak przerwanie kanału /3.12, 3.14, 3.13/.

Przeciętna wartość stosunku sygnał/szum nie oddaje wahania poziomu sygnału, względnie sygnału przeszkadzającego pod wpływem zaniku, który pojawia się na trasie SLANY-PRAGA i MLADA-PRAGA. Pomiary dostarczyły bogatego materiału, który udowadnia wielką zmienność warunków rozchodzenia się i odbioru i może przyczynić się do lepszego wykorzystania mechanizmu rozchodzenia się po dokładniejszym opracowaniu, które jednak przekracza ramy tego zadania. Rys. 3.12-3.22 pokazuje zdjęcie sygnału i zapisu poziomu sygnału dla typowych przypadków. Obowiązuje to jednak jedynie przypadki bez zakłóceń.

*Próbné signály i z veľkým zamiknem, dajú radej výjątkové błedy, patrz przykłady na rys 3.18; 3.19; 3.20; 3.21; 3.22. ↗*

Tab. 3.12 Zależność liczby błędów w próbie od stosunku sygnał/szum.  
 Oceniany komplet 58 prób z trasy PILZNO-PRAGA 1964.  
 Pomiar na r/st. R-118, antena - dipolowa 2 x 20 m

S/N /dB/	0-10			11-20			21-30			30-40		
	$n_i$	$\sum n_i$	P /%/	$n_i$	$\sum n_i$	P /%/	$n_i$	$\sum n_i$	P /%/	$n_i$	$\sum n_i$	P /%/
Liczba błędów w próbie												
0	0	0	0	1	1	4,15	1	1	5	3	3	27,3
1-6	0	0	0	9	10	41,5	12	13	65	4	7	63,7
7-60	0	0	0	5	15	62,5	4	17	85	4	11	100
61-600	1	1	33	9	24	100	3	20	100	-	-	-
601-6000	2	3	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$\infty$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tab.3.13 Zależność liczby błędów w próbie od stosunku sygnał/szum.  
 Oceniany komplet 124 prób z trasy SLANY - PRAGA i MLADA - PRAGA 1964. Pomiar na r/st. R-118 ; nadajnik maszt 10 m; odbiornik : skośny promień 15 m.

S/N /dB/	0-10			11-20			21-30			30-40		
	$n_i$	$\sum n_i$	P /%/	$n_i$	$\sum n_i$	P /%/	$n_i$	$\sum n_i$	P /%/	$n_i$	$\sum n_i$	P /%/
Liczba błędów w próbie												
0	5	5	9,1	12	12	21,8	3	3	21,4	-	-	-
1-6	8	13	23,6	6	18	32,7	3	6	43	-	-	-
7-60	20	33	60	14	32	58,2	5	11	78,6	-	-	-
61-600	15	48	87,3	16	48	87,3	3	14	100	-	-	-
601-6000	5	53	96,3	6	54	98	-	-	-	-	-	-
$\infty$	2	55	100	1	55	100	-	-	-	-	-	-

3.423 Ocena zależności liczby błędów od częstotliwości roboczej

Tab. 3.14 Trasa MLADA - PRAGA, dzień, n. = 58

Liczba błędów	Częstotliwość / kHz /						
	2248	2662	2952	3162	3948	4272	4464
0	2	1	2	-	1	2	3
1 - 6	4	3	1	-	1	1	1
7 - 60	13	<b>3</b>	-	-	2	1	3
61 - 600	5	1	-	-	2	1	2
601 - 6000	-	-	-	-	-	-	3
6001 - ∞	-	-	-	1	-	-	-

Tab. 3.15 Trasa MLADA - PRAGA, noc, n = 42

Liczba błędów	Częstotliwość / kHz /						
	2248	2662	2952	3162	3948	4272	4464
0	2	-	-	-	-	-	-
1-6	5	-	-	-	-	-	-
7-60	8	-	-	-	1	1	1
61-600	4	3	1	-	4	3	1
601-6000	1	1	-	-	2	3	1
6001 - ∞	-	-	-	-	-	-	-

Tab. 3.16 Trasa SLANY- PRAGA, dzień, n = 26

Liczba błędów	Częstotliwość / kHz /						
	1442	2952	3162	3948	4272	4464	4944
0	1	-	4	1	-	-	1
1-6	-	-	1	-	-	-	3
7-60	-	-	1	-	-	-	4
61-600	-	-	5	1	-	-	3
601-6000	-	-	1	-	-	-	-
6001 - ∞	-	-	-	-	-	-	-



Jeżeli uzupełnimy tą ocenę analizą poszczególnych zdjęć i przyjrzymy się wnioskowi punktu 3.421, to możemy stwierdzić:

- a/ na podstawie przeprowadzonych pomiarów nie jest możliwe określenie prawdopodobieństwa błędu transmisji dla r/st.R-118 w nocy ;
- b/ nie zostały zapewnione dostateczne warunki dla transmisji przez r/st.R-118 w nocy. Dla trasy SLANY-PRAGA i MLADA-PRAGA do pomiarów zostały wybrane typy anten dla rozprzestrzenienia fal przyziemnych, dla nadajnika 10 m maszt i dla odbiornika antena skośny promień, ze względu <sup>to, że są one</sup> najczęściej używane w oddziałach praktycznie. Na podstawie wyników pomiarów konieczna jest optymalizacja selekcji sygnału z szumu względnie sygnałów przeszkadzających, poprzez zastosowanie skutecznych anten kierunkowych / T - antena, antena z kolejną /stopniową/ falą/ i na ustaleniu optymalnego pasma częstotliwości, względnie częstotliwości granicznej dla rozprzestrzeniania fali powierzchniowej albo fali przestrzennej oraz dla transmisji na mniejszych odległościach wybór optymalnej częstotliwości roboczej według MUF.
- c/ Na podstawie osiągniętych wyników można przypuszczać, że transmisji danych przy pomocy radiostacji R-118 w nocy z antenami dla nadajnika 10 m maszt i odbiornika skośny promień lub prętową oraz częstotliwością wyższą niż 2,5 MHz na odległość około 30 km i więcej nie można ekonomicznie zabezpieczyć.
- d/ Dla zapewnienia pewności transmisji danych przy pomocy radiostacji R-118 w nocy, należy zalegalizować optymalne warunki dla transmisji, wprowadzić je zgodnie z wymaganiami taktycznego położenia i na podstawie ustalonych w taki sposób

warunków przeprowadzać pomiar pewności transmisji. Nie kontynuowano tego w dotychczasowych pomiarach, lecz dopiero po dokładnym ustaleniu i po gruntownym przygotowaniu w r 1965.

3.424. Zniekształcenia izochroniczne i prawdopodobieństwo błędu.

W celu ustalenia odpowiedniej miary ruchu dla określenia prawdopodobieństwa błędu, poszukiwano zależności pomiędzy przypadkowym zniekształceniem izochronicznym a prawdopodobieństwem błędu. Została stwierdzona dobra aproksymacja log - normalnego rozdziału przy ocenie średniego zniekształcenia izochronicznego dla prawdopodobieństwa błędu patrz rys.3.24.

Ocena przypadkowego zniekształcenia izochronicznego według CCITT /według maksymalnych wartości conajmniej w przeciągu 30 sekund / dała tak dobre wyniki /patrz rys.3.25/.

Wykres na rys. 3.24 wskazuje, że możliwe jest ustalenie granic przypadkowego zniekształcenia izochronicznego, dla którego jest wystarczające prawdopodobieństwo, że pewność transmisji danych przy pomocy radiostacji R-118 będzie większe niż wymagane.

3.425 Zasadnicze przyczyny błędów.

Zasadniczą przyczyną błędów jest przypadkowe ujawnienie się cudzych /obcych/ sygnałów zakłóceń, które na krótszy lub dłuższy czas zakłócają kanał transmisji i wywołują aglomeraty błędów. Do całkowitej oceny pewności łączności /230 prób / nie zostały zaliczone próby, w czasie których błędy lub zakłócenia nastąpiły bezpośrednio w urządzeniu lub w organizacji przy pomiarze kanału. Do opracowania na EMC wybrano 184 próby.

Pozostałe 46 prób = 20%, zostało wybrakowanych, z uwagi na wielką liczbę błędów /14%/ albo uszkodzenia w perforatorze PRZEDA /6%/.

Z ogólnej ilości prób wybrakowanych, z uwagi na dużą liczbę

błędów, 7 prób, to jest więcej niż 1/3 była wywołana uszkodzeniami radiostacji lub wadliwą obsługą. Za wadliwą obsługę należy uważać: powolne nawiązywanie łączności i małą zdolność do szybkiego ustalenia i usunięcia drobnych uszkodzeń w radiostacji /np. wadliwy bezpiecznik/.

### 3.43 Zakończenie.

Ocena przeprowadzonych pomiarów pozwoliła na ustalenie prawdopodobieństwa *(brak miejsca w oryginale)*.....

.....  
log.- normalnego rozdziału. Na podstawie stwierdzonych zależności możliwe jest rozważenie ekonomicznych założeń dla urządzeń zabezpieczających transmisję danych z prawdopodobieństwem błędu  $10^{-6}$  do  $10^{-8}$  przez 70 - 80% czasu.

Prawdopodobieństwo błędu w czasie transmisji danych przy pomocy radiostacji R-118 w nocy, należy mierzyć z uwzględnieniem optymalnych warunków dla transmisji, ustalonych na podstawie porozumienia MON i MSW z uwzględnieniem możliwości realizacji w położeniu taktycznym. Według dotychczasowych pomiarów nie można zabezpieczyć dostatecznie ekonomicznie transmisji danych przy pomocy radiostacji R - 118 w nocy, na odległość około 30 km i więcej, przy zastosowaniu anten dla nadajnika 10 m maszt i dla odbiornika skośny promień lub prętowej oraz przy częstotliwości wyższej niż 2,5 MHz /patrz analiza zadania ZUZANA/. Zasadnicze przyczyny błędów wywołujące zakłócenia kanału transmisji spowodowane są cudzymi /obcymi/ sygnałami. Zakłócenia mają podobny skutek jak przerwanie kanału. Te właśnie zakłócenia były przyczyną dużej liczby błędów w 11% prób. Uszkodzenia radiostacji R-118 i błędy wskutek wadliwej obsługi radiostacji były przyczyną dużej ilości błędów w 3% prób. Zaleca się dlatego podwyższenie

kwalfikacji i zwiększenie pomocy dla radiotelegrafistów  
~~i~~ <sup>oraz</sup> opracowanie zwięzłych i systematycznych instrukcji.

Według wyników pomiarów opracowanych graficznie, należy ustalić granice przypadkowych zniekształceń izochronicznych, dla której jest dostateczne prawdopodobieństwo, że pewność transmisji będzie większa niż wartość wymagana. Pomiary według naszych poglądów dały dostateczne podstawy do opracowania struktury błędów transmisji przy pomocy radiostacji R-118 na EMC oraz na zaproponowanie kodu i dogodnego urządzenia dla zabezpieczenia transmisji.

### 3.5. Pomiar pewności transmisji na radioliniach

#### 3.51 Metodyka i warunki pomiarów.

Do pomiarów został zmontowany duplexowy kanał powiadamiania stacji radioliniowej RDS-66 o jednej retranslacji. Obie końcowe stacje radioliniowe były rozmieszczone w I.B.060. Retranslacyjna stacja radioliniowa umieszczona była w WYSOKIM UJEŹDZIE na płd zach od PRAGI. Długość jednego odcinka retranslacji wynosiła 13 km. Warunki transmisji zbliżone były w przybliżeniu do ekwiwalentnej granicy zasięgu, ponieważ między stacjami końcowymi a stacją retranslacyjną brak było bezpośredniej widzialności. Przywyższenie terenu w przybliżeniu około 10 m. Aby w pełni wykorzystać właściwości transmisji przy pomocy łącza kierunkowego, na wyjściu i wejściu stacji radioliniowych przyłączono komplety telefonii nośnej R-310M albo SNT - 1,2 /NOSICZ/. Do jednego kanału rozmówniczego podłączono radzieckie urządzenie P-318, łączące 12 kanałów telegraficznych o prędkości 75 Bd i modulację częstotliwości stosownym urządzeniem STT - 1 /NOTES/. Wolne kanały telefoniczne zostały obciążone szumem 300-3000 Hz 135 W, a kanały telegraficzne przypadkowym sygnałem telegraf.

Przemierzono 3 sposoby zestawienia wspomnianych urządzeń końcowych :

- a/ P-310-M i P - 318
- b/ SNT-1,2 i P- 318
- c/ SNT-1,2 i STT-1

Podczas pomiarów wykorzystywano dwa typy stacji radioliniowych, a w każdym kanale przemierzono oba kierunki.

Przed rozpoczęciem pomiarów przeprowadzono kontrolę stacji P-318 i P-310-M. Kontrola urządzeń SNT-1,2 i STT-1 przeprowadzona została na krótko przed pomiarami w ramach badań legalizacyjnych serii.

Zmiana kanałów i kierunków RDS-66 jak również rozmównicznych i telegraficznych kanałów końcowych urządzeń przeprowadzona była dokąd było to możliwe, tak aby wyjawiała najwięcej kombinacji.

Czas pomiaru pewności transmisji danych dla poszczególnych urządzeń końcowych, liczba pomiarów, liczba pomiarów kontrolnych i liczba wysłanych bitów, wykazana jest w tabeli 3.19.

Tab.3.19.

Urządzenie końcowe	Czas pomiarów	Liczba pomiarów	Liczba pomiarów kontrolnych	Liczba wysłanych bitów
P-310-M	30.10-16.11	135	36	$8,8 \cdot 10^6$
SNT-1,2 P-318	18.11-21.11	53	9	$3,5 \cdot 10^6$
SNT -1,2 STT -1	23.11-27.11	73	9	$5 \cdot 10^6$

Podczas pomiaru na komplecie P-310-M poszukiwano optymalnej wielkości poziomu wejściowego na zacisku NOT stacji radiolinio-wej RDS-66.

Podczas pierwszych 89 pomiarów poziom na NOT wejściu do RDS-66 był utrzymywany na wartości około 0,3 Np./wprowadzone tłumienie pomiędzy P-310-M i RDS-66 miała wartość około 1 Np/. Przeciętna liczba błędów na jeden zakończony pomiar wynosiła 65.

Z uwagi na znaczne wahania zniekształceń i tłumienia wartość ta okazała się zmała. 33 następnym pomiarów przeprowadzono przy wejściowym poziomie na zaciskach NOT stacji radiolinio-wej równym 0,7 Np. /Wielkość wprowadzonego tłumienia wynosiła 1,4 Np/.

Przeciętna liczba błędów na jeden pomiar została obniżona w przybliżeniu o wartość rzędu 5,3 błędu na jeden pomiar. Optymalna wielkość wprowadzonego tłumienia w znacznym stopniu zależy od nieliniowych ~~zniekształceń~~ stacji radiolinio-wej i dla jej ustalenia niezbędny będzie pomiar większej liczby ~~szuk~~.

Według naszych pomiarów wielkość wprowadzonego tłumienia między P-310-M, i RDS-66 dla optymalnego reżimu wynosiła 1,4 Np.

Podczas pomiarów na komplecie SNT-1,2 tłumienie pomiędzy SNT-1,2 i stacją radiolinio-wą zostało wyłączone.

Kontrola stacji radiolinio-wych przeprowadzona była w sposób ciągły przy pomocy służbowego kanału RDS-66 u którego na wyjście przyłączone (zapisywał poziom) rejestrator. W ciągu dnia dwukrotnie prowadzono dokładny kontrolny pomiar trasy kanałów ogólnych i NOT oddzielnych stacji radiolinio-wych.

3.521 Statystyczna zależność prawdopodobieństwa błędu. Została obliczona zależność, wskazująca z jakim prawdopodobieństwem mniejszym niż  $P_e$  dla  $P_e = 10^{-6}$  do  $10^{-7}$  układały się błędy.

Zależność jest wykazana w log - normalnego rastru na rys.3.26.

Na wykresie są wykazane 4 krzywe :

- a/ zależność dla P-310-M i P-318
- b/ zależność dla SNT-1,2 i P-318
- c/ zależność dla SNT-1,2 i STT-1
- d/ wypadkowa zależność dla wszystkich pomiarów przeprowadzonych na stacjach radioliniowych.

Przy obliczaniu zależności brano pod uwagę wszystkie dokonane i niedokonane pomiary w następstwie dłuższych przepraw w pracy stacji radioliniowych. Z wykresu jest widoczne, że największa pewność osiągnięta została przy wykorzystaniu SNT-1,2 i STT-1 / zależność c/.

Najmniejsza pewność transmisji danych wymierzona została przy urządzeniach końcowych P-310-M i P-318. Mniejsza pewność transmisji przy pomocy wymienionych urządzeń wynika z następujących przyczyn.

- a/ Większe obciążenie stacji radioliniowych <sup>w stosunku do</sup> przy urządzeniach SNT-1,2. Według przepisów dla RDS-66 określono wykorzystanie jako łącza pomocniczego 4 kanałowego kompletu telefonii nośnej. Wykorzystane urządzenie P-310-M pracowało jako 6-ty kanał. Z drugiej strony, górna granica częstotliwości zgodnie z przepisami dla RDS-66 wynosi 30 kHz, a komplet P-310-M wykorzystany jako 6-ty kanał dla widma Vf sygnału 30 kHz.
- b/ Optymalny poziom na zaciskach NOT stacji radioliniowej przy większej części pomiarów nie <sup>został</sup> dotrzymany. Dlatego można zakładać, że przy prawidłowym strojeniu, częstotliwość błędów będzie mniejsza. Dla sprawdzenia słuszności tego wniosku, byłoby konieczne przeprowadzenie obszerniejszych pomiarów sprawdzających, z większą ilością stacji radioliniowych.
- c/ ~~nie~~kształcenia nieliniowe RDS-66 są większe na częstotliwościach bliższych górnej krawędzi pasma przenoszenia.

Wyniki pomiarów na 2 częstotliwościach wykazane są w tabeli 3.2.

Tab.3.20.

Wejściowy poziom NOT /Np/	5 kHz		30 kHz	
		0	- 0,7	- 0,5
<del>W</del> odkształcenie nieliniowe %	5	4	3,2	13,3

W ten sposób możemy również wyjaśnić dlaczego przy SNT-1,2 gdy wejściowy poziom na zaciskach NOT RDS-66 wynosił  $+0,24N_p$ , występowała mniejsza liczba błędów przy transmisji danych, aniżeli przy wykorzystaniu kompletu P-310-M u którego poziom na RDS-66 wynosił w przybliżeniu  $- 0,4 N_p$ . Widmo częstotliwości SNT-1,2 kończy się przecież na 16 kHz, podczas gdy u P-310-M najwyższa częstotliwość wynosi 26,7 kHz.

d/ przeciętne ~~w~~ odkształcenia nieliniowe, powstające w kanale rozmówniczym P-310-M wynosiły 7,7%. Pomiar przeprowadzono przy transmisji sygnału przez stacje radioliniowe przy wejściowym poziomie równym  $0N_p$  ~~•~~ ~~na~~ częstotliwości 800 Hz ;

e/ przeciętny poziom huku w kanale rozmówniczym P-310-M wynosił  $- 3,38 N_p$ , podczas gdy u SNT-1,2 wynosił  $- 3,85 N_p$ . Powodem tego jest między innymi zależność ~~w~~ odkształceń nieliniowych RDS-66.

3.522 Symetria kanału powiadamiania.

Przy obliczaniu symetrii kanału powiadamiania brano pod uwagę jedynie pomiary zakończone. Wyniki wykazane są w tab. 3.21.

Tab. 3.21.

	Przeciętna liczba błędów na jeden pomiar		Symetria kanału powiadamiania
	Ogółem	w "1"	
P-310-M P-318	49	25	0,52
SNT-1,2 P-318	7,62	5,62	0,737
SNT-1,2 STT-1	12,82	12,48	0,925

Znaczna niesymetria telegraficznego kanału powiadamiania w STT-1 spowodowana jest ~~całą~~ <sup>linią</sup> niesymetrii kształtowania ostatecznego za dyskryminatorem odbiornika, tak, aby wyjściowy ~~transformator~~ <sup>transformator</sup>... przy przerwaniu wejściowego sygnału /przerwanie na r/st. RDS-66/ pozostawał w określonym stałym położeniu. Błędy podczas przenoszenia danych przy pomocy SNT-1,2 i STT-1 spowodowane były częściowo przerwani powstałymi w stacjach radioliniowych.

3.523. Zależność statystyczna wychylenia "S" - metrów, odbiornika stacji radioliniowych.

Statystyczne wychylenie "S" metra odbiornika wykazuje prawdopodobieństwo, że poziom pomiaru intensywności sygnału jest większy aniżeli wykazany dla danej trasy stacji radioliniowych. Dlatego może być miarą wahań zagłuszania trasy przy zmianie warunków połączeń i zmianie wykorzystanych kanałów. Przy dwóch kanałach,

dwóch kierunkach i dwóch odcinkach, wystąpiło ogółem 8 przypadków różnych kombinacji nadawania.

Zależność wypadkowa jest wykazana na wykresie rys. nr 3.27. Przeciętne wychylenie S-metra wynosiło około 84,5 działek. Dla sprawnego funkcjonowania ogranicznika, wychylenie S-metra powinno wynosić około 100 działek. Z rzeczywistych przeciętnych wartości wychylenia, mniejszych niż 100 działek można wnioskować, że zasięg RDS-66 był wykorzystany w pełni.

3.524. Zależność statystyczna zagłuszania między zaciskami NOT stacji radioliniowych.

Statystyczny rozkład zagłuszania wykazuje jakie jest prawdopodobieństwo, że zagłuszanie między zaciskami NOT będzie mniejsze niż dopuszczalne. Jest miarą zmienności zagłuszania z winy tolerancji pojedynczego urządzenia, wahań przy kolejnym ruchu, nieprawidłowym nastawianiu przez obsługę poziomu na RDS-66, nieprawidłowego <sup>ego</sup> nastrojenia odbiornika i <sup>zmiany</sup> charakterystyki tłumienia kanału NOT.

Tłumienie trasy <sup>było</sup> ~~wymierzona~~ w czasie ruchu przy transmisji danych

Wymierzona zależność dla wszystkich przypadków pomiarów na stacjach radioliniowych jest naniesiona na wykres na rys. 3.28. Przeciętna wartość tłumienia wynosi - 0,5 Np. Z przebiegu zależności jest wiadocznie, że rozproszenie tłumienia w Np. nie ma normalnego rozkładu. Dla zmniejszenia rozproszenia tłumienia należy przede wszystkim zmniejszyć błąd strojenia tłumienia przez obsługę, ponieważ ma to łącznie z rozpraszającymi właściwościami pojedynczego urządzenia, największy wpływ.

3.525. Zależność statystyczna poziomu huku w kontrolnym kanale rozmówniczym.

Zależność wskazuje prawdopodobieństwo, że poziom

huku jest mniejszy niż dopuszczalny. Zależność jest miarą wahań przesłuchu między poszczególnymi kanałami rozmówniczymi, w następstwie zniekształceń nieliniowych NOT kanału RDS-66 i następstwem wahań szumu stacji radioliniowej. Wymienione zależności obliczone zostały dla P-310-M i SNT-1,2 i naniesione na papierze log. normalnego na rys. 3.29.

Przeciętny poziom huku w P-310-M wynosi - 3,38 Np.

Przeciętny poziom huku w SNT-1,2 wynosi - 3,85 Np.

3.526 Zależność statystyczna prawdopodobieństwa błędu  $P_e$  od izochronicznych zniekształceń.

Wymieniona zależność wykazuje prawdopodobieństwo, że przy danym zniekształceniu będzie prawdopodobieństwo błędnego bitu  $P_e$  mniejsze niż dopuszczalne.

Zostały wyliczone i narysowane zależności dla wszystkich 3 typów urządzeń końcowych. Z wartości zniekształceń izochronicznych zostały utworzone następujące grupy :

- a/ zniekształcenia izochroniczne według CCITT  $\leq 10 \%$
- b/ " " "  $> 10\%$
- c/ Średnie zniekształcenia izochroniczne  $\leq 5 \%$
- d/ " " "  $> 5 \%$

Dla obliczenia zależności wyłączono pomiary, przy których błędy powstały w następstwie przzerwania linii stacji radiolinio-  
wych. Obliczone zależności dla wszystkich typów urządzeń końco-  
wych są naniesione na wykresach na papierze log normalnego  
na rys. 3.30.

3.527 Zależność statystyczna wielkości zniekształcenia izochroni-  
cznego.

Wymieniona zależność wskazuje prawdopodobieństwo, że przy wykorzystaniu różnych urządzeń końcowych do przenoszenia,

zniekształcenia izochroniczne nie będą większe niż dozwolone. Wyliczone wartości zostały wykazane w normalnej skali na wykresach rys. nr 3.31. Obliczenia przeprowadzono dla różnych typów urządzeń końcowych i dla zniekształceń według CCITT oraz średnich zniekształceń. Wspomniane krzywe bardzo wyraźnie udowadniają lepsze właściwości SNT-1,2 i STT-1 aniżeli SNT-1,2 i P-318. Kombinacja P-310-M z P-318 miała najgorsze właściwości. Przyczyny tego są wyprowadzone w punkcie 3.521. Dla SNT-1,2 i STT-1 w 100% przypadków <sup>średnich</sup> zniekształceń izochronicznych  $\leq 2\%$ . Błędy w transmisji przy wykorzystaniu SNT - 1,2 i STT-1 spowodowane były ograniczonym przerywaniem trasy stacji radioliniowych. W tabeli 3.22 przedstawione zostały przeciętne wartości zniekształceń izochronicznych.

Tab. 3.22.

Zniekształcenia izochroniczne /telegraficzne/	P-310-M P-318	SNT-1,2 P -318	SNT-1,2 STT-1
Średnie	5,4	2,3	1
CCITT	11	4,3	1,5

3.528. Zależność statystyczna prawdopodobieństwa błędu  $P_e$  od wychylenia "S" metra odbiornika RDS-66.

Wspomniana zależność wykazuje wpływ wychylenia S-metra odbiornika, to jest pośrednio stopień ograniczenia amplitudy na ułożenie się błędów. Przy obliczeniach nie brano pod uwagę pomiarów przy których błędne bity powstały w następstwie przerw na trasie stacji radioliniowych.

Wychylenia S-metru zostały podzielone na 1/  $\leq 50$  działek

2/  $> 50$  działek

Pod uwagę brano zawsze mniejsze wychylenie z dwu odbiorników, obliczone zależności są wykazane na papierze logarytmu normalnego na wykresie rys. 3.23.

Z przebiegu wykresu widoczne jest korelacja pomiędzy wychyleniem S-metra odbiornika, a prawdopodobieństwem błędu.

Przy wychyleniu  $\alpha$  większym niż 50 działek, prawdopodobieństwo błędu jest około  $10^2$ -krotnie mniejsze, aniżeli w przypadkach, w których wychylenie S-metra  $\alpha$  jest mniejsze aniżeli 50 działek. Mniejsze wychylenie niż 30 działek podczas pomiarów nie występowało.

3.529. Wpływ mechanicznych wstrząsów stacji radioliniowych i systemów anten.

Z poprzednich pomiarów na stacjach radioliniowych RDS-66 prowadzonych przez zakład doświadczalny 063 wiadomo było, że na przerwy łączności w stacjach radioliniowych największy wpływ mają wstrząsy szkieletu /ramy/ stacji i systemu anten. Dlatego też przeprowadzono pomiar liczby błędów i zapis sygnałów z kanału służbowego stacji radioliniowej w zależności od :

- a/ 5 silnych uderzeń ręką z boku ~~w~~ w górną część ramy stacji
- b/ 5 wielokrotnych szybkich obrotów przełącznikiem kontroli elektrycznej o  $360^\circ$ .
- c/ 5 silnych uderzeń ręką w dolną część masztu anteny.

Wszystkie te pomiary przeprowadzone zostały na nadajnikach i odbiornikach końcowych z retranslacją stacji radioliniowej. Wyniki pomiarów wykazane są na wykresie i w tabeli na rys. 3.32.

Sygnal danych w czasie tych doświadczeń był transmitowany częściowo przez najniżej położony kanał telegraficzny P-318

i SNT-1,2 /pierwszy kanał SNT-1,2 i 12 kanał P-318/.

Z pomiarów widoczne jest, że wstrząsy mają wpływ na pewność transmisji danych. Największy wpływ wywierały wstrząsy anteny nadajnika w I.B.060. Wpływ poszczególnych rodzajów wstrząsu na ilość błędów, ilustruje tabela 3.23.

Tab. 3.23.

	Uderzenia w stację		kręcenie przełącznikiem kontrola.		uderzenia w antenę	
	Odbior-nik	Nadaj-nik	Odbior-nik	Nadajnik	Odbiornik	Nadaj-nik
Liczba przypadków z błędami	1	0	2	0	0	2
Liczba błędów ogółem	1	0	22	0	0	97

Doświadczenia były prowadzone, za wyjątkiem uderzenia w antenę, przy transmisji danych za pomocą STT-1 i w drugim kanale SNT-1,2. Przy żadnym doświadczeniu nie nastąpiły błędy w transmisji danych. Przy pomiarach pewności transmisji danych przez 2 dni był silny porywisty wiatr, który powodował chwanie anten i współosiowego kabla, co powodowało również zwiększenie liczby błędów. Według wyrażenia tow. Żeniszka, krótkie przerwy przy wietrze są, obok lampy mikrofoniczności nadajnika, spowodowane również przez współosiowy kabel anteny.

3.52.10 Przyczyny błędów przy transmisji danych za pomocą stacji radioliniowych.

Przyczyny powstania błędów przy transmisji danych można podzielić na 4 grupy :

- a/ krótkie przerwy łączności na łączach stacji radioliniowej. Częściowa analiza przyczyn powstawania krótkich przerw jest wykazana na rys.3.32; 3.35; 3.36 i tab.3.23. Większa częstotliwość krótkich przerw występowała w dniach 16.11 i 17.11 wtedy gdy wiał silny półwisty wiatr. Czas przerw wahał się od bardzo małych wartości rzędu m/sek do kilku sekund.
- b/ przesłyszenia między poszczególnymi kanałami kompletu TOT i NOT. Przyczyny przesłyszenia są omówione w punkcie 3.521. Przy końcowych urządzeniach SNT-1,2 i STT-1 błędy w wyniku przesłuchu nie powstały /patrz rys.3.35 i 3.34/.
- c/ Wadliwa obsługa stacji radiolokacyjnych i uszkodzenia RDS-66.

Do nich należy :

- złe nastrojenie odbiornika patrz rys. 3.33.
- dopływ benzyny.
- niewłaściwy sposób dostrojenia odbiornika będącego przyczyną przzerwiania trasy /zmiana częstotliwości w przeciwną stronę /.
- przerwanie dostawy prądu.
- zakłócenia krótkimi impulsami albo pracą innej stacji w jednakowym paśmie częstotliwości. Błędy w wyniku zakłóceń powstały jednak wbrew ostatnim przyczynom /punkt a,b/

~~zostały pominięte~~ zostały pominięte

Szczegółowa analiza przyczyn błędów jest przedstawiona w tabeli 3.25.

Tab.3.25.

Liczba w % ■ ogólnej ilości pomiarów z jednym typem urządzenia końcowego.

Tab. 3.25

Urządzenie	Przerwanie trasy stacji radiolinio- wych według a/c/	Przerwanie trasy stacji radiolinio- wych przez obsługę według c/	Przesłuchy między po- szczeg. kana- łami TOT i NOT według b/	Zakłóce- nia według c/
P-310-M	Bez błędu	-	55	-
	1 błąd do $10^{-4}$	2	-	10
	$10^{-4}$ do $10^{-3}$	5	0,7	10
	$10^{-3}$ do $10^{-2}$	2	3	4,3
	niedokoń- czone	6	-	2
P-318	Bez błędu	-	7,9	-
	1 błąd do $10^{-4}$	2	2	11
	$10^{-4}$ do $10^{-3}$	-	-	2
	$10^{-3}$ do $10^{-2}$	4	2	-
	niedokończo- ne	2	2	-
P-318, 2	Bez błędu	-	91	-
	1 błąd do $10^{-4}$	2,6	-	-
	$10^{-4}$ do $10^{-3}$	1,3	-	-
	$10^{-3}$ do $10^{-2}$	5,2	1,3	-
	niedokończo- ne.	-	-	-

3.52.11. Pomiar charakterystyk transmisyjnych kanałów rozmówniczych kompletu NOT i TOT i kanałów stacji radioliniowych.

Przy pomocy mierników zagłuszania i opóźnień grupowych opisanych w punkcie 2.65 niniejszej rozprawy, przeprowadzono pomiary częstotliwościowej zależności zagłuszania i grupowych opóźnień w kanale rozmówniczym kompletu P-310-M; SNT-1,2; STT-1 oraz kanału NOT stacji radioliniowej RDS-66. Poszczególne pomiary ze wskazaniem numeru rysunku i przynależne im charakterystyki są następujące :

a/ - rys. 3.38

Pomiary charakterystyk zagłuszania szczytkowego i opóźnień grupowych kanałów rozmówniczych kompletu P-310-M w małej pętli /bez stacji radioliniowych/.

b/ - rys. 3.39

Pomiary charakterystyk zagłuszania szczytkowego kanałów rozmówniczych kompletu SNT-1,2 i STT-1 w małej pętli. Mierzono przy włączonym i wyłączonym STT-1.

c/-rys. 3.40

Pomiary charakterystyk względnego grupowego opóźnienia kanałów rozmówniczych kompletu SNT-1,2 i STT-1 w małej pętli. Mierzono przy włączonym i wyłączonym STT-1.

d/-rys. 3.41

Pomiary charakterystyk zagłuszania szczytkowego kanałów rozmówniczych kompletu SNT-1,2 i STT-1 przy włączonym i wyłączonym STT-1. Pomiar przeprowadzono przy transmisji za pomocą stacji radioliniowych z jedną retranslacją.

e/ - rys. 3.42

Pomiar charakterystyki względnego opóźnienia grupowego w kanałach rozmówniczych kompletu SNT-1,2 i STT-1 przy włączonym i wyłączonym STT-1. Pomiar przeprowadzono przy transmisji

za pomocą stacji radioliniowych z jedną retranslacją.

f/ - rys. 3.37

Pomiar charakterystyk zagłuszania szczątkowego i opóźnień grupowych na trasie stacji radioliniowych RDS-66 przy jednej retranslacji. Mierzono oba kierunki dwukierunkowego kanału. Charakterystyki zagłuszania szczątkowego P-310-M mają lepszy przebieg w paśmie przepuszczającym aniżeli przy SNT-1,2. Przebiegi opóźnień grupowych w kształcie paraboli są do siebie podobne. Przebiegi zagłuszania szczątkowego i opóźnień grupowych przy transmisji za pomocą stacji radioliniowych, zwłaszcza w częstotliwościowo wyżej położonych kanałach rozmówniczych, są niezmiennie w stosunku do pomiarów w małej pętli. Opóźnienia grupowe stacji radioliniowych przy jednej retranslacji wraz ze wzrastającą częstotliwością asymptotycznie zmniejszają się do wartości mniej więcej 100  $\mu$ sek. Zagłuszanie szczątkowe zacisków "NOT" RDS-66 ma obszar maksymalny przy częstotliwości około 10 kHz. Szczegółowe informacje otrzymane bezpośrednio w przebiegu wykazano na rys. 3.38 do 3.43.

Przy pomiarze zagłuszania szczątkowego kanałów rozmówniczych P-310-M następowały silne drgania wyjściowego sygnału na skrajnych częstotliwościach pasma transmisji.

Również przy mierzeniu pewności transmisji danych, w niektórych przypadkach zdarzało się, że występowało nieregularne drganie poziomu mierniczego. Jest możliwe, że ta okoliczność wywierała wpływ w wymienionych przypadkach na pewność transmisji. Szczegółowej analizy przyczyn tego zjawiska nie można było jednak przeprowadzić z powodu braku ~~czasu~~.

## 3.53. Zakończenie.

Wnioski z pomiarów częściowych parametrów są wykazane w poszczególnych punktach opracowania. Najlepsze wyniki uzyskano przy wykorzystaniu urządzeń końcowych SNT-1,2 i STT-1. Liczba elementów przeniesionych z prawdopodobieństwem błędu  $P_e$  albo mniejszym, wykazana w % ogólnej ilości pomiarów, jest dla poszczególnych urządzeń końcowych i ogólnie przedstawiona w tabeli 3.26.

Tab.3.26 - wskaźniki w tabeli wykazane są w %

	$P_e$				Procent pomiarów bez błędu
	$10^{-1}$	$10^{-2}$	$10^{-3}$	$10^{-4}$	
P-310-M P-318	96	91	81	60	55
SNT-1,2 P-318	99,3	98,3	96	91	79
SNT-1,2 STT-1	99,6	98,8	97,2	94	91
Wszystkie typy kompletów	98	95	90	81	71

Przy urządzeniach końcowych P-310-M i P-318 nie ~~był~~ <sup>był</sup> zawsze dotrzymany optymalny poziom na zaciskach NOT stacji RDS-66. Dlatego można przypuszczać, że przy nastrojeniu optymalnego poziomu, prawdopodobieństwo błędu  $P_e$  obniży się o 1/2 do 1 rzędu.

Z wymierzonych wartości jest widoczne, że możliwa jest transmisja danych przy pomocy stacji radioliniowych RDS-66 z prędkością 50 Bd przy wykorzystaniu kompletu NOT i TOT.

Warunkiem tego jest:

a/ dotrzymanie parametrów technicznych stacji radioliniowej

RDS-66. Największy wpływ miało utrzymanie *wyżej wymienionego*

zniekształcenia nieliniowego w całym paśmie częstotliwości.

- b/ sprawny remont radiostacji , a zwłaszcza metalowych styków w obwodach anteny.
- c/ ~~utrzymanie~~ utrzymanie optymalnego poziomu na zaciskach "NOT" stacji radioliniowej, tak aby kanał powiadamiania nie został przeciążony i aby nie dopuścić wpływu zniekształceń w wyniku wielkich przesłuchów poszczególnych kanałów rozmówniczych i telegraficznych.
- d/ nie pomijać poziomu zagłuszania obcych nadajników. Warunek ten będzie brany pod uwagę zwłaszcza przy praktycznym bojowym położeniu stacji radioliniowych, kiedy będzie większa gęstość ruchu.

### 3.6. Obliczenia ogólne i wnioski.

Przedłożona rozprawa podaje zwięzłą analizę zadania, precyzuje cel, program i metodykę pomiarów oraz podaje przegląd wykonanych prac. Oddzielnie opracowano pomiary laboratoryjne urządzenia TOT, pomiary na trasie r/st.R-105,R-108,R-109, pomiary trasy R-118 i pomiary trasy RDS-66 z urządzeniami NOT i TOT.

Celem pomiarów było uzyskanie dostatecznych danych dla:

- a/ określenie pewności transmisji na wybranych kanałach telegraficznych.
- b/ ustalenie zasadniczych przyczyn błędów i określenie możliwości polepszenia właściwości drogi łączności.
- c/ określenie koncepcji rozwiązania zabezpieczenia większego stopnia pewności transmisji danych w kanałach telegraficznych.
- d/ budowanie względnie planowanie kanałów do transmisji danych z wymaganą pewnością.

W dalszym ciągu przytoczono w jaki sposób osiągnięto cele według analizy pomiarów na poszczególnych wybranych odcinkach kanałów telegraficznych.

3.61. Pewność transmisji na wybranych kanałach telegraf.

Pewność transmisji podwójnego sygnału na poszczególnych kanałach telegraficznych jest wykazana na wykresach rys. 3,8; 3,9; 3,10; 3,16.

Na wykresach jest wyrażona statystyczna zależność wykazująca prawdopodobieństwo, że wiadomość będzie przeniesiona z wymaganą pewnością. Uzyskane wyniki odpowiadają informacyjnym danym z literatury względnie danym wykazanym w sprawozdaniu z konsultacji w ZSRR nr 072/I.B.060, jak wskazuje tabela nr 3.27.

Tab. 3.27. Porównanie danych o pewności /solidności /kanałów transmisji. Dane wykazują czas w procentach, w którym wiadomość jest przenoszona ~~z~~ *z prawdopodobieństwem* lub mniejszym prawdopodobieństwem błędnego bitu.

Rodzaj łącza	Dane z konsultacji w ZSRR	Literatura	Pomiary w I.B.060
Przewodowa	$10^{-4}$ /99%	$10^{-4}$ /80-90%	
KF na małe odległości, łącze <del>radiotelegraficzne</del> <i>radiotelegraficzne kierunkowe</i>	$10^{-3}$ /98%	$10^{-3}$ /80-90%	$10^{-2}$ /95; $10^{-3}$ /90; $10^{-4}$ /80%
KF, UKF na granicy zasięgu polowych środków łączności	$5 \cdot 10^{-2}$ /95%	$3 \cdot 10^{-3}$ /80-90%	$10^{-2}$ /88-96%; $10^{-3}$ /75%; $10^{-4}$ /50%

W ramach prowadzonych pomiarów, nie było możliwości, całkowitego przemierzenia pewności transmisji przy pomocy r/st. R-118 w nocy na odległość około 30 km i więcej, jak to wyjaśniono w punkcie 3.4 niniejszego opracowania.

3.62 Dane wyjściowe dla ustalenia koncepcji rozwiązań urządzeń dla zabezpieczenia transmisji.

Przytoczone w punkcie 3.61 wyniki, określają pewność transmisji albo prawdopodobieństwo błędu. Dane o strukturze i podziale błędów, uzyskano podczas pomiarów w formie taśm perforowanych z danymi dla każdej próby, zostają rozsortowane do opracowania na EMC. Razem z przedstawioną wiadomością dają podstawę dla ustalenia koncepcji technicznych rozwiązań, zapewniających większy stopień pewności i bezpieczeństwa transmisji danych przy prędkości 50 Bd pomimo, że ~~wielkość~~ <sup>ilości</sup> kompletów nie gwarantują zupełnie pewnej statystyki. Ze względu na to zalecamy obok pomiarów pewności r/st. R-118 w nocy, przeprowadzenie legalizacji uzyskanych wyników pomiarów przy pomocy prób przeprowadzonych na zabezpieczającym urządzeniu I.B.Telekomunikacji.

### 3.63. Zasadnicze przyczyny występowania błędów i ustalenie możliwości polepszenia właściwości dróg łączności.

Pewność transmisji jest uzależniona od: warunków transmisji, kwalifikacji obsługi i utrzymania łączy, które dla poszczególnych typów łączy mają różną doniosłość. Radiostacje R-105; R-108; R-109 uzupełniono urządzeniem STT-1. Błędy transmisji przeważnie były określone obiektywnymi warunkami podczas pracy na granicy zasięgu, to jest białym szumem stosowanym dla szerokopasmowych zakłóceń, powstających przy pracy urządzeń przemysłowych. Sytuacja, w której jednocześnie pracowałoby więcej radiostacji nie mogła być podczas pomiarów imitowana. Błędy, zawinione przez obsługę, ~~będą~~ według naszych poglądów przy sprawnych remontach będą miały niewielki wpływ, ze względu na prostotę i pewność /sprawność/ środków łączności.

KF radiostacja R-118

Błędy w transmisji przeważnie były spowodowane obiektywnymi warunkami właściwymi w czasie pracy w pasmie KF. Największą liczbę błędów wywoływały więcej lub mniej przypadkowe sygnały zakłócenia, które miały podobny skutek jak przerwanie kanału powiadamiania, zwłaszcza przy wahaniu sygnału w następstwie zaniku. Mniejsza część błędów /około 3% przypadków/ spowodowana została uszkodzeniem radiostacji albo wadliwą jej obsługą. Poprzez podwyższenie jakości remontów i obsługi, pewność transmisji można częściowo polepszyć. Jako zasadniczy kierunek podwyższenia jakości ~~połączeń~~ zakładamy: wyzyskanie optymalnych warunków pracy, to jest wybór odpowiednich anten i dobór częstotliwości. Rozwiązania perspektywiczne leżą w centralnej kontroli i organizacji ruchu, która dla zapewnienia chwilowych warunków ustali niezbędne drogi łączności i kierownictwo ruchem w całej sieci.

87

Stacje radioliniowe uzupełniono urządzeniami NOT i TOT. Błędy w transmisji przeważnie były określane stanem technicznym i właściwościami stacji RDS-66. Rozstrzygający wpływ miały krótkie rozłączenia i przesłuchy, powstające w wyniku nieli<sup>ni</sup>owości kanału powiadamiania NOT stacji RDS,66. Należy zaznaczyć, że przy pracy stacji P-310-M, urządzenie RDS-66 wykorzystano więcej niż ustala jego przeznaczenie według przepisów. Uszkodzenie radiostacji albo w<sup>d</sup>aliwa obsługa wpływała na pewność transmisji w 2,5% pomiarów. 12,5% z ogólnej ilości pomiarów wywołane było przerwami na RDS-66, a ■ 16,5% w wyniku przesłuchu pomiędzy rozmówniczymi kanałami telegraficznymi.

Istotne podwyższenie pewności transmisji jest możliwe do osiągnięcia przez ulepszenie remontów radiostacji RDS-66 /zwłaszcza nadajnika i kabla współosiowego/. Dalsze możliwości, zwłaszcza w stacji P-310-M, polegają na dotrzymaniu optymalnego poziomu na zaciskach NOT stacji radioliniowej. Dlatego zalecamy wykorzystanie RDS-66 we współpracy z P-310-M tylko w wyjątkowych przypadkach, kiedy będzie prowadzona dostateczna kontrola i zostaną zabezpieczone wymienione parametry łączności.

#### 3.64. Podstawy do zbudowania względnie planowania łączności dla transmisji danych z wymaganą pewnością.

Według punktu 3.61 została ustalona zależność statystyczna wykazująca dla poszczególnych odcinków dróg łączność prawdopodobieństwa, że wiadomość przeniesiona zostanie z wymaganą pewnością. Ponieważ wymieniona zależność została wyrażona w log - rozkładu normalnego, możemy przypuszczać, że dla rozwiązania kompleksowego planowania i budowania łączności należy sprawdzić wymieniony log. Metoda wykrycia wynikowego log - rozkładu normalnego będzie stanowić jeden ze sposobów rozwiązania tego zadania, znany<sup>ju</sup> z literatury.

### 3.65. Zakończenie.

Zostały przygotowane i zalegalizowane komplety urządzeń do pomiarów pewności transmisji podwójnego sygnału z prędkością 50 Bd . Przeprowadzono i oceniono pomiary na wybranych kanałach telegraficznych, a w ideowym projekcie przygotowane urządzenie do pomiarów transmisji o średniej prędkości. Funkcja wyprowadzonego miernika opóźnień grupowych, określona dla oceniania kanału do transmisji została sprawdzona przez pomiar.

Zastosowana metodyka pomiarów i oceny dała dobre wyniki i według możliwości będzie stosowana w dalszych pomiarach również w ramach "Doświadczenie 1965". W "Doświadczenia 1965" mają zostać przemierzone kompletne trasy włącznie kablowej i liniowej łączności. Metodyka oceny jest stosowana również w pomiarach I.B.Ł. przeprowadzanych na łączach Centralnego Zarządu Łączności. W ten sposób uzyskano niemal kompletne podstawy dla rozwiązania zadania transmisji danych z prędkością 50 Bd na środkach łączności używanych w naszej armii.

Należy powiedzieć, że przedstawiona praca spełniła ustalone cele i dała dobry opis statystycznych właściwości wybranych kanałów telegraficznych do transmisji danych z prędkością 50 Bd.

### 3.7. Uzupełnienie

#### 3.71. Wykaz stosowanych symboli.

$P_s$  - moc sygnału

$P_n$  - moc szumu

$n_o$  - wydajność gęstości szumu W/Hz

$B_o$  - efektywna /szumowa/ szerokość pasma

$B$  - szerokość pasma na 3 dB

$\Delta f$  - suw częstotliwości

- $v$  - prędkość transmisji /bit/sek, Baud/  
 $V_{opt}$  - optymalna prędkość transmisji  
 $T$  - czas impulsu jednostkowego /bitu/  
 $Q_2$  - moc impulsu jednostkowego /bitu/  
 $h^2$  - znormalizowany stosunek sygnału/szum  
 $h_0^2$  - odporność nominalna  
 $S/N$  - skrót stosunku sygnał/szum /ogólny/  
 $f$  - częstotliwość  
 $MUF$  - maksymalna zastosowana częstotliwość  
 $t$  - czas  
 $P_e$  - prawdopodobieństwo odbioru pojedynczego błędnego impulsu /bitu/  
 $S$  - pewność transmisji /przenoszenia/  
 $p(x)$  - prawdopodobieństwo gęstości przypadkowej wielkości  $x$   
 $P(x)$  - dystrybucyjna funkcja przypadkowej wielkości  $x$   
 $m(x)$  - średnia wartość przypadkowej wielkości  $x$   
 $\sigma_x$  - miarodajne odchylenie /aberracja/ przypadkowej wielkości  $x$   
 $\delta_{CCITT}$  - odkształcenia izochroniczne /telegraficzne/ według CCITT  
 $\delta_{srd}$  - odkształcenia izochroniczne /telegraficzne/ średnie  
 $b$  - tłumienie /zagłuszenie/  
 $\bar{T}$  - opóźnienia grupowe  
 $\Delta\bar{T}$  - opóźnienia grupowe relatywne  
 $n$  - ilość prób  
 $n_i$  - ilość prób w kategorii  
 $V_{set}$  - napięcie sygnału /wartość efektywna/  
 $V_{imp}$  - wartość szczytowa = napięcie impulsów zakłócających.

### 3.72. Wykaz niektórych nazw i definicji.

Prawdopodobieństwo błędu  $P_e$ .

Prawdopodobieństwo błędu jest stosunkiem źle przeniesionych pojedynczych impulsów /bitów/, do ogólnej liczby przeniesionych pojedynczych impulsów /bitów/ w jednakowym przedziale czasu;

Pewność transmisji S.

Pewność transmisji jest prawdopodobieństwem poprawnie przeniesionego pojedynczego impulsu /bitu/, to jest stosunkiem pomiędzy liczbą poprawnie przeniesionych pojedynczych impulsów /bitów/ do ogólnej ilości przeniesionych pojedynczych impulsów /bitów/, w jednakowym przedziale czasu.

Obowiązuje  $S = 1 - P_e$ .

Symetria kanału powiadamiania /dwufazowego/. Symetrią dwufazowego kanału powiadamiania jest stosunek liczby błędów w odbiorze przy nadawaniu "1", do ogólnej liczby błędów w jednakowym, dostatecznie długim przedziale czasu.

Odształcenia izochroniczne /telegraficzne, rytmiczne, synchroniczne/.

Odształcenia izochroniczne według CCITT,  $\delta_{CCITT}$ , są to maksymalne wartości odształceń, które pojawiają się w czasie 30 sekund obserwacji. Średnie odształcenia izochroniczne  $\delta_{\text{śred}}$  są wartościami odształceń, które pojawiają się przeciętnie w ciągu 1 sekundy.

Stosunek sygnał/szum S/N

Stosunek sygnał/szum, jest stosunkiem mocy sygnału  $P_e$  do mocy szumu  $P_N$  w określonej szerokości pasma.

Znormalizowany stosunek sygnał/szum  $h^2$ .

Znormalizowany stosunek sygnał/szum, jest to stosunek energii pojedynczego impulsu /bitu/ do mocy szumu na 1 Hz /wydajność gęstości szum  $n_0$ /

~~$h^2 = \frac{P_s \cdot T}{n_0 \cdot n_0}$~~   $h^2 = \frac{P_s \cdot T}{n_0} = \frac{Q}{n_0}$

Optymalna prędkość transmisji  $V_{opt}$

Optymalna prędkość transmisji jest to prędkość transmisji przy której następuje minimum zależności znormalizowanego stosunku sygnał/szum  $h^2$ , przy prędkości transmisji  $v$ .

Rozdział /Gaussa) normalny.

Rozdział normalny jest zdefiniowany stosunkiem :

$$p(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(x-m)^2}{2\sigma^2}}$$

Funkcja dystrybucyjna :

$$P(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{(x-m)^2}{2\sigma^2}} dx$$

$m$  = wartość średnia

$\sigma$  = miarodajne odchylenie

log - rozdziału normalnego

log - rozdziału normalnego jest zdefiniowany stosunkiem :

Gęstość prawdopodobieństwa :

$$p(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma \cdot x} e^{-\frac{(\ln x - m)^2}{2\sigma^2}}$$

Funkcja dystrybucyjna :

$$P(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \int_0^x \frac{1}{x} e^{-\frac{(\ln x - m)^2}{2\sigma^2}} dx$$

4.00. Pomiarzy sieci łączności Centralnego Zarządu Łączności Czechosłowacji.

Instytut Badawczy Łączności przeprowadził w latach 1963-1964 pomiary obwodów dalekopisowych i telefonicznych. Zasadniczym celem było uzyskanie obrazu obecnego stanu sieci z konkretnym

nacelowaniem dla ustalenia zasadniczych danych wyjściowych do pracy I.B.Telekomunikacji na projektach ideowych do przenoszenia danych, przy pomocy obwodów dalekopisowych albo telefonicznych, ewentualnie ustalenia środków do polepszenia stanu sieci łączności.

#### 4.1. Obwody dalekopisowe.

Wyniki i wnioski z pomiarów występowania błędów i jakości obwodów dalekopisowych z punktu widzenia przenoszenia danych z prędkością 50 Bd opracowano według sprawozdania IBŁ /10/ i zapisu  $\odot$  pomiarów.

4.11. Zasada pomiarów polega na tym, że na łączu które się mierzy przesyłany jest próbny sygnał dalekopisowy o znanym składzie, który się nieustannie powtarza. Przy przejściu pierwszego charakterystycznego, chwilowego luzu - znak na wejściu odbiornika rozpędzi się. Równolegle połączony nadajnik kontrolny, wytwarza taką samą modulację jak nadajnik główny, jednak nieodkształconą i nieopóźnioną o opóźnienie przenoszenia. Urządzenie samopiszzące wykrywa i zapisuje niezgodność pomiędzy modulacją reprodukowaną przez odbiornik, a wysyланą przez nadajnik kontrolny. Do pomiarów wybrano ośmiobitowy znak, złożony z interwału znaków i luzów: AZAZZAAZ.

4.12. Wyniki pomiarów są zebrane w tabeli 4.1.

Pomiary, w których względna częstotliwość błędnych bitów była większa aniżeli  $10^{-3}$  zostały z opracowania wyłączone. Rozchodzi się tu o łącza, których jakość jest 2 razy gorsza, aniżeli zalecają przepisy międzynarodowe, które nie będą do przenoszenia danych wykorzystywane. Wymagamy, aby urządzenia<sup>do</sup> kodowego zabezpieczenia transmisji oznaczało je za nieodpowiednie do przenoszenia danych /patrz ZTP dane Instytutu Badawczego Telekomunikacji/.

Z absolutnej liczby 1344 błędnych bitów zostało ocenionych :

niezgodność A - Z - 423

niezgodność Z - A - 921

Tabl. 4.1

Połączenie	Długość łącza w km	B i t ó w		Względna częstotliwość błędnie prze- niesionego bitu	Liczba połączeń	
		Przeniesio- nych	błęd- nych		ocenia- na	Nieocenia- na z uwagi na złą jakość łącza
PRAGA-PRAGA-PRAGA miejscowa pętla		18 041 896	67	3,711 · 10 <sup>-6</sup>	10	0
PRAGA-PILZNO-PRAGA	190	19 965 683	169	8,059 · 10 <sup>-6</sup>	19	0
PRAGA-PARDUBICE-PRAGA	210	7 718 903	37	4,793 · 10 <sup>-5</sup>	18	3
PRAGA-BRNO-PRAGA	450	23 032 430	489	2,123 · 10 <sup>-5</sup>	36	5
PRAGA-OSTRAWA-PRAGA	824	5 147 662	471	9,150 · 10 <sup>-5</sup>	17	8
PRAGA-ZWOLEN-PRAGA	980	3 512 553	170	4,840 · 10 <sup>-5</sup>	6	2
PRAGA, PILZNO-PRAGA- -BRNO-PRAGA	640	65 536	-	0	1	0
O g ó ł e m :		77 484 563	1403	1,811 · 10 <sup>-5</sup>	107	18

Ze względu na wadliwe manipulacje w początkowym okresie doświadczeń, w 59 przypadkach błędnych bitów, nie udało się wykryć rodzaju /gatunku/ błędu.

W większości przypadków pomiary prowadzono na łączach telegrafii akustycznej ze spokojnym prądem /WT 51/. Każde przerwanie w systemie łączności i każde przerwanie kanału telefonii nośnej wywołuje w następstwie błędy Z-A. Odwrotnie system WT - 34 powoduje przy przzerwaniu drogi błędy typu A-Z. Z chwilą wyłączenia systemu WT-34, błędy typu A-Z będą stopniowo ubywać. Jeżeli z ogólnych wyników wyłączymy błędy, o których niezgodność podejrzewamy elektroniczny zapisywacz, to otrzymamy następujące ostateczne wyniki:

Ogółem ocenianych przeniesionych bitów	77 484 563
Błędnie przeniesionych bitów	1 289
Liczba błędów Z-A	842
Liczba błędów A-Z	<b>388</b>

Liczba błędów, których nie można wyodrębnić Z-A lub A-Z-59

Prawdopodobieństwo błędów w łączach wykorzystanych do przenoszenia danych  $1289 : 77484563 = 1,61 \times 10^{-5}$ .

Przyczyny błędów określane były według typowych aglomeratów, spowodowanych znanymi wpływami.

Ze 134 analizowanych aglomeratów /patrz rys. 4/ uzyskano :

aglomeraty z jednostronnym odkształceniem z przewagą stanu A albo odskoku na stronę . . . . .	19
aglomeraty przypadkowego charakteru /?/ . . . . .	61
aglomeraty wywołane przez urządzenie pomiarowe . . . . .	18
aglomeraty wywołane rozłączeniem /przerwaniem/ . . . . .	11
aglomeraty wywołane odskokiem obu kierunków . . . . .	10
aglomeraty wywołane uderzeniem. . . . .	7
aglomeraty wywołane długotrwałym wahaniem . . . . .	3
aglomeraty wywołane obniżaniem skoku opóźniania . . . . .	2

aglomeraty wywołane ograniczeniem pasma częstotli-  
 wości /derywacja/ . . . . . 1  
 aglomeraty wywołane ograniczeniem pasma częstotli-  
 wości /całkowanie/ . . . . . 1

4.14. Stwierdzone podczas pomiarów opóźnienia w transmisji wahały się w granicach od 6 - 113 m sek.

4.15. ~~Rozdział~~  $P_e$  i długość aglomeratów wykazane są na rys. 4.1 i 4.2 wyliczone według metody I.B. 060. Do kompletu analizowanego zostały włączone wszystkie prawidłowo zmierzone próby.

4.16. Według analizy I.B.Ł. zastosowanie prostego zabezpieczenia grup o 10 pięć bitowych znakach, dla których prowadzi się ternarne ~~rezultaty~~ <sup>wyniki</sup> w kolumnach z przenoszeniem do sąsiednich kolumn, zapewniło dla zmierzonych ~~połączeń~~ według zapisanych aglomeratów bezpieczeństwo transmisji  $P_{ez} = 10^{-8}$ /bitu, wbrew wymierzonemu  $P_e = 1,65 \cdot 10^{-5}$ , Idzie tu co prawda o ~~połączenia~~ ze stosunkowo małym  $P_e$ , w których próby  $10^{-3}$  i gorsze uszły uwadze.

Pomiary prowadzone były w roku 1963, a funkcja M została wyliczona tylko z części ~~rozdział~~ długości aglomeratów/. Według rezultatów oceny I.B. 060 na EMC i według pojemności, możliwe będzie na podstawie punktu 2.5 niniejszej rozprawy wprowadzenie proponowanej metody również do zapisów I.B.Ł.

4.17. Obok pomiarów  $P_e$  i M prowadzono ocenę jakości czechosłowackiej sieci telegraficznej, poprzez pomiar rytmicznego albo ~~arytmicznego~~ odkształcenia. Z wyników tych pomiarów wypływają następujące wnioski :

- Pomiary kompletów przenoszenia wykazują, że strojenie i staranne utrzymanie systemu WT-51, wykazuje odkształcenia izochroniczne w przepisowych granicach 8 do 4% dla sygnału tele-

graficznego 1:1 i do 10% dla znormalizowanego tekstu. Takie same można zakładać dla nowo wprowadzanych systemów WT-60 i TTT-24. Dla systemu TW i SFT Tesla nie mamy do dyspozycji odpowiednich mierników, wskutek czego cierpi jakość ich strojenia. Starsze systemy przenoszenia włącznie z kompletami impulsowymi nie będziemy do przenoszenia danych brać pod uwagę.

- Sieć telegraficzna CzSRR nie jest wyposażona w odpowiednie aparaty do pomiarów ~~•~~łączy i obwodów łączności. Prowizoryczne metody, zakładające wykorzystanie regulatora odbioru na dalekopisach i na nadajnikach próbnego tekstu, nie mogły być w pełni wykorzystane z powodu wielkich zakłóceń nadajników.
- Obsługi nie są wyposażone w urządzenia do pomiarów ruchu /aparatura rejestrująca itp/. Okazuje się, że dla najbardziej przeciążonych związków kierowniczych jest wystarczająca ilość prostych urządzeń do pomiarów.
- Należy wyłączyć przekaźnikowe translacje z łańcucha <sup>przenoszenia</sup> i zamienić je elektronicznymi. W istocie rzeczy upadają pretensje do regulacji kompletu i obniżenia własnych zniekształceń dróg przenoszenia.
- Celowym będzie opracowanie karty perforowanej, wykorzystać do oceny naszych sieci telegraficznych również w przyszłych latach. W miarę udoskonalania techniki pomiarów, wymieniony sposób centralnego oceniania nie będzie miał znaczenia. Przy tym pierwszym opracowaniu, często dla własnych pomiarów wykorzystywano stare formularze i potem wartości przepisywano do nowych. Konieczne będzie zrewidowanie organizacji pomiarów. Prawdopodobnie będzie wygodniej przepisać wartości ze starych formularzy do nowych, tak jak musieliśmy to zrobić w szeregu przypadkach w I.B.Ł.

- Nie łączyć ze sobą więcej niż 5 odcinków telegrafii akustycznej w jednym połączeniu dalekopisu. Z tego powodu nie przyłączać odległych abonentów ~~na~~ centralę tranzystorowych central.
- Komplety telegrafii akustycznej na systemach telefonii nośnej, wykazują większe zniekształcenia i mniejszą stabilność aniżeli systemy na pień albo sprzężonych obwodów. Należy się jednak starać uzyskać większą liczbę ~~na~~ obwodów, dla obwodów telegraficznych. Uściślić jednak wymagania na zniekształcenia systemu telefonii prądami nośnymi i na ich pewność eksploatacyjną.
- Należy sprecyzować wymagania bezawaryjności łączy dalekopisowych. Wypływają z tego wymagania co do odstępu między remontami i dopuszczalnej liczby uszkodzeń w ciągu roku. Odstępy między remontowe miałyby być co kilka tysięcy godzin/ruchu/pracy /wymagania do producentów/, dopuszczalne uszkodzenia - 2 uszkodzenia na jeden rok.
- Dla ujednolicenia i podniesienia jakości remontów oraz dla podwyższenia jakości łączy, należy wprowadzić automatyczne metody pomiarów.

#### 4.2. Obwody i kanały telefoniczne

I.B.Ł. w roku 1963 i 1964 prowadził statystyczne pomiary parametrów łączy telefonicznych, to jest białego szumu, impulsowych zaburzeń, zagłuszeń szczątkowych łącza, krótkotrwałych ~~przerw~~ przerw /rozłączeń/, charakterystyki częstotliwości zagłuszeń szczątkowych, grupowych opóźnień. Informacyjnie stwierdzono prawdopodobieństwo błędu  $P_e$  przy przenoszeniu 600 i 150 Bd.

4.21. Metodyka, opis właściwych urządzeń, analiza wpływu poszczególnych parametrów na  $P_e$  i sposób oceny zostały przedsta-

wione w biuletynach IBŁ /11,12/. Wyniki opracowane dogodniejszą metodą graficzną na papierze prawdopodobieństwa, używanym dla oceniania w IB 060, patrz punkt 3 rozprawy, są przedstawione na rys. 4.1 i 4.10.

4.22. Analiza wpływu parametrów mierzonych łączy telefonicznych na  $P_e$ . Dla uproszczenia stosunku /2/ i /3/ dla  $P_e$  i M można błędy powstające przy przenoszeniu danych w sieci telefonicznej bez względu na typ wykorzystanego systemu podzielić na dwie części.

Pierwsza część jest zależna od odstępu sygnał/szum, przy czym można za wytyczną wykorzystać zależność, przedstawioną na rys.3. Moc szumu dla tej części błędów jest określona rezultatem ciągłego szumu kanału w odpowiednim paśmie częstotliwości i interferencyjnego /zakłóceniewego/ szumu, powstającego w wyniku zniekształcenia sygnału transmisyjną charakterystyką kanału.

Druga część błędów wynika z istnienia szumu impulsowego i krótkich przerw powstałych w kanale.

Pierwsza część błędów może być ograniczona ~~do~~ pominięciem miary odpowiedniego skalowania, zwłaszcza polepszenia odstępu sygnał/szum i dotrzymanie pewnych limitów dla charakterystyk kanału transmisyjnego.

W przeciwieństwie tego druga część błędów jest w zasadzie spowodowana częstotliwością impulsów zakłócenia o większej amplitudzie i krótkimi przerwami. Przeważająca część impulsów zakłócenia i krótkich przerw powstaje w połączeniach komutowanych i w miejscowych centralach, a ich charakterystyki są takie, że odporność przeciwko tym wpływom transmisji danych jest proporcjonalnie mała i nie można jej zasadniczo zwiększyć.

Za kryterium przydatności określonego systemu przenoszenia, dla

danych właściwości przenoszenia kanałów telefonicznych albo telefonicznych łączy, wymagamy aby liczba błędów przy przeniesieniu danych opadała do przytoczonych wyżej w pierwszej części i była pominięta w porównaniu z liczbą błędów spowodowanych szumem impulsów i krótkimi przerwami. W przeciwnym razie należy wymagania to sformułować tak, że w interwałach między aglomeratami impulsów zakłócenia i krótkimi przerwami, transmisja ma się odbywać praktycznie bez błędów.

Przeprowadzimy z kolei porównanie poszczególnych typów kanałów do transmisji danych, według zaleceń CCITT, to jest kanału 75 Bd dwóch kanałów 200 Bd, kanału 600 Bd i 1200 Bd. Według wyników przytoczonych w biuletynie /13/ w 90% komutowanych ~~połączonych~~ <sup>połączonych</sup>, poziom huku w paśmie 300-3400 Hz jest niższy aniżeli - 5,5 Np. Jeżeli będziemy zakładać równomierne rozłożenie mocy huku w całym paśmie częstotliwości i jeżeli wyjdziemy z wymagania aby prawdopodobieństwo błędów, spowodowane ciągłym interferencyjnym szumem wynosiła  $10^{-6}$ , to musimy według rys. 3.1. zabezpieczyć znormalizowany stosunek sygnał/szum  $\frac{E}{n_0} = 1,9$  Np. Przy rzeczywistej realizacji przystawki bierzemy pod uwagę circa 3 dB pogorszenia, w stosunku do optimum teoretycznego. Zakładamy, że moc ciągłego szumu i interferencyjnego szumu będzie jednakowa. Każdy z wymienionych szumów musi mieć znormalizowany odstęp około 2,25 Np.

Dla interferencyjnego szumu wartość tą należy zabezpieczyć ograniczeniem odkształcenia charakterystyk transmisyjnych. Aby jednak została stwierdzona wartość ta i dla szumu kanału, musi zostać zapewniony wystarczający poziom sygnału odbiornika, względnie wystarczający stosunek sygnał szum w paśmie 300-3400 Hz  $\frac{E}{n_0} = 2,25$  Np na podstawie przytoczonych założeń możemy ustalić :

Dla kanału /Bd/	S/N 300-3400 Hz /Np/	Minimalny poziom odbiornika
75	0,4	- 5,1
200	0,85	- 4,65
600	1,4	- 4,1
1200	1,8	- 3,7

Jeżeli zakładamy, że według zaleceń CCITT poziom nadawania jest - 1,05 Np zamiast poziomu względnego 0, wobec tego jest możliwe przy zagłuszeniu przyłączonej linii abonenckiej 0,7 Np. ~~dopuszczalną~~ wartość zagłuszania szczytkowego łączności między dwoma abonentami ~~wyrażonej~~ :

- dla kanału 75 Bd około 4,8 Np
- dla kanału 200 Bd około 4,25 Np
- dla kanału 600 Bd około 3,80 Np.
- dla kanału 1200 Bd około 3,45 Np

Warunki te są w istniejących sieciach spełnione, w pojedynczych komutowanych łączach dla prędkości 600 Bd, a dla prędkości 1200 Bd tylko w 85% przypadków. Tranzytowe komutowane łącza spełniają warunki zagłuszania szczytkowego dla 2-go kanał 200 Bd w 80% przypadków, kanału 600 Bd w 60% przypadków i kanału 1200 Bd tylko w 35% przypadków.

Warunkiem dotrzymania odstępu interferencyjnego szumu 1,95 Np, według źródła /14/ można wyrazić granice nierównomierności charakterystyki zagłuszania i charakterystyki opóźnień grupowych.

Z określoną rezerwą dla równoczesnego oddziaływania obu odkształceń można oceniać granice nierównomierności charakterystyki zagłuszania w pasmo przynależnego kanału na  $\pm 0,3$  Np, a granice różnicy czasu grupowego rozchodzenia się w paśmie kanału na  $t = 0,6 \tau$ , gdzie  $\tau$  jest wielkością elementu sygnału, to jest dla prędkości 75 Bd  $t = 8$  msek, dla 200 Bd  $t = 3$  msek, dla

prędkości 600 Bd  $t = 1$  msek, a dla prędkości 1200 Bd  $t = 0,5$  msek.

Warunek dopuszczalnej nierównomierności charakterystyki zagłuszenia jest spełniony dla kanału 75 Bd i dla obu kanałów 200 Bd we wszystkich obwodach międzymiastowych i w komutowanych łączach z dwoma kanałami tranzytowymi. Dla kanału 600 Bd warunek ten będzie dobrze spełniony w większości komutowanych ~~łączy~~ z jednym międzymiastowym obwodem typu b/, c/ i d/. Przy wykorzystaniu kanału typu a/, jak również i w tranzytowych komutowanych łączach warunek dopuszczalnego odkształcenia zagłuszeniowego będzie spełniony jedynie w części łączy /dla łączy tranzytowych w 55% przypadków/.

Dla kanału 1200 Bd jest odpowiednie tylko komutowane ~~połączenie~~ z jednym obwodem międzymiastowym typu d/, jest ich jednak w sieci stosunkowo mało /około 17%/. Na ~~połączeniach~~ innego typu, przenoszenie z prędkością 1200 Bd będzie bez korekcji charakterystyki zagłuszania praktycznie niemożliwe.

Z punktu widzenia ~~od~~ odkształceń opóźnionych odpowiednie są praktycznie wszystkie komutowane ~~połączenia~~ dla kanału 75 Bd i obu kanałów 200 Bd. Dla kanału 600 Bd odpowiada z tego punktu widzenia około 80% pojedynczych komutowanych ~~połączeń~~ i około 40% ~~połączeń~~ tranzytowych.

Dla kanału 1200 Bd odpowiada jedynie około 16% obwodów międzymiastowych. W większości obwodów międzymiastowych, poza tym odpowiadających, granica opóźnień grupowych zostaje przekroczona głównie na dolnym skraju pasma częstotliwości. Jak widać z tego, przystawki na 1200 Bd musiałyby zostać wyposażone w korektor opóźnień grupowych.

#### 4.23. Zakończenie

Ze względu na stwierdzoną rzeczywistość należy zaznaczyć :

- a/ W czechosłowackiej sieci telefonicznej należy we ~~współczesnym~~ <sup>obecnym</sup> ~~stanie~~ <sup>stanie</sup> zakładać odpowiednie przenoszenie danych przy pomocy przystawki 200 Bd według zaleceń W 21 CCITT. Ze względu na to, że dla tej przystawki można wykorzystać maszynę do dziurkowania taśm zbudowaną w ZJSz w Brnie, wydaje się celowe nastawić się w pierwszym rzędzie na wykorzystanie tej techniki.
- b/ Przenoszenie danych przy pomocy standartowej przystawki 600/1200 Bd zgodnie z zaleceniami W 23 CCIT, wydaje się przy współczesnym stanie sieci telefonicznej mało realne, ponieważ prędkości 1200 Bd można by było stosować tylko w bardzo ograniczonej liczbie ~~połączeń~~ <sup>połączeń</sup>, a nawet dla prędkości 600 Bd nie jest obecna sieć we wszystkich przypadkach ~~przebiegu~~ <sup>przebiegu</sup>.

Można się liczyć w przyszłości z możliwością przenoszenia danych z prędkością 600 i 1200 Bd przy założeniu, że będzie prowadzone w najbliższych latach ~~systematyczne~~ <sup>sprawnie</sup> zaopatrzenie ~~do~~ <sup>dla</sup> polepszenia właściwości transmisyjnych sieci telefonicznej i że będzie można zalegalizować ~~skuteczność~~ <sup>sprawność</sup> tego zaopatrzenia próbami przy pomocy importowanych urządzeń.

#### 4.24. Wnioski do zaopatrzenia.

4.24.1. W sieci telefonicznej jest eksploatowana znaczna ilość obwodów, które mogą być przy wykorzystaniu zwyczajnych metod pomiarów oznaczone na nieodpowiednie, albo nieodpowiadające możliwościom technicznym zastosowanych urządzeń.

Przyczynę takiego stanu widzimy w tym, że konstrukcje obwodów międzynarodowych ustala centralny organ zarządu łączności, a

techniczna służba ruchu nie ma praktycznie możliwości odrzucania przyjętych do ruchu takich obwodów, które nie spełniają przepisowych parametrów danej konstrukcji i ich spełnić nie mogą.

Rozwiązanie tego problemu leży w sferze organizacji i kierowania i powinno być oparte o następujące zasady :

- a/ Konstruktor obwodu powinien bez względu na jego organizacyjną przynależność w pełni odpowiadać nie tylko za projekt konstrukcji ale i za jego realizację włącznie; końcowy pomiar, który wykaże, czy dotrzymano wszystkich przepisowych parametrów transmisyjnych.
- b/ Prowadzący ruch, to jest kierownicy central międzymiastowych powinni mieć absolutne prawo odmawiać przyjęcia do ruchu tych obwodów, które według końcowych pomiarów nie odpowiadają przepisowym parametrom albo rodzajowi ruchu, dla którego dany obwód jest przeznaczony.
- c/ Zasadniczo nie pozwalać na żadne wyjątki dla dopuszczenia do ruchu nieodpowiednich obwodów ponieważ wyjątkami tymi dotychczas się praktycznie zasłania niedociągnięcia w przygotowaniu stacji końcowych, przesyłowych i urządzeniu central dla należytej eksploatacji kosztownych urządzeń transmisyjnych.

4.24.2. Współczesna organizacja służby konserwacyjnej nie gwarantuje z całego szeregu przyczyn jakościowego utrzymania obwodów zgodnie z przepisowymi limitami.

Do zasadniczych przyczyn należą: niewystarczające kwalifikacje technicznego personelu stacji wzmacniakowych, stacji końcowych i central; niedostateczny zakres i okresowość prawidłowych pomiarów i prób; niedostateczne wyposażenie w odpowiednie urządzenia pomiarowe i części zapasowe; niedostateczna kontrola

jak również i zainteresowanie personelu technicznego w osiągnięciu najlepszych właściwości transmisyjnych sieci telekomunikacyjnej; niedostateczna organizacja operatywnego kierownictwa służby konserwatorskiej i ruchu.

W celu ulepszenia stanu sieci telekomunikacyjnej zalecamy :

- a/ Obsadzać kierownicze stanowiska w służbie technicznej i konserwatorskiej specjalistami z wyższym lub średnim wykształceniu zawodowym i z odpowiednią praktyką w budowie i eksploatacji. Organizować regularne szkolenie /w 2-3 letnich interwałach/ pracowników technicznych służby konserwatorskiej i pomiarowej, nastawione na główne problemy służby konserwatorskiej i tak zróżnicowane aby uzyskana wiedza mogła być natychmiast wykorzystana na właściwych miejscach pracy. Zapewnić maksymalną stabilizację pracowników służby konserwatorskiej w poszczególnych specjalistycznych dziedzinach.
- b/ Wypracować naukowo udowodniony program regularnych pomiarów i prób urządzeń transmisyjnych, zapewniający taki zakres i okresowość kontroli wszystkich właściwości transmisyjnych sieci telekomunikacyjnej, przy którym prawdopodobieństwo przekroczenia przepisowych limitów w jakimkolwiek czasie byłoby minimalne. Przedsięwziąć kroki, aby systemy premiowania i nagradzania nie wywoływały zainteresowań u poszczególnych pracowników a nawet całych kolektywów do zniekształcania zapisów o wynikach przeprowadzonych pomiarów.
- c/ Wszystkie miejsca pracy wyposażyć w urządzenia pomiarowe umożliwiające realizację wszystkich pomiarów programowych i prób. Wprowadzić do eksploatacji nowoczesne metody i urządzenia umożliwiające przyspieszenie i podwyższenie dokład-

ności pomiarów. Z uwagi na to, że duży odsetek łączy między-  
miastowych i miejskich wykazuje znaczną niestabilność czaso-  
wą właściwości transmisyjnych, należy jak najszybciej wpro-  
wadzić do służby konserwatorskiej próby wibracyjne. Z uwagi  
na nadzwyczajne znaczenie tego problemu nie tylko dla prze-  
noszenia danych ale i dla całej służby telekomunikacji, ce-  
lowym byłoby wprowadzenie prób wibracyjnych i zabezpieczyć  
nie tylko poprzez zakup odpowiedniej aparatury ale również  
organizacyjnie, a zwłaszcza <sup>przez</sup> wyszkolenie odpowiedniego perso-  
nelu technicznego i jego zainteresowanie osiągniętymi wyni-  
kami.

d/ Dla zapewnienia systematycznej i obiektywnej kontroli stanu  
sieci telekomunikacyjnej, ustalić w wielkich centralach międ-  
zymiastowych stacje doświadczalne dobrze wyposażone perso-  
nalnie i w aparaturę, które będą prowadzić regularne pomiary  
całych obwodów międzymiastowych, niezależnie od pomiarów pro-  
wadzonych przez służbę konserwatorską. Wymienionym stacjom  
doświadczalnym zlecić odbiór do eksploatacji nowych obwodów  
i opracowywanie regularnych sprawozdań o stanie sieci w jej  
zakresie działania. Stacje te mają znaczenie nie tylko do  
kontroli służby konserwatorskiej ale również do kontroli  
wszystkich środków podejmowanych w celu polepszenia stanu  
sieci.

e/ Dla zapewnienia dobrego współdziałania wszystkich organów  
służby konserwatorskiej, podległych różnym jednostkom orga-  
nizacyjnym, biorącym udział w utrzymaniu dobrego stanu ca-  
łej sieci telekomunikacyjnej. Wydaje się potrzebne utworze-  
nie jednolitego systemu operatywnego kierowania służbą kon-  
serwatorską i remontową, opartego o stanowiska kierowania,  
odpowiedzialne za określony zespół obwodów albo całych



skiej sieci, co bardzo dobrze odpowiada zmierzonym rezultatom.

b/ Według a/ nie będzie zbyt wielkich rozbieżności w impulsowej odporności przystawki dla 75 Bd i 600 Bd przy koncepcji przeprowadzenia pomiarów łączy przez IBT. Ze względu na to, że informacyjne wyniki pomiarów  $P_e$  odpowiadają parametrom mierzonej próbnej przystawki i mierzonych łączy i żadnych innych porównawczych kryteriów dla danej wartości  $P_e$  nie posiadamy, a wyniki są przy tym o wielkość rzędu 1 do 2 gorsze aniżeli te jakie podają źródła zagraniczne, wskazanym będzie przypisywać polepszeniu parametrów przystawki prawie taką samą uwagę jak ulepszeniu parametrów łączy. Według źródła /16/ polepszyło się  $P_e$  kanału z przystawką Sebit 24 po roku eksploatacyjnych prób i regulacji co najmniej o 2 rzędy.

c/ Ze względu na poważny wpływ zakłóceń impulsowych, należy rozważyć czy ~~z punktu widzenia występowania~~ <sup>ulożenia</sup> zakłóceń impulsowych, nie będzie dogodniejszym kryterium dla ustalenia minimalnego poziomu odbioru, względnie zagłuszania szczątkowego. Praca ATE ze źródeł CCITT /5/ zakłada, że  $P_e = 10^{-5}$  można osiągnąć o ile poziom sygnału na jakimkolwiek wybieraku na drodze sygnału waha się od - 1,7 do 2,3 Np w stosunku do 1 mV. Będzie to co prawda tylko wtedy jeżeli konstrukcja i podłączenie łączy będą wykonane i zabezpieczane zgodnie z zaleceniami CCITT.

Projektując zaopatrzenie, pracownicy IBL zajmowali się wymienionymi zagadnieniami bardzo szczegółowo, również od strony organizacyjnej. Ponieważ od ich wykonania zależy realizacja kanału 600 Bd. Zagadnienia te zostały w pełni omówione w punkcie 4 niniejszej pracy.

d/ Struktura błędów /M/ na podstawie zmierzonych parametrów telefonicznych obwodów powiadamiania nie może być oceniana. Z uwagi na typ podziału amplitudy zakłóceń impulsowych, ewentualne wyniki informacyjnych pomiarów pozwalają na wnioskowanie o aglomeracji. IBŁ próbował, ogólnie niezbyt skutecznie, zbudować matematyczny model huku impulsowego, który miał być jakimś obrazem funkcji M. Najlepszy obraz da nam jednak pomiar /według 2.5/ na który można liczyć po zabezpieczeniu w potrzebne urządzenia pomiarowe.

## 5. Możliwości technicznego rozwiązania transmisji danych

5.1. Przeprowadzone pomiary łączy dla transmisji danych jakkolwiek nie są jeszcze zamknięte dają obraz przydatności budowanych środków do transmisji danych i umożliwiają ustalenie wstępnych wniosków dla technicznych rozwiązań przenoszenia danych;

a/ Transmisję danych z prędkością 50 Bd można realizować praktycznie i zabezpieczyć ekonomicznie z wystarczającą pewnością transmisji na wszystkich dalekopisowych łączach i na wojskowych środkach łączności ze standartowym kanałem dalekopisu, za wyjątkiem określonych ograniczeń r/st krótkofalową R-118.

b/ Pomiar 50 Bd na wojskowych środkach łączności ze standartowym kanałem dalekopisu ma być zakończony w r 1965 i według dotychczasowych wyników zostały sprawdzone założenia, że będą uzyskane kompletne podstawy dla rozwiązania zadań przenoszenia danych z prędkością 50 Bd przy pomocy środków używanych w armii czechosłowackiej.

c/ Transmisję danych o średniej prędkości można według wyników pomiarów parametrów obwodów telefonicznych i informacyjnych pomiarów prawdopodobieństwa błędu, realizować na budowanych

110

łączach maksymalnie do prędkości 600 Bd ale z małą pewnością. IBŁ zaleca rozważyć, z uwagi na zły stan sieci i central sieci państwowej również kanał pracujący z prędkością 200 Bd. Według naszej wstępnej analizy na wojskowych środkach łączności /za taki uważa się tylko zestaw nośny SNT 1,2/ będzie można realizować 600 Bd. Kanał z prędkością 1200 Bd będzie realny jedynie na perspektywicznych nośnych systemach o szerokości pasma do 3400 Hz i to według jednolitych technicznych warunków. Kanału 200 Bd nie uważamy za rozwiązanie krytycznej sytuacji w stałej państwowej sieci, a przeciwnie w niektórych perspektywicznych r/st krótkofalowych jest brany pod uwagę kanał 150 Bd, który należy rozważać jako rozwiązanie alternatywne. Jeżeli weźmiemy pod uwagę środki zalecane przez IBŁ dla polepszenia stanu łączności i zabezpieczenia przenoszenia danych, możemy uważać z punktu widzenia parametrów łączy, że praktycznie na wszystkich komutowanych łączach Centralnego Zarządu Łączności przenoszenie danych z prędkością 600 Bd będzie możliwe do zrealizowania dopiero w r. 1970.

d/ Rozwój urządzeń do mierzenia prawdopodobieństwa i struktury błędów średniej prędkości jest planowany do września 1965 w pracowniach IB 060. Zakładamy, że według podstawowych założeń będzie wykonane podobne urządzenie w IBŁ. Będzie wtedy możliwe rozpocząć właściwe pomiary na większych prędkościach przy końcu 1965 albo na początku 1966, po przeprowadzeniu prac przygotowawczych, przy założeniu, że będą zapewnione odpowiednie przystawki. Uściślenia danych dla rozwiązania urządzeń końcowych do specjalnych typów kodu dla średnich prędkości, można oczekiwać z końcem lub najwcześniej w ciągu roku 1966.

e/ Przeprowadzone pomiary ~~wykazy~~<sup>ujawniły</sup> szereg parametrów, przy których istniejące środki nie odpowiadają potrzebom przenoszenia danych. Poszczególne sprawozdania o pomiarach przytaczają przegląd przyczyn i wniosków oraz zaleceń na polepszenie dotychczasowego stanu /patrz punkty 3 i 4 niniejszej rozprawy/.

5.2. Urządzenia końcowe, które mają zapewnić przenoszenie danych z wymaganym bezpieczeństwem, muszą odpowiadać wymogom taktycznego położenia, systemowi łączności, stopniowi automatyzacji, prostocie obsługi i konserwacji oraz wymogom ekonomicznym. W punkcie 5.3 przytoczone są niektóre sposoby rozwiązać w sektorze cywilnym, wypada i w wojsku rozważyć alternatywy. Przepominamy, że zadania przenoszenia danych są już realizowane w bieżącym roku w studium WTER, idzie tu o pojedyncze urządzenia dla 50 Bd /zadanie ZUZANA/ lub o kompleksowy system przenoszenia /zadanie DATA/.

### 5.3. Właściwości typowych urządzeń końcowych.

Aby wyjaśnić dalsze prace nad urządzeniami końcowymi do przenoszenia danych, celowym jest zgromadzenie technicznych rozwiązań i właściwości niektórych typowych urządzeń końcowych, wykorzystywanych w obecnym okresie zagranicą. Ponieważ jednak urządzenia te konstrukcyjnie znacznie się różnią, zarówno co do budowy elementów i sposobu realizacji jak i w sposobie zabezpieczenia, należy znaleźć w nich bloki wspólne.

Będą to :

- urządzenia wejściowe, w większości wypadków, stanowi<sup>ie</sup> fotoelektryczny czytnik taśm perforowanych, którym jest często używany wieloelementowy kod detekcyjny /6-8 śladów/, Niektóre czytniki np. OLIVETTI dla zwiększenia bezpieczeństwa odczytu posiadają podwójny odczyt. Jako urządzenia wejściowe

M

bardzo rzadko wykorzystuje się taśmy tylko z 5-ma śladami. Również rzadko (obecnie już są) stosowane systemy wykorzystujące na wejściu ręcznie obsługiwane dalekopisy albo elektryczne maszyny piszące. Ręczna obsługa uniemożliwia synchronizację przenoszenia z pełną szybkością, a wykorzystanie drogi przenoszenia jest dlatego bardzo niskie. Prowadzi to często do zwiększenia liczby dróg przenoszenia, również efekty ekonomiczne są negatywne, bowiem zwiększenie liczby dróg łączności nie jest wyrównane zmniejszeniem kosztów urządzeń końcowych i zabezpieczających, które odwrotnie stają się bardziej złożone. Dlatego, że musi obejmować szeregowo - równoległe i równoległo - szeregowe transmisje. Jest bardzo dogodne, jeśli czytnik ma wsteczny bieg, aby przy wznowianiu nadawania błędnie przyjętej grupy mógł wrócić i dlatego nie będzie musiała być grupa składana do wyrównującej pamięci nadajnika.

- Pamięć w przeważającej większości innych systemów przenoszenia danych, pracuje metodą przenoszenia bloku, detekcji błędu i wznowiania nadawania błędnie przyjętego bloku. Dlatego też wyrównująca pamięć jest zamontowana w odbiorniku i nadajniku. Odejście od tego wymagania jest możliwe jedynie w takim przypadku kiedy czytnik posiada szybki bieg wsteczny, względnie nie wymaga się aby taśma wejściowa zawierała wyłącznie poprawnie przeniesione bloki. Jako pamięci używa się bębna ferrytowego /jeżeli pojemność pomyślonych bitów ma być większa aniżeli 150/ albo rejestru posuwanego dla mniejszej liczby bitów.
- Urządzenie kodujące po stronie nadajnika służy przede wszystkim do usuwania redundacji użytych na taśmie perforowanej /kod korekcyjny albo detekcyjny na jeden błąd/ i dalej do wytworzenia redundacji innego typu, dogodnego dla właściwego

przenoszenia. Po stronie odbiornika urządzenie kodujące spełnia odwrotną funkcję, to jest usuwa redundancję wykorzystaną przy transmisji i wytwarza kod dla dziurkowania taśmy. Oprócz tego ustala czy przyjęty blok został przeniesiony poprawnie czy błędnie. Urządzenia kodujące w różnych urządzeniach końcowych w zasadniczy sposób różnią się. Również ich zakres jest bardzo odmienny i zawiera od 20 do 500 tranzystorów. Systemy umożliwiające przenoszenie po łączach o niższej jakości mają zakres dekodera większy.

- Przekładnie są przyłączone do urządzenia dla zmiany równoległej kombinacji na szeregową i na odwrót. Są one rozwiązane jako przesuwne rejestry tranzystorowe albo ferryto-tranzystorowe.
- Kanał wsteczny - absolutna większość urządzeń pracuje z kanałem wstecznym /powrotnym/, który służy do należytego odbioru bloku albo do wymaganego wznawiania /powtarzania/. Systemy wstecznego meldowania w różnych urządzeniach poważnie się różnią. W zasadzie jednak zawierają proste urządzenia kodujące do wysłania kilka rodzajów sygnałów oraz bardziej złożonego dekodera dla rozkodowania wstecznego sygnału. Wsteczny sygnał bywa wysyłany z bardzo wysoką redundacją. Szerokość pasma dla wstecznego kanału może być 5-10 krotnie węższa aniżeli dla głównego kierunku.
- Obwody sterujące i czasowe - są w urządzeniach wmontowane dla tego aby ustalały reżim pracy systemu i jego przebieg w czasie. Obwody czasowe są sterowane impulsami godzinowymi i sterują czynnościami całego urządzenia. Obwód sterujący rozstrzyga o tym, który blok ma być wykorzystany /w odbiorniku/, albo wysłany /do nadajnika/. Oprócz tego w bloku tym, wytworzy się, albo jest detekowana początkowa kombinacja dla zsynchronizowa-

nia i dla prefiks.

- Urządzenia wyjściowe - jako urządzenia wyjściowe często są wykorzystywane drukarki taśm. A przecież perforatory wykorzystywane w ruchu dalekopisowym mają dla systemu przenoszenia danych kilka zasadniczych braków, takich jak : stosunkowo mała prędkość jedynie 5 śladów, a w większości przypadków szeregowo wejście. Te przyczyny doprowadziły do tego, że w używanych systemach przenoszenia danych stosuje się dziurkarki nowych konstrukcji. Mają one zwykle równoległe wejście. Pożądane jest, aby dziurkarka miała możliwość szybkiego ruchu wstecznego taśmy oraz kontrolę automatyczną wybitego znaku i to o ile to jest możliwe jeszcze przed właściwym dziurkowaniem. Taką zdolność ma dziurkarka wykorzystywana do przenoszenia danych OLIVETTI. Liczba śladów ma być 8. W szybkich systemach przyjmowana informacja jest zapisana bądź szybką dziurkarką /np. FACIT - 150 znaków/sek/ albo na taśmie magnetycznej lub też jest składana do pamięci ferrytowej <sup>albo</sup> bezpośrednio do licznika i stąd jest potem z prędkością odpowiadającą wykorzystywanemu urządzeniu wyjściowemu dodatkowo wybierana. Jako optycznej ilustracji używa się <sup>szerokowej</sup> ~~punktowej~~ drukarni.
- Szyfrowanie - ma specjalne wymagania podczas przenoszenia danych w ramach wojska. Jeżeli ma zostać osiągnięta wysoka pewność transmisji, muszą urządzenia szyfrujące spełniać wymagania wysokiego bezpieczeństwa ruchu i wykluczać możliwość rozszyfr synchronizowania, względnie muszą umożliwiać zsynchronizowanie bez ingerencji obsługi. Stosuje się elektryczne sposoby szyfrowania. Pierwszy typ jest nałożeniem przesuwanego rejestru z logicznymi wstecznymi wiązaniami. Sposób ten jest ekonomiczny, dotąd dokąd przenoszony blok ma długość 150 bitów.

Urządzenie staje się bardziej złożone jeżeli zakładamy jest wymóg, aby przy wznawianiu /powtarzaniu/ bloku wykorzystany był jednakowy szyfr. Nadajnik i odbiornik zawiera przy tym typie szyfrowania do 350 tranzystorów. Drugą możliwością daje szyfrowanie z ~~nakładką~~ ~~z~~ bębniem pamięci. System ten jest dogodny jeżeli przenoszone bloki są dłuższe niż 200 bitów. System wymaga pewnej ilości składników /do 150 tranzystorów/.

Większość urządzeń pracuje na zasadzie detekcji. Wykorzystuje się różne typy blokowego zabezpieczenia. Bloki mają długość od 50 do 400 bitów. Tylko mało urządzeń pracuje z kodem korekcyjnym. W tym przypadku tworzy się zazwyczaj jedną grupę jednoliterową. Ostatnie wymienione systemy są w większości starszego typu i dokąd nie będą w nich wbudowane elementy samoczynnego przystosowania się do natychmiastowego stanu kanału, są w większości mało pewne i nie wykorzystują dostatecznie pojemności kanału transmisji. Wielce perspektywicznymi mogą być urządzenia pracujące z kodami łańcuchowymi i następnie dekodowaniem. Jest to dogodne zwłaszcza dla bezpośredniej łączności z licznikiem, albowiem w ten sposób odpadną stosunkowo złożone obwody dekodujące. Nie wiemy jednak czy system ten przekroczył już stadium prób funkcjonowania. Urządzenia mają często możliwość przez proste przełączenie zmieniać prędkość transmisji, a po uzupełnieniu właściwymi przystawkami pracować tak ~~jak~~ na kanale dalekopisu 50 Bd, jak i ~~na~~ kanale akustycznym /rozmówniczym/ z prędkościami 200 do 2400 Bd. Niektóre zasadnicze typy urządzeń do przenoszenia danych są przedstawione w tabeli na następnej stronie.

5.4. Pomiar urządzenia zabezpieczającego w Instytucie Badawczym Telekomunikacji dla 50 Bd.

Producent	Prędkość	Działanie	K o d	Pamięć bitów	Wejście / śladów/	Wyjście	Kanał wsteczny	Bezpieczeństwo	Cena kompletu w tys. koron
I.B. Telekomunik. Czechosłowacja	50; D-200H	detekcyjny	cykliczny /90,80/	80	taśma 5; 8	dziurkarka 5; 8 A	kod; zmienny dupleksowy albo dupleks	10 <sup>-7</sup>	65
OLIWETTI Włochy	a. 50-200D b. 600-1200H	detekcyjny detek.	cykliczny /12,400/ cykliczny /418;400/	brak brak	taśma 5; 8 E to samo	dziurkarka 5; 8 BF to samo	kod; zmienny dupleks kod + nośna dupleks 2 przewod.	10 <sup>-9</sup> ?	120 ?
LORENZ é NRD	50-1000 H	jak wyż.	krzyżowy parytet. /62;42/	126	taśma	taśma	kod dupleks 2 przewod.	10 <sup>-7</sup>	?
TRADAN-FRIDEN-NRD	50-200 H	jak wyżej	/8,5/	brak	taśma 8E albo maszyna do pisania	taśma 8 C	częstotliwość dupeks 2 przewod.	?	116
AUTOSPEC-MARCONI ANGLIA	50-70 D	korekcyjny	/10,5/	brak	taśma 5 - 8	taśma 5 - 8	brak	?	80
AUTOPEKS-MARCONI ANGLIA	50-180 2 x D	detekcyjny	/7,5/	56	taśma 6 - 7	taśma 6 - 7	kod 4 przewod.	10 <sup>-8</sup>	260 dla 2 kanałów

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
MARCONIDATA ANGLIA	600 H	Jak wyżej	krzyżowy paryte- towy	brak	taśma 8 E	taśma 8 C	kod 2 przewod. zmienny dupleks	?	?	350
TRANSITEL - USA	775-3100 2xH tylko liczby przystoso- wane	detekcja + korek- cja	/8,3/ /8,4/ przysto- sowane	około 50	<i>Przekładnia do licznika</i>		kod 4 przewod.	10 <sup>-8</sup>	?	

U w a g a :

- A - taśma bez błędnych odcinków
- C - znaki błędnie przedzłuskowane
- F - dziurkarka taśm z kontrolą

- B - taśma z błędnymi odcinkami na końcu oznaczonym
- D - kanał dalekopisu
- E - wsteczny bieg czytnika

Ceny dotyczą aparatury bez urządzenia do szyfrowania

Pierwsze próbne urządzenie do przenoszenia danych, zbudowane w I.B. Telekomunikacji dla prędkości 50 Bd, jest w obecnym okresie poddane próbom ruchu w ośrodku obliczeniowym w Pradze. Pomiarów dokonuje się w sieciach dalekopisów Centralnego Zarządu Łączności, w większości przypadków w nocy i to na węzle. Łączność jest zazwyczaj prowadzona na trasie Praga - Brno - Praga. Aby zapewnić znajomość wejściowej i wyjściowej informacji połączono równolegle z ~~przeszukiwaczem~~ <sup>rytmika</sup> taśmy LORENZ, jeszcze kontrolny dalekopis z perforatorem RFT. Na stronie wejścia wraz z odbiornikiem danych doprowadzono paralelnie dwa dalekopisy z perforatorem RFT. Przy ocenianiu bierze się pod uwagę wszystkie 4 taśmy perforowane. W ten sposób niemal wyklucza się błędy przeszukiwacza wejściowego i wyjściowego dziurkarek. Za błędy uważa się tylko te przypadki w których obie dziurkarki podłączone do odbiornika mają jednakowy znak, który różni się od informacji wejściowej zgodnej ze znakiem dziurkarki kontrolnej na wejściu. Przy inanguracji pomiarów wystąpił ten przypadek tj. błąd spowodowany na drodze przenoszenia, niewykryty przez urządzenie zabezpieczające wstępnie oszacowany za prawdopodobieństwa  $5 \cdot 10^{-5}$ . Po usunięciu niektórych przeszkód urządzenia zabezpieczającego i po uzgodnieniu z IBŁ • wydzielenia linii i ich oznaczenia na centralach dalekopisów, prawdopodobieństwo niewykrytego błędu obniżyło się w listopadzie i grudniu 1964 do  $4 \cdot 10^{-6}$ . Pomiaru te były prowadzone w próbach funkcjonalnych, w których dotychczas nie osiągnięto dostatecznie pewnego funkcjonowania obwodu. Na podstawie doświadczeń uzyskanych przy rozwoju i w produkcji zagranicą, możliwa jest analiza wykrytych przeszkód podczas ruchu i podwyższenie staranności produkcji i w ten sposób można podwyższyć bezpieczeństwo przeciw próbom funkcjonalnym aż 100-

krotnie. Jeżeli nie będziemy brać pod uwagę wymienionego współczynnika /z uwagi na niską jakość części elementów podstawowych w Czechosłowacji/ możemy przypuszczać, że będzie można osiągnąć granicę  $10^{-7}$ , jak również będzie można wykorzystać urządzenia do zabezpieczenia przenoszenia i na wyższych szczeblach dowodzenia. Przeszkodą w przeprowadzeniu pomiarów było mało pewne funkcjonowanie czytnika i dziurkarki taśm, które powodowały mniej więcej 10 razy więcej błędów aniżeli właściwie zabezpieczony kanał transmisji; to znaczy, że prawdopodobieństwo błędu w czytniku i dziurkarce wahała się około  $3 \cdot 10^{-5}$ . Okoliczność tą należy brać pod uwagę przy ustalaniu wymogów do systemów zabezpieczających przenoszenie danych. Zwiększenie ilości błędów, zwłaszcza w początkowym stadium pomiarów, powstawało w wyniku niewłaściwej obsługi na centralach dalekopisów wstępu do linii itp. Po ingerencji IBŁ sytuacja ta uległa znacznej poprawie.

#### 5.5. Stan pracy nad urządzeniami końcowymi w Czechosłowacji.

Prace nad rozwiązaniem technicznych problemów urządzeń zabezpieczających do przenoszenia danych przebiegają częściowo w sektorze cywilnym /Instytut Badawczy Telekomunikacji, Instytut Badawczy Łączności/, częściowo w wojsku /Instytut Badawczy 060/.

W IBT zostanie w roku 1965 wyprodukowane urządzenie zabezpieczające dla prędkości 50 Bd w 10 kompletach, które IBŁ i Centralny Zarząd Łączności wprowadzi do ruchu, gdzie zostanie sprawdzona ich przydatność. Wartości techniczne dla tego urządzenia zostały przedstawione w poprzedniej tabeli /str. 85/. W dalszym ciągu pracuje się w IBT nad przystawką dla zabezpieczenia przenoszenia danych z prędkością 200 Bd. W bieżącym roku

ma zostać wyprodukowany 1 egzemplarz próbny.

W IB060 kończy się konstruowanie urządzenia dla pomiarów dróg transmisji /przenoszenia/ z prędkością 50-2400 Bd. Dla dalszych prac nad urządzeniami zabezpieczającymi można wykorzystać doświadczenia uzyskane przy projektowaniu urządzeń i eksploatacji następujących bloków :

- synchronizacja bitów
- przewody szeregowo-równoległe i równoległo-szeregowo
- wyrównawczą pamięć ferrytową
- niektóre bloki dogodne do szyfrowania

W IB060 zostały rozwiązane niektóre urządzenia do przenoszenia danych, w których informacja ma raczej charakter hasła /Szymon, Switawa/, albo krótkiego sygnału /DATCZIK/.

W sektorze cywilnym i wojskowym pracuje się nad szeregiem analiz wojskowo-technicznych oraz techniczno-ekonomicznych dla zadań przenoszenia danych. Niektóre z nich będą zakończone w roku 1965 reszta w 1966.

SKVT ma przedstawić do RVHP zasady delimitowania badań, budowy i produkcji urządzeń zabezpieczających oraz urządzeń końcowych do przenoszenia danych dla CzSRR.

## 6. Zakończenie.

Na podstawie doświadczeń uzyskanych przy pracach w zakresie przenoszenia danych w Instytucie Badawczym 060 i przy uwzględnieniu wyników uzyskanych w sektorze cywilnym, autorzy referatu zalecają dla celów wojskowych rozwiązanie w pierwszym etapie następujących zadań :

a/ zabezpieczenie przenoszenia danych w obwodach pierwotnego zbierania informacji na niższych szczeblach dowodzenia.

Urządzenie mogłoby pracować przy mniejszym stopniu automatyzacji z prędkością 50-200 Bd i to przeważnie na kanale

dalekopisu. Umożliwiłoby pracę również z taśmą perforowaną jednak przy ręcznym wprowadzaniu danych. Osiągane bezpieczeństwo powinno wynosić  $10^{-6}$  na bit. Cena wymienionego urządzenia z uwagi na zakładaną częstotliwość wykorzystania nie powinna być wysoka i powinna być ustalona z ceną pozostałych urządzeń końcowych.

- b/ Zabezpieczenie przenoszenia danych dla wyższych szczebli dowodzenia i do przenoszenia informacji między ośrodkami, które opracowują informacje. Urządzenia powinny pracować ze średnimi prędkościami transmisji /600-1200 Bd/ na kanale akustycznym z wysokim stopniem automatyzacji. Wejście tylko z taśmy perforowanej, bezpieczeństwo większe aniżeli  $10^{-7}$  na bit. Można oceniać, że cena takiego urządzenia nie będzie niższa niż 120 000.

Dla obu sposobów rozwiązań należy rozważyć konieczność i sposób szyfrowania.

- c/ Równolegle z tymi zadaniami konieczne jest bezwarunkowe wyjaśnienie systemu opracowywania danych i według tego zapewnić niezbędny system dróg transmisji, wychodząc z możliwości sieci łączności CZSSR.

Przy pracach tych należy nawiązać do zadań rozwiązanych w sektorze cywilnym. Należy jednak pamiętać, że typy środków łączności używanych w sektorze cywilnym różnią się od dróg łączności używanych w wojsku. /np. KF i UKF/. Należy zwrócić uwagę na to, że przedstawione trzy problemy nie mogą być uważane za pełne rozwiązanie problemu przenoszenia danych w wojsku.

- Pozostaje jeszcze szereg wymagań, z których można przytoczyć :
- przenoszenie danych z jednego centrum dla większej ilości interesantów;

- przenoszenie danych między licznikami, a wykorzystanie obwodu licznika;
- odpowiedni sposób uwidocznienia przenoszonych danych;
- kontrola taśm perforowanych;
- czytnik z podwójnym odczytem i wstecznym biegiem;
- dziurkarka z kontrolką i wstecznym biegiem itp.

Z wymienionych, większość zagadnień dotyczy dziurkarki i czytnika, które należy rozwiązać w najbliższym czasie i to w połączeniu z problematyką właściwości opracowania informacji, ponieważ wspomniane urządzenia są dla obu obszarów wspólne.

Tłumaczył  
ppłk dr St. Michałek

ZESTAWIENIE LITERATURY:

=====

1. Kotelnikow V.A : Teorija potencjonalnej pomechoustojczivosti.
2. Nr 0717/1963 - IBO60 : Ideowy nawrch przenosowego kanalu pro ukol TEMPO.
3. Kiberneticeskij sbornik 9,1964 /ZSRR/ str 71-122.
4. Eliss : Progress in information Theory : IRETRANS Vol. TT-7 nr 3 sierpień 1961.
5. Nr 009957/62-IBO60: Zprawa a dokumentace z konference o prznosu dat w Genewie.
6. Mierzeni prznosu dat : IRE TRANS. CS-9 nr 1 March 1961 str.4 -90.
7. Konoplejewa : Elektroswiaz, maj 1964.
8. Beard : Point to Point Telecommunications, Vol.4 nr 3 lipiec 1960 str 20.
9. Nr 03071/1965 - IBO60 : Zprawa o mierzeni sdelowacich kanalu wojenskich pojitek pro ucely prznosu dat.
10. Nr 478/1963 - IBL : Mierzeni wyskytu chyb a hodnoceni dalnopolisne uczastnicke site USS.
11. Nr 593/1964 - IBL : Zprawa k ukolu 1460/1964.
12. Nr 594/1964 - IBL : Zprawa k ukolu 1462/1964.
13. Nr 503/1963 - IBL : Zprawa k ukolu 1446/1963.
14. Ericson : Influence de certains defants de transmission sur les systeme pour donne bineaires, dokument nr 21 CCITT/ Spec A.
15. IBT - Zprawa o projektu za~~l~~izeni proprzenos dat nr 40090L010 str. 63-64.

16. Rixon : Engineering Bulletin nr 76/1961 str.1-4.

Do problematyki kodowania wykorzystano nast.literaturę:

Piterson : Kody i-sprawliajuszczyje os<sup>12</sup>ibki -Moskwa 1964  
str. 98,187 - 188, 289 i dalej.

Udałow, Suprun : Izbytocznoje kodirowanije pri peredacze  
informacji dwójicznymi kodami str.221-258.

Jirown~~ek~~, Palow~~ek~~ : Przenos dat, planowani a technika  
rzeszeni str.59.

Mikulasz, Klir : Studie ekwidistantnich kodu a kodu  
S minimalni vzdaleności; Stroje na zpracowani informacji,  
9 -1963 str. 249 - 270.

Teorija kodirowanija, Moskwa 1964 /pod redakcja E.L.Blocha/.

Wydrukowano w 3 egz.  
Egz.nr 1-3 - Bibl.Szol.  
Wyk.pptk Michalek  
Druk. S.M. dn. 15.9.66r.  
Nr ks mesz. 0254/70