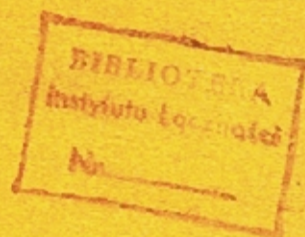


1 9 6 2  
Nr 12 (15)

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI  
WARSZAWA — MIEDZESZYN

PRZEGLĄD  
ZAGADNIEŃ  
ŁĄCZNOŚCI

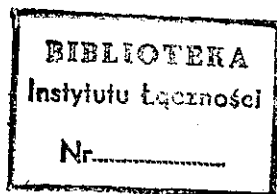




MINISTERSTWO ŁĄCZNOŚCI

---

# PRZEGLĄD ZAGADNIENI ŁĄCZNOŚCI



ROK 2

WARSZAWA 1962

12/15/

---

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI

Ośrodek Informacji Techniczno-Ekonomicznej

Kolegium Redakcyjne:

Przewodniczący - mgr inż. Zenon Szpigler  
Z-ca Przewodniczącego - mgr inż. Władysław Cetner

Członkowie:

inż. Edmund Janowski, doc. Stefan Jasiński,  
mgr Kazimierz Kotowski, mgr inż. Adam Moniuszko,  
mgr inż. Józef Możejko

Sekretarz Redakcji - Irena Kulko

Adres Redakcji:

Instytut Łączności  
Ośrodek  
Informacji Techniczno-Ekonomicznej  
Warszawa-Miedzeszyn, ul. Szachowa 1

NA PRAWACH RĘKOPISU - DO UŻYTKU SŁUŻBOWEGO

Redaktor: J. Borkowska.      Montaż tekstu: B. Drabik.

---

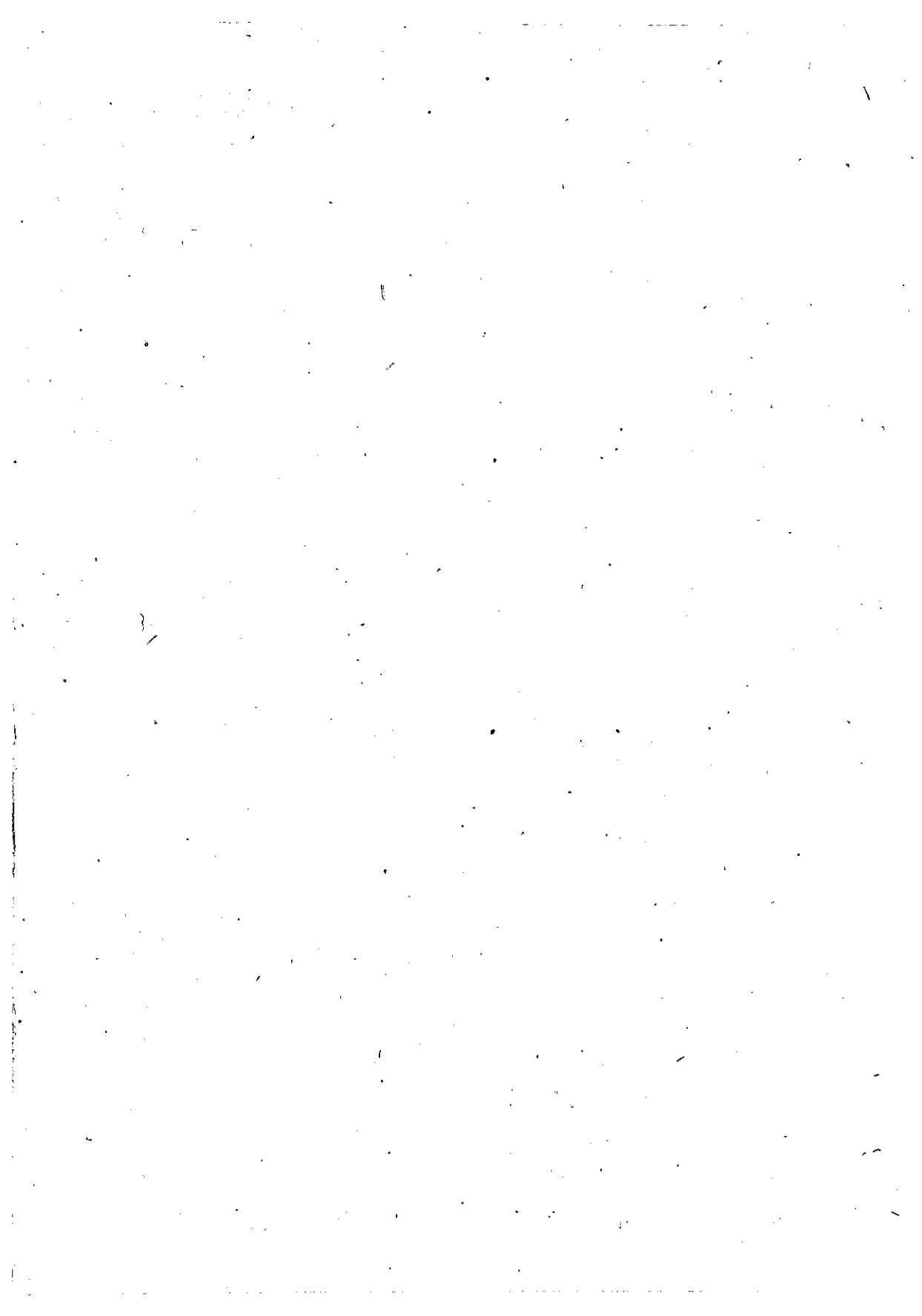
Dział Wydawniczy OKW Instytutu Łączności  
Format B5. Nakład 450. Druk ukończono  
w maju 1963 r.

PRZEGLĄD  
ZAGADNIEN ŁĄCZNOŚCI

Rozwój radiokomunikacji

SPIS TREŚCI

	Str.
1. A.W.Cole i M.Telfonda - Perspektywy rozwo- jowe radiokomunikacji - opracował H. Kalita	1
2. Austin Bailey - Przyszły rozwój radiokomu- nikacji ruchomej - opracował Z. Kossakowski	27



PERSPEKTYWY ROZWOJOWE RADIOKOMUNIKACJI<sup>1/</sup>

A.W. Cole i M. Telforda "The future of radiocommunications". "Point to point telecommunications". Vol. 6, Nr 2, February, 1962.

## 1. WSTĘP

Artykuł ten, omawiający przyszłość radiokomunikacji, został odczytany jako referat na zebraniu Norwegian Electro Technical Society w Oslo. Wyczuwało się, że rola, jaką odegra radiokomunikacja w następnym dziesięcioleciu może zainteresować szersze koła. Z tego względu został on zamieszczony we wspomnianym powyżej wydawnictwie.

W Polsce, jak i w innych krajach europejskich, początkowy rozwój radiokomunikacyjnej służby stałej był związany z koniecznością zaspokojenia potrzeb w łączności międzynarodowej zarówno dalekosiężnej, jak i w relacjach europejskich, przede wszystkim w zakresie fal kilometrowych, z wykorzystaniem systemów maszynowych dużej mocy. Brak rozwiniętej sieci przewodowej w kraju zmusił także do utworzenia krajowej sieci stacji do wymiany telegramów.

Odbudowa zniszczonych w czasie wojny obiektów tej służby w Polsce była połączona z wprowadzeniem nowoczesnych rozwiązań technicznych. W minionym kilkunastoletnim o-

---

<sup>1/</sup> Na podstawie oryginału opracował H. Kalita

kresie jej powojennego istnienia, mimo że wyposażenie obiektów nie uległo większym zmianom, równoległe z rozwojem tej dziedziny na świecie przedsięwzięto w kraju cały szereg kroków mających na celu podążanie za postępem technicznym w tej dziedzinie. Poruszone w artykule zagadnienia znajdują odzwierciedlenie także w stanie i w potrzebach rozwojowych radiokomunikacyjnej służby stałej w kraju,

## 2. ROLA RADIOKOMUNIKACJI W NOWOCZESNEJ ŁĄCZNOŚCI

W wielu krajach o rozwiniętej gospodarce morskiej, zwłaszcza początkowy rozwój radia był związany z bezpieczeństwem życia i mienia na morzu oraz zapewnieniem łączności ze statkami na duże odległości. I chociaż łączność ze statkami jest jedną z ważniejszych funkcji komunikacji radiowej, to pozostaje ona obecnie w cieniu zastosowań radia w łączności między stałymi punktami na lądzie. Nie umniejszając roli radia w służbach ruchomych ze statkami i samolotami, niniejszy artykuł jest poświęcony służbom stałym.

Radio oddaje nieocenioną pomoc w zapewnieniu taniej łączności telefonicznej i telegraficznej, szczególnie w krajach, w których ludność jest niezbyt liczna i ponadto rozproszona na dużych obszarach lub gdy kraje są jeszcze gospodarczo nierozwinięte, jak to ma miejsce w wielu częściach Afryki i południowo-wschodniej Azji. Jednakże mimo korzyści wynikających z zastosowania radia w łączności, trzeba pamiętać o zasadniczych trudnościach które ograniczają zastosowanie tego rodzaju łączności.



Zasadniczą wadą jest współużytkowanie środowiska, w którym rozchodzą się fale, wskutek czego możliwe są wzajemne zakłócenia w łączności. Urządzenia stosowane w radiokomunikacji nie zawsze są zadowalające skutecznie, a odnosi się to zwłaszcza do anten. W szczególności radiokomunikacyjne anteny nie pozwalają na osiągnięcie dowolnie wąskiej wiązki. W wielu zakresach całego widma częstotliwości radiowych stopień udoskonalenia łączności radiowych zależy od umiejętności zaprojektowania przez inżynierów i naukowców odpowiednich anten kierunkowych. Istotną cechą postępu w tej dziedzinie będzie ograniczenie zakłóceń występujących pomiędzy różnymi służbami.

Inną z głównych trudności występujących w systemach radiokomunikacyjnych jest niedostateczna stałość częstotliwości nośnych nadajników, prowadząca także do wzajemnych zakłóceń. Istniejące rozwiązania techniczne problemu stałości częstotliwości i stałości wzmacnienia zastosowane w systemach służby stałej mogą zagwarantować osiągnięcie rozsądnego stopnia pewności pracy.

Radiokomunikacji nie można jednak rozważać jako wydzielonego systemu łączności i chociaż artykuł dotyczy głównie radiokomunikacji, konieczne będzie omówienie również pewnych systemów przewodowych i kablowych. Inżynierowie-teleelektrycy powinni zawsze typować najlepsze środki łączności, analizując każdy z możliwych do zastosowania systemów. Radio, na podstawie swoich zalet, może osiągnąć czołowe miejsce w łączności, a jego rola jeszcze wzrośnie przez ścisłe powiązanie z liniami przewodowymi i kablowymi.

### 3. OBECNY STAN RADIA

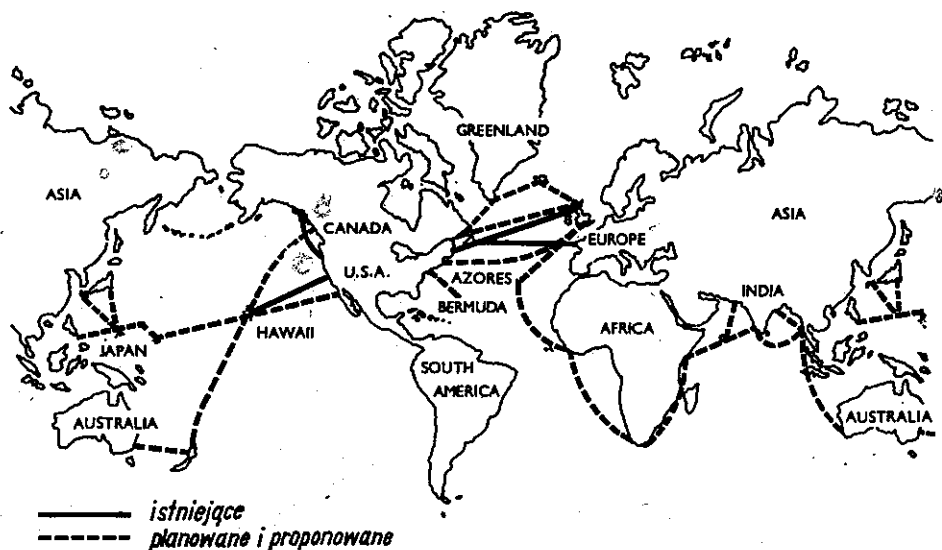
Przejdźmy teraz do bardziej szczegółowego rozważenia zagadnień radiokomunikacyjnej służby stałej. Tablica 1 przedstawia krótkie zestawienie różnych systemów stosowanych obecnie w radiokomunikacji.

Przy rozważaniu systemów dalekosiężnych, wąskowstęgowych, wykorzystujących częstotliwości zakresu krótkofalowego, należy zdawać sobie sprawę, że w zakresie tym występują poważne trudności w związku z jakością i pewnością pracy. Ogromna liczba występujących zakłóceń jest wywołana nie tylko własnościami propagacji, w której bierze udział jonosfera o wyjątkowo zmiennym charakterze, związanym z wpływami Słońca, lecz także tym, że różne kraje na świecie nie mogą osiągnąć porozumienia odnośnie planu podziału i użytkowania widma częstotliwości. Stosowanie zakresu krótkofalowego można uważać za wyjątkowo nieskuteczne; do szerokiego rozwoju komunikacji w tym zakresie przyczyniły się wymagania krajów, które pragnęły zabezpieczyć własne, niezależne służby międzynarodowe oraz wymagania, które wynikły z poczucia dumy narodowej. Większość krajów, szczególnie tych, które tak szczęśliwie wzmocniły swą niezależność w ostatnich latach, życzy sobie ustalenia własnych, bezpośrednich środków łączności z innymi krajami. I chociaż ten kierunek bardzo sprzyja producentom urządzeń radiowych, prowadzi jednak do zwiększenia zatoru w zakresie krótkofalowym i zmniejszenia skuteczności jego wykorzystania. Można przyjąć założenie, że istnieje do-

## Systemy radiokomunikacyjnych służb stażych

Rodzaj systemu	Zakresy częstotliwości	Pojemność	Długość pojedynczego odcinka radiowego	Maksymalna liczba odcinków posobnych
1	2	3	4	5
Dalekosiężny (międzykontynentalny), wąskostopowy	Fale dekametrowe	4 kanały telefonyczne lub ok. 32 kanałów telegraficznych 100-bodowych	1000-20000 km	2 lub 3 (o długości krótszej od maksymalnego odcinka)
Systemy krajowe średniej pojemności (z przekazywaniem)	Głównie w zakresie fal metrowych. W zakresie fal decymetrowych i centymetrowych - w rozwoju	Do 120 kanałów telefonicznych	70 km	około 12
Wiązki o dużej pojemności lub systemy kontynentalne (z przekazywaniem)	Zakres fal decymetrowych i centymetrowych	120 - 960 kanałów telefonicznych (Systemy o pojemności 1800 kanałów lub 600 kanałów telefonycznych i kanał telewizyjny znajdujący się w rozwoju)	50 km	około 50 wg norm CCIR
Inne: I. Z wykorzystaniem rozproszenia troposferycznego. II. Z wykorzystaniem jonosferycznego III. Dalekosiężny, telegraficzny	Zakres fal decymetrowych  Część zakresu fal metrowych o niższych częstotliwościach  Zakres fal kilometrych	Do 120 kanałów telefonicznych  1 lub 2 kanały telefoniczne  Do 4 kanałów telegraficznych	200-600 km  1000-2000 km  2000 km zamorskie	około 8  około 6 - w korzystnych warunkach

stateczna liczba kanałów do zapewnienia wielokrotnie większego trafiku od liczby przesyłanych obecnie telegramów i realizowanych rozmów telefonicznych i że wydajność całkowitej sieci światowej prawdopodobnie jest mniejsza od 5%. Jednakże wiele z tych kanałów nie posiada obecnie odpowiedniej jakości i pewności pracy.



Rys. 1. Ważniejsze telefoniczne kable podmorskie

Zainstalowanie dalekosiężnych podmorskich kabli telefonicznych /rys. 1/ pomoże rozładować zator na głównych, międzynarodowych trasach, lecz istnienie tej dodatkowej i pewnej w działaniu wiązki niewątpliwie będzie okazją do powstania jeszcze większej liczby łączy krótkofalowych w głównej sieci łączności. Można mieć jedynie nadzieję, że podjęty zostanie kurs przez liczne kraje świata, pozwalający na przyjęcie uzgodnionych planów rozdziału i

stosowania częstotliwości zarówno dla łączności regionalnej, jak i dalekosiężnej i że zostaną zrealizowane dążności do użytkowania kierunkowych układów antenowych i systemów radiokomunikacji, wymagających mniejszej szerokości wstęgi.

Zastosowanie systemów krótkofalowych dla telefonii jest względnie jasne; należy mieć na uwadze słabą jakość połączeń i ograniczoną pojemność. Ten system łączności znajdował głównie zastosowanie w radiotelegrafii i rozwija się on nadal szybko ze względu na potrzebę tworzenia międzynarodowych połączeń teleksowych. Dziś jest już powszechnie znane zastosowanie w radiokomunikacji krótkofalowej systemu z 12 równocześnie pracującymi kanałami dalekopisowymi na miejsce 1 kanału telefonicznego i znaleziono rozwiązanie dla podziału każdego z tych 12 kanałów na 4 kanały ręcznie manipulowane. Jest to możliwe ze względu na średnią szybkość pracy przy ręcznej manipulacji, wynoszącą ok. 17 słów na minutę, a przez to jest możliwe ustalenie podziału czasowego 50-bodowego kanału dalekopisowego.

Praca w zakresie mikrofalowym w relacjach o zasięgu optycznym jest swą formą transmisji radiowych bardzo zbliżona do techniki telekomunikacyjnej. Systemy mikrofalowe są stosowane dla międzynarodowej dalekosiężnej łączności między wieloma krajami i o ile są one oszczędne i pewne, stanowią bardzo poważną konkurencję dla systemów kabli współosiowych. Systemy mikrofalowe są najbardziej ekonomiczne dla pojemności do 3000 kanałów na podanej trasie. Większość z istniejących dziś systemów

posiada pojemność 600 kanałów na jeden tor radiowy; systemy, które znajdują się dziś w produkcji posiadają pojemność 960 kanałów na jeden tor radiowy, systemy zaś o pojemności 1800 kanałów na tor radiowy mogą być urzeczywistnione w okresie najbliższych kilku lat. Gdyby okazało się pożądane więcej niż 3000 kanałów na pewnej trasie, bardziej ekonomicznym rozwiązaniem w obecnych warunkach byłoby zastosowanie kabla współosiowego.

Są jeszcze inne argumenty przemawiające za i przeciwko stosowaniu systemów mikrofalowych. Niektóre systemy mikrofalowe są rozbudowywane w połączeniu z rozbudową systemów kabli współosiowych dla uzyskania alternatywnych tras i alternatywnych metod transmisji dla zapewnienia większej pewności kompletnego układu.

Ostatnio rozważa się w prasie technicznej łączność z wykorzystaniem rozproszenia troposferycznego. Na ogół inżynierowie-radiotechnicy odnoszą się do systemów wykorzystujących rozproszenie troposferyczne nieprzychylnie; ten system transmisji jest nieekonomiczny i wymaga zastosowania takich częstotliwości, które są pilnie potrzebne do innych celów. Koszt jednego kilometra kanału jest przy zastosowaniu tego systemu znacznie wyższy niż w innych systemach i z tego powodu nie znajduje on oparcia w służbach cywilnych /dla toru o długości 200 mil ogólny koszt na kanał będzie wynosił prawdopodobnie od 5000 do 8000 funtów/. Obecnie dla celów wojskowych wykorzystuje się ogromną sieć tego typu w Ameryce Północnej, a rozległą sieć realizuje się w Europie.

Zastosowanie tego systemu dla potrzeb wojska wynika

z dużej pewności pracy oraz stąd, że system nie wymaga stacji przekaźnikowych lub łączy przewodowych.

Inne typy systemów służby stałej, pokazane w tablicy 1, mają bardzo specjalne zastosowanie, głównie dla telegrafii. System jonosferycznego rozproszenia jest bardzo drogim systemem, stosowanym wyłącznie dla potrzeb wojskowych. Pewnym przykładem tego rodzaju łączności jest system Północnego Atlantyku U.S.A.A.F., który daje dużą pewność pracy wielokanałowych obwodów telegraficznych między USA a W. Brytanią z wykorzystaniem czterech jednoskokowych odcinków. Głównymi przyczynami nierozwijania się tego systemu są szczególnie trudne warunki propagacyjne w zakresie fal krótkich, dla dużych szerokości geograficznych w pewnych okresach czasu /zorza polarna itp./.

Telegrafia długofalowa, która oczywiście była pierwszym dalekosiężnym systemem telegrafii, znajduje jeszcze szerokie zastosowanie. Jest to system bardzo pewny z punktu widzenia propagacji, zapewniając duży zasięg szczególnie przez morza i dlatego znajduje naturalne zastosowania także w radiofonii nadbrzeżnej między stacjami nadbrzeżnymi i jednostkami pływającymi. Jest on także stosowany przez dobrze znaną agencję prasową "News Agency", zapewniając jej zasięg europejski.

#### 4. SYSTEMY MODULACJI

Coraz szersze zastosowanie w radiokomunikacji znajduje modulacja częstotliwości. Jest ona stosowana w

telegrafii dalekosiężnej w zakresie krótkofalowym, w systemach z rozproszeniem troposferycznym i w systemach mikrofalowych zasięgu optycznego. Transmisje jednowstęgowe są głównie stosowane w systemach krótkofalowych dla telefonii lub dla kanałów telefonicznych, które są rozdzielone przez systemy telegrafii akustycznej.

Od wielu lat są studiowane także inne metody modulacji, a uzyskane wyniki badań zmuszają już obecnie do poważnego rozważenia, czy system modulacji częstotliwości jest najlepszym systemem dla potrzeb radiokomunikacji.

Wybór systemu modulacji będzie szczególnie ważny w łączności satelitarnej, a w radiokomunikacji z wykorzystaniem rozproszenia zainteresowanie wyborem systemu modulacji stale wzrasta. Należy nadmienić, że oba te systemy charakteryzują się zasadniczo małym stosunkiem sygnału do szumu. Rozważano zastosowanie dla obu systemów modulacji impulsowej i chociaż mają one prawdopodobnie wadę /gdyż wymagają szerszej wstęgi niż modulacja częstotliwości/ jest możliwe, przynajmniej w teorii, uzyskanie znacznej poprawy własności /patrz tablica 2/. W przypadkach gdy najważniejszym warunkiem jest ograniczenie szerokości wstęgi, nie należy stosować modulacji impulsowej, lecz jest wiele miejsc na świecie, gdzie gęstość zaludnienia lub gęstość telefoniczna jest mniejsza i gdzie ten sposób modulacji mógłby być zastosowany w systemach mikrofalowych zasięgu optycznego i w systemach z rozproszeniem w celu poprawienia pewności łączności w trudnych warunkach.



Oдноśnie szerokości wstęgi, to prawdą jest, że wszystkie nasze systemy łączności zdolne są przenieść wiele więcej informacji niż jest to obecnie potrzebne. Warunki przekazywania więcej niż potrzebnej ilości informacji mogą być w pewnych systemach wprowadzone, jak np. w transmisji danych, gdy normy dokładności są pożądanie stosunkowo wysokie, ale w normalnej telefonicznej łączności i w pewnych telegraficznych systemach ilość przekazywanych informacji mogłaby być zredukowana. Może to prowadzić do zmniejszenia kosztów wielu dalekosiężnych połączeń i dlatego może wydać się dziwne, że takie urządzenia, jak "Vocoder", który wprowadza kompresję w transmisji mowy tylko do 300 Hz, szerzej się nie rozwinęły.

Nadzwyczaj duże nakłady inwestycyjne na urządzenia łączności dalekosiężnej zwracają obecnie uwagę na konieczność rozważenia, czy należy dążyć do instalowania bardzo kosztownych urządzeń końcowych umożliwiających zredukowanie szerokości wstęgi i w związku z tym uzyskanie dużego wzrostu pojemności wiązki, czy też dążyć do zmniejszenia głównych nakładów na urządzenia transmisyjne.

Są jeszcze inne metody zmniejszenia szerokości wstęgi /wynikowej/, jak np. w kablu transatlantyckim, gdzie stosuje się podział czasowy kanałów telefonicznych /TASI/. Przy tej metodzie liczba kanałów telefonicznych dostępnych dla abonentów jest efektywnie podwojona i nie ma powodów, aby ta metoda nie została zastosowana do szczególnych form transmisji radiowych, jak systemy satelitarne lub systemy z wykorzystaniem rozproszenia, a na-

T a b l i c a 2

Teoretyczne porównanie modulacji częstotliwości  
i modulacji impulsowej  
Stosunek sygnału do szumu  
/dla pasma podstawowego 2,5 MHz/

Zajmowana szerokość wstęgi częstotliwości radiowych MHz	Wejściowy stosunek sygnału do szumu w pasmie podstawowym 2,5 MHz w dB	Wyjściowy stosunek sygnału do szumu w pasmie podstawowym 2,5 MHz w dB	
		FM modulacja częstotliwości	PCM modulacja impulsowa
12,5	15	18,5	30
20	20	30	50
30	23	38	73

U w a g a . Powyższe porównanie jest skłuszne dla szerokości wstęgi odpowiadającej 600 kanałom. Jednakże jest ono czysto teoretyczne i nie ma bezpośredniego zastosowania w praktycznych urządzeniach.

wet w prostych formach krótkofalowych systemów jednowstęgowych. We wszystkich przypadkach istnieje lub będzie istniała pilna potrzeba zmniejszenia efektywnej szerokości wstęgi informacji w celu poprawienia stosunku sygnału do szumu lub zwiększenia pojemności wiązki, lub zastosowania obydwu tych środków.

##### 5. PERSPEKTYWY ROZWOJU URZĄDZEŃ

Urządzenia radiowe nie miały dobrej opinii co do pewności pracy. Wynikło to częściowo z tego powodu, że

często jest potrzebne zastosowanie urządzeń elektronicznych względnie dużej mocy, a także częściowo z tego powodu, że jest wymagana przez użytkowników /często mylnie/ giętkość pracy urządzeń. Następnie wielu projektantów urządzeń radiowych koncentruje się nad usprawnieniami obwodów i własności elektronowych, ale nie zawsze zadowalająco ściśle studiuje wymagania mechaniczne. Jednakże sytuacja poprawiła się w ostatnich kilku latach w sposób widoczny i dziś istnieje wiele zespołów urządzeń radiowych, które uzyskały wysoką ocenę ogólnej pewności.

Inżynier-radiotechnik skłania się do pogodzenia się z tym faktem, że jego urządzenia wymagają raczej więcej czasu na obsługę oraz wymagają więcej regulacji i strojenia niż transmisyjne urządzenia przewozowe. Zagadnienia dotyczące wytwarzania urządzeń niewymagających faktycznie obsługi absorbują więc myśli i wymagają głębszej wiedzy. Jako przykład można podać to, że podwodne urządzenia przekaźnikowe w kablu są zaprojektowane na spodziewaną żywotność przekraczającą 150000 do 200000 godzin.

Projektowanie mikrofalowych stacji przekaźnikowych dla pracy niedozorowanej dla choćby jednej trzeciej przypuszczonej wyżej trwałości jest obecnie nie praktykowane. Zagadnienie to powinno się znaleźć w tematyce przyszłych badań i prac rozwojowych. Ostatecznym celem projektanta powinna być produkcja wzmacniaczy i innych zespołów urządzeń, które mogą być opieczętowane i które nie wymagają obsługi z wyjątkiem ogólnego przeglądu w ewentualnych przypadkach uszkodzeń. W pewnych dziedzinach radia, szcze-

gólnie tam, gdzie stosuje się duże moce, może nie zachodzić potrzeba takich rozwiązań, ale nawet w nadajnikach radiowych dużej mocy istnieje wiele urządzeń małej mocy, które mogłyby być ujęte zakresem omawianego tematu.

Na wzmiankę zasługuje fakt, że inżynierowie-radiotechnicy nie zawsze są dobrymi projektantami-mechanikami; szczególny nacisk na tego rodzaju wymaganie można położyć w dziedzinie nadajników radiowych, dużej mocy. Przegląd zapisów konserwacyjnych przy obsłudze tego typu nadajników zwykle wskazuje, że większość uszkodzeń jest wywołana błędami mechanicznymi. Celem nowoczesnych projektów jest możliwe uwolnienie się od wielu ruchów mechanicznych i jest to niewątpliwie zamierzenie słuszne. Dążności tej będzie sprzyjać zastosowanie szerokozakresowych wzmacniaczy w nadajnikach radiowych dużej mocy, które nie wymagają żadnych organów dostrojczych i przełączników zakresów. Pogodzone się z myślą, że w nadajnikach dużej mocy zawsze będzie istniała potrzeba zastosowania pewnej niewielkiej liczby urządzeń mechanicznych; tego rodzaju urządzenia powinny być rozpatrzone przez najlepszych projektantów, a mechanik-projektant powinien, jeśli zajdzie potrzeba, poprawić projektanta obwodów.

W urządzeniach małej mocy jest wiele okazji dla realizacji postępu w poprawieniu pewności pracy przez zastosowanie obwodów drukowanych, tranzystorów i przez wyeliminowanie połączeń lutowanych. Chociaż urządzenia są poddawane gruntownemu fabrycznemu sprawdzeniu, to po dostawie na miejsce montażu występują jeszcze złe połączenia. Wprowadzenie obwodów drukowanych umożliwi załoz

produkcją zastosoowanie maszynowych metod lutowania, zmniejszając możliwość złych połączeń; istnieje możliwość całkowitego usunięcia lutowań i zastąpienia ich połączeniami ściskanymi lub innymi analogicznymi środkami.

Kombinacja miniaturyzacji, drukowanych płytek i tranzystorów zapewni w przyszłości poprawienie pewności pracy, a skutki tej techniki zasługują także na rozważenie z punktu widzenia gęstości elementów, a stąd i z punktu widzenia odprowadzania ciepła. Dla projektantów i konstruktorów wzrasta liczba trudnych do rozwiązania zagadnień, lecz bez wątplenia ich przewyciężenie doprowadzi do poważnego postępu.

W tabelicy 3 podano, że przy stosowaniu lamp elektronowych gęstość części składowych wzrosła w ciągu 20 lat około 20 razy. Zastosowanie tranzystorów umożliwia dalszy

T a b l i c a 3

Skutki wzrostu stopnia miniaturyzacji na gęstość składników

Data	Technika	Przybliżona ilość składników na $\text{cm}^3$
1940	Standardowe zestawy "walkie-talkie". Pełnowymiarowe lampy	0,01
1948	Lampy miniaturowe i miniaturowe elementy Połączenia przewodowe	0,04
1952	Miniaturowe lampy i składniki Obwody drukowane	0,1
1960	Miniaturowe lampy i składniki Obwody drukowane	0,2
	Tranzystory, elementy subminiaturowe, obwody drukowane	2,0

wzrost gęstości z zastosowaniem mnożnika 10 razy. Prawdopodobnie obecnie zbliżyliśmy się do granicy możliwości tej techniki. Nawet przy zastosowaniu mniejszych przeciętnych liczb gęstości 0,2 elementu na  $\text{cm}^3$  otrzymujemy traconą moc równą 1 kW na  $\text{m}^3$  objętości urządzenia. Można by wartości te przyjąć jako reprezentujące warunki typowych konstrukcji dla nowoczesnych zestawów urządzeń. Przy większych liczbach: 2 składników na  $\text{cm}^3$  tracona moc będzie większa, biorąc nawet pod uwagę tranzystoryzację oraz fakt, że konstrukcje mogą zapewnić większą sprawność, stosowanie niższych poziomów pracy itp. Zmusza to do stosowania lepszych układów chłodzenia lub stosowania składników i materiałów umożliwiających sprawną pracę urządzeń przy wyższych temperaturach.

Oczywiście istnieje cały zakres nowej techniki ogólnie określanej jako miniaturyzacja. Obejmuje ona zastosowanie małych ceramicznych cienkich płytek, z których każda niesie pojedynczy element, a po połączeniu razem tworzących stopień w formie sześciąt lub kapsułki; szeregi takich stopni montuje się na drukowanej płytce. Technika ta prowadzi do uzyskania gęstości elementów rzędu 20 na  $\text{cm}^3$ . Inną bardziej postępową techniką najbardziej dziś rozwijaną jest formowanie i kształtowanie właściwości bloków materiałów półprzewodzących tak, aby spełniały one rolę całych stopni z zaciskami wejściowymi i wyjściowymi, co może doprowadzić do dalszego 50-krotnego powiększenia gęstości składników.

Przy gęstości składników większej od 2 na  $\text{cm}^3$  nie jest ogólnie możliwe zastosowanie normalnych środków montażu;

stosuje się wtedy mikroskopy i szkła powiększające, a od pracowników wymaga się nadzwyczajnej zręczności. Następnym krokiem będzie tu oczywiście wprowadzenie automatycznego montażu urządzeń.

## 6. SYSTEMY PERSPEKTYWICZNE

Jednym z najbardziej dyskusyjnych zagadnień dnia dzisiejszego jest łączność satelitarna, która jest systemem przyszłości. Interesujące są wyniki badań wymaganej pojemności torów dla transoceanicznych i międzykontynentalnych rozmów telefonicznych; obecnie ustalono, że jest realizowanych około 10 milionów rozmów telefonicznych rocznie, przyjmując za jednostkę rozmowę trzyminutową, lecz w 1980 roku, przyjmując do tych obliczeń współczynnik wzrostu dla USA, przewidywane zapotrzebowanie wyniesie co najmniej 200 milionów rocznie. Rozważa się, że ta ostatnia wartość jest skromna, lecz nie jest łatwo znaleźć właściwy wskaźnik na przyszłość, ponieważ w łączności międzykontynentalnej były stosowane zawsze środki ograniczające. W żadnym z rozpatrywanych okresów żadna z administracji nie zdołała zapewnić w łączności dalekościowej takich pojemności wiązek wysokiej jakości, które umożliwiłyby abonentom zaspokojenie życzeń i wydaje się możliwe, że jeśli by zapewnić bardzo dużą liczbę kanałów międzykontynentalnych, to liczba 200 milionów trzyminutowych rozmów rocznie może okazać się zaniżona.

Biorąc pod uwagę różnice czasów między kontynentami, jeden kanał telefoniczny o ekonomicznie uzasadnionej jakości będzie obsługiwał 9000 rozmów rocznie w przecięt-

nej międzykontynentalnej relacji; stąd wynika, że dla przekazania 200 milionów rozmów będzie pożądaną 20.000 kanałów. Co prawda obecne i projektowane kable podmorskie złagodzą brak łączy, ale jest wątpliwe, czy zostanie znalezione pełne rozwiązanie zagadnienia przez wykorzystanie rozwoju kabli podmorskich. Kable podmorskie mają wiele zalet, a między innymi i tę, że ten środek łączności może być pewniejszy od łączności radiowej i oczekuje się, że rozwój kabli podmorskich będzie kontynuowany przez wiele lat dla zaspokojenia zasadniczego ruchu.

Koszt jednego kanału telefonicznego w kablu podmorskim przez Ocean Atlantycki wynosi obecnie prawdopodobnie ok. 15.000 funtów angielskich rocznie. Koszt podobnego kanału utworzonego przez system satelitarny, obejmujący wiązkę 600 kanałów w łączności światowej, może wynieść mniej niż połowę podanego powyżej kosztu kanału w kablu podmorskim.

Upłynie co najmniej 5 lat zanim system satelitarny zostanie udostępniony, a w tym czasie konstruktorzy i projektanci kabli mogą znaleźć bardziej ekonomiczne rozwiązania. Już przy zastosowaniu podziału czasowego kanałów telefonicznych /TASI/ kable zdolne są zapewnić w relacji do Kanady 120 kanałów telefonicznych.

Sytuacja z satelitami jest wyjątkowo skomplikowana, lecz z punktu widzenia najwyższej pewności idealny satelita powinien być umieszczony na kołowej orbicie równikowej w odległości ok. 36.000 km od powierzchni Ziemi, poruszając się z tą samą szybkością kątową co Ziemia i posiadając stałe położenie w stosunku do obiektów na po-



wierzchni Ziemi. Tego rodzaju satelita z aktywną, satelitową, mikrofalową stacją przekaźnikową może zapewnić łączność wysokiej klasy, np. pomiędzy Europą a Północną Ameryką, i może być ekonomiczny, jeżeli konstruktorzy zapewnią żywotność tej stacji przekaźnikowej, wynoszącą ok. 50.000 godzin.

Główną trudnością przy zastosowaniu stacjonarnych satelitów opisanego powyżej rodzaju jest czas przekazywania sygnału. Przy odległości ok. 36.000 km czas jednokierunkowego przekazywania wynosi ok. 0,25 sekundy /wg CCIF założono, że opóźnienie jednokierunkowej transmisji na odcinkach międzynarodowych łączy telefonicznego nie powinno przekraczać 0,15 sekundy/. Stąd, jeśli ten system satelitarny zapewni łączność wysokiej klasy, to mogą wystąpić trudności eksploatacyjne w posilkowaniu się tymi kanałami. Pewne amerykańskie towarzystwa łączności wyrażają opinię, że wystarczy już tylko łączność teleksowa i transmisja danych dla pełnego obciążenia tego systemu satelitarnego; tego rodzaju propozycja jest oczywiście całkowicie wątpliwa.

Trzy satelity umieszczone w jednakowych odstępach na orbicie o tej krytycznej odległości 36.000 km od powierzchni Ziemi, pracujące jako aktywne stacje przekaźnikowe, mogą zapewnić łączność między dowolnymi częściami świata /rys. 2/. Jeden z satelitów umieszczony nad Gujaną Brytyjską w Ameryce Południowej mógłby zapewnić łączność w przybliżeniu z całym Zachodem. Każdy ze stacjonarnych satelitów mógłby być tak usytuowany, aby zapewnić maksymalną pojemność trafiku.



Alternatywnym systemem satelitarnym jest satelita umieszczony na średniej orbicie odległej od powierzchni Ziemi o ok. 5000 km. Taki satelita mógłby być wyposażony w stację przekaźnikową małej mocy. Za pomocą dużej liczby satelitów na tak wybranej orbicie można by ustalić łączność dalekosięzną w skali światowej. Jednakże tego rodzaju system spowoduje podrożenie kosztów stacji naziemnych, obejmujących podwójne wyposażenie urządzeniowe ze sterowanymi antenami, z kompletnym układem śledzącym.

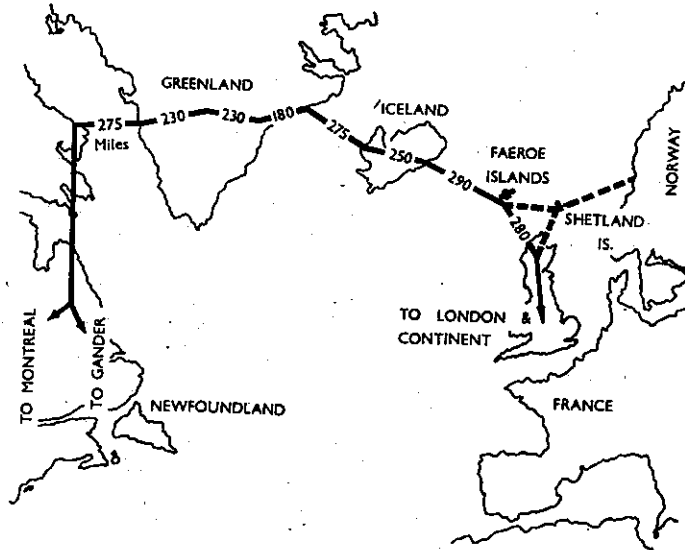
Wadą pasywnych satelitów umieszczonych w małej odległości od powierzchni Ziemi /reprezentowanych przez "Echo I"/ jest to, że w stacji naziemnej są konieczne bardzo rozbudowane anteny śledzące oraz nadajniki dużej mocy. Dla przykładu przeliczono, że wymagana średnica anten powinna wynosić 36 m, moc zaś nadajnika ok. 50 kW. Pomimo dużych nakładów, w przypadku satelitów umieszczonych na orbitach o małej lub średniej odległości od powierzchni Ziemi, mogą one znaleźć się jako jedne z pierwszych w eksploatacji i jak już dziś wiemy praktyczne próby wykorzystania satelitów dla łączności między Europą a USA są przeprowadzane w tym roku.

Osiągnięcie wymaganej mocy stacji satelitowych w systemach aktywnych jest zagadnieniem trudnym. Prawdą jest, że baterie słoneczne są konstruowane i że wyposaża się w nie stacje satelitowe, lecz uzyskane dotychczas wyniki bardzo nas rozczarowały. Należy się jednak spodziewać, że nastąpi pożądaný rozwój urządzeń w tej dziedzinie, gwarantujących zadowalająco pewne zasilanie przy po-

stawionych zadaniach. Niezależnie od życzeń stawianych systemom satelitarnym i kablom podmorskim nadal postulowana jest łączność z wykorzystaniem rozproszenia troposferycznego na trasach międzykontynentalnych, przy długości skoku między lądem a wyspami nie przekraczającym 500 km. Znane są propozycje dotyczące jednego z takich systemów oznaczonego skrótem "Narcom" /rys. 3/. Przewiduje się uzyskanie łączności za pomocą linii radiowej z rozproszeniem troposferycznym między USA a Wielką Brytanią i Północną Europą na trasie z Labradoru przez Grenlandię do Islandii, Wyspy Owcze itd.

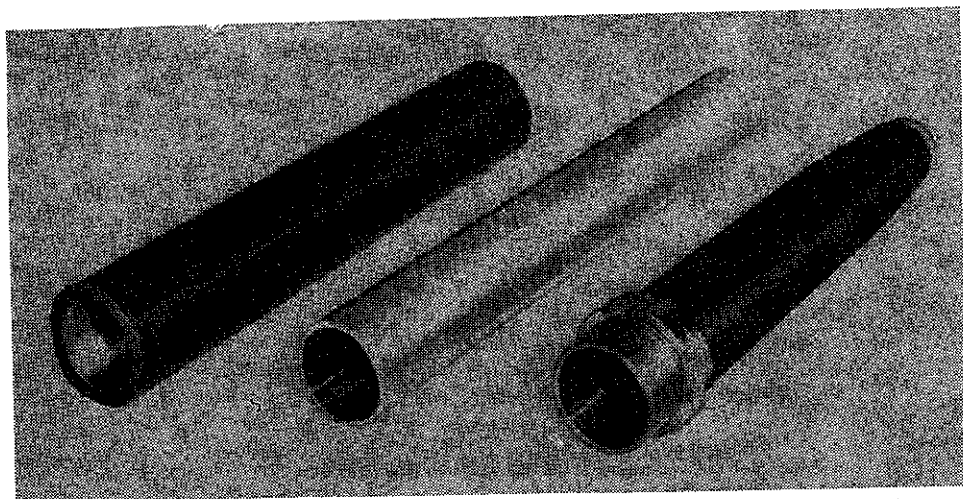
W jednym z opracowanych planów przewidziano Bergen /Norwegia/ jako stację końcową w Europie. Istnieją jednak wątpliwości, czy system ten będzie posiadał zadowalającą jakość wymaganą dla międzynarodowych łączności, zaś nim nawet szerokość pasma częstotliwości osiągnie bezwzględne minimum. Pomimo przewidywalności tego systemu będzie on prawdopodobnie bardziej kosztowny niż system kabli podmorskich lub system satelitarny.

Wzrost zajętości we wszystkich częściach widma częstotliwości radiowych i przewidywane wymagania dla systemów o bardzo szerokim pasmie spowodowały podjęcie badań nad przekazywaniem fal radiowych za pomocą falowodów o kołowym przekroju, głównie typu  $H_{01}$ . Szerokie prace badawcze rozwijają się w tej dziedzinie zarówno w Ameryce Północnej, jak i w Europie. Są to zagadnienia długofalowe związane z rozwojem odpowiednich lamp radiowych i innych urządzeń elektronicznych dla częstotliwości do 50.000 MHz, lecz zasadniczym wstępnym zagadnie-



Rys. 3. Trasa łączy "NARCOM" między Ameryką Północną a Europą

niem wymagającym rozwiązania jest zmniejszenie odbić w falowodach i uzyskanie żadanego wysokiego stopnia dokładności w wykonaniu falowodów. Dla typowych falowodów /rys. 4/ można tolerować odchylenie wymiarów wynoszące 0,025 mm, tzn. żądać tolerancji nie wymaganych w żadnych innych formach kabli. Omijanie zagadnień związanych z tego typu falowodami byłoby nieskuteczne. Głównym zagadnieniem może się stać tu ekonomia eksploatacji. Stwierdzono, że w ciągu 5 - 10 lat falowody o przekroju kołowym mogłyby konkurować z kablami współosiowymi zaspokajającymi potrzeby do 10.000 kanałów telefonicznych. Wydaje się, że powinno powstać wiele relacji w Europie i Ameryce Północnej, w których pożądane będzie w przyszło-



Rys. 4. Typowe przykłady spiralnych falowodów typu  $H_{01}$

ści zapewnienie pojemności 10.000 kanałów. Przewiduje się, że początkowo przynajmniej stosowano by falowody na względnie krótkich odcinkach między np. głównymi centrami o dużych skupieniach ludności.

Odnosnie systemów mikrofalowych przewiduje się zastosowanie konwencjonalnych transmisji radiowych i metod modulacji o maksymalnej pojemności 1800 kanałów na jeden tor radiowy. Można by przewidywać, że pojemność toru może wzrosnąć przy zastosowaniu innych systemów modulacji projektowanych dla zmniejszenia wymaganej szerokości wstęgi. Dla porównania można przytoczyć, że kable współosiowe zapewniają 2700 kanałów, zaś systemy mikrofalowe - 1800 kanałów, lecz każdy z tych systemów może obejmować wiązkę złożoną z co najwyżej kilku kanałów

telewizyjnych, natomiast falowody o przekroju kołowym mogą być zdolne do jednoczesnej transmisji sygnałów telewizyjnych lub im równoważnych w 50 do 100 kanałach.

Stwierdzono, że w przyszłości pojedyncza rura okrągłego falowodu może tyle samo kosztować co 4-rurowy kabel współosiowy, przy czym zakłada się, że każda rura kabla może przynieść 2700 kanałów. Najpoważniejszym zagadnieniem może się okazać konieczność zastosowania modulacji impulsowej w falowodach, a to może całkowicie zmienić tradycyjną i klasyczną metodę rozdziału kanałów częstotliwościowych, do której przywykliśmy w systemach radiowych i kablowych,

Dotychczas istnieje jeszcze tendencja traktowania kanałów telefonicznych jako podstawowych. Jest jednak możliwe, że w najbliższej przyszłości pojęcie to może ulec zmianie, gdy zostaną przyjęte tory o znacznie większej szerokości wstęgi: w kablach, falowodach, w systemach mikrofalowych i w systemach transmisji szerokostęgowych innych niż dla telefonii. W najbliższym okresie 10-letnim wydaje się prawdopodobne, że w bardziej rozwiniętych krajach będzie stosowana dla telewizji i transmisji danych znacznie większa szerokość wstęgi niż dla telefonii.

Wiele systemów teletransmisyjnych stosowanych do przekazywania danych będzie wymagać bardzo szerokich wstęp w porównaniu z tymi, które będą współpracować z maszynami liczącymi o dużej szybkości. Te wymagania dla szerokostęgowych systemów mogą dobrze uwydatnić właściwości falowodów o kołowym przekroju w głównych relacjach europejskich i w Ameryce Północnej.

Przyszłość systemów radiowych wydaje się być związana z transmisją danych. W krajach uprzemysłowionych, w zautomatyzowanych fabrykach znajdzie potrzeba dostarczania informacji z ośrodków kontrolnych; bardzo mało fabryk lub wytwórni jest całkowicie usamodzielnionych i istotnymi będą pewne w działaniu szerokostęgowe łącza.

Całkowicie nowe standardy co do pewności pracy łączy będą potrzebne dla transmisji danych. Projektanci maszyn liczących są zainteresowani w ruchu informacji do i ze swoich maszyn przy zachowaniu współczynnika błędów lepszego od  $1 \cdot 10^{-6}$ . Jest on lepszy od współczynnika błędów jakiegokolwiek znanego systemu łączności stosowanego obecnie. Potrzeba większych dokładności odbije się na szerokości wstęgi, a inżynierowie-przenoszeniowcy mogą położyć nacisk na budowę systemów z odpowiednimi zapasami lub utworzyć kanały ze sprzężeniem zwrotnym w celu uzyskania stosunku błędów zadowalającego wymagania użytkowników. Już systemy 5-kodowe stały się trudne w eksploatacji przy transmisji danych i obecnie znajdują powszechne zastosowanie kody 7 lub 8-jednostkowe. Wartości zapasu, które występują w kodzie, w zespole ze sprzężeniem zwrotnym lub w systemie porównawczym będą uzależnione od dobroci samego środowiska transmisji, a zatem będzie istotne przeprowadzenie badań pewności prawie wszystkich form przesyłania bądź to za pomocą przewodów, bądź radia w celu najbardziej ekonomicznego wykorzystania szerokości wstęgi.



## 7. WNIOSKI

W artykule spróbowano uwypuklić potrzebę silnej międzynarodowej współpracy w planowaniu i w eksploatacji sieci telekomunikacyjnych. Zwrócono także uwagę na ulepszenia techniczne takie, jak sprawniejsze anteny, zachowanie szerokości wstęgi, bardziej wydajne rodzaje modulacji i większą pewność pracy urządzeń w tych dziedzinach, w których technikę można dziś uważać za słabą. Celem tych ulepszeń będzie dalsza kontynuacja pomocy ze strony radiokomunikacji w zapewnieniu ludzkości lepszej łączności w przyszłości.

621.396:93

PRZYSZŁY ROZWÓJ RADIOKOMUNIKACJI RUCHOMEJ<sup>1/</sup>

Austin Bailey. Future Developments in Vehicular Communications. Proceedings of the IRE Vol. 50 No 5, 1962 r. s. 1415-1420.

Rozpatrzono dotychczasowe tendencje rozwojowe w dziedzinie lądowej radiokomunikacji ruchomej w USA, a następnie dokonano przewidywań co do rozwoju tej dziedziny w okresie następnych dziesięciu do dwudziestu lat. Przypuszcza się, że około 1970 r. będzie w USA w eksploatacji dwa i pół miliona radiotelefonów, a około 1980 r. ponad trzynaście milionów. Przedyskutowano zagadnienia dotyczące gospodarki falowej oraz czynniki ekonomiczne i

---

<sup>1/</sup> Na podstawie oryginału opracował Z. Kossakowski.

techniczne, które będą miały wpływ na rozwój radiokomunikacji ruchomej w przyszłości. Ażeby spełnić potrzeby użytkowników, przewiduje się zastosowanie tzw. "skoordynowanego szerokopasmowego systemu częstotliwości", opartego o wykorzystanie wspólnych częstotliwości nośnych, z zapewnieniem dużej ekonomii wykorzystywanego widma. Powszechnie mógłby być przyjęty system szerokopasmowy obejmujący 1000 kanałów uszeregowanych w sposób ciągły w pasmie o szerokości około 75 MHz, w dolnej części zakresu fal decymetrowych. Jest zupełnie możliwe, że w okresie następnych dwóch dziesiątków lat dużo więcej kanałów będzie mogło być zmieszczonych w tym pasmie częstotliwości. Konieczne jest i możliwe do prowadzenia do zmniejszenia kosztu radiotelefonów. Jest możliwe, że w tym okresie rozwinię się bardzo stosownie radiotelefonów kieszonkowych. Przewiduje się, że w okresie dwudziestolecia systemy radiokomunikacji ruchomej będą cechowały nowe korzystne dla użytkowników elementy, jak: pełna praca duplexowa, sygnalizacja, lepsza stałość częstotliwości, automatyczne wybieranie częstotliwości i identyfikacja stacji.

## 1. WSTĘP

Radiokomunikacja ruchoma obejmuje przekazywanie sygnałów wywoławczych i mowy pomiędzy punktami stałymi i pojazdami poruszającymi się na lądzie, na wodzie lub w powietrzu, a nawet w przestrzeni kosmicznej. Jedynym dostępnym środkiem utrzymania łączności z pojazdami jest

radio. Jeżeli ma nastąpić dalszy rozwój i rozpowszechnienie radiokomunikacji ruchomej, muszą być poczynione odpowiednie kroki w sprawie istniejących obecnie ograniczeń widma częstotliwości, wykorzystywanego dla wszystkich potrzeb komunikacyjnych. Wydaje się być rzeczą oczywistą, że pewne części widma nadające się do wykorzystania w komunikacji ruchomej, a obecnie używane dla innych służb, powinny być w niedługim czasie udostępnione dla coraz bardziej rozwijających się służb ruchomych.

Dyskusja dotycząca przyszłości radiokomunikacji ruchomej powinna objąć właściwie wszystkie sposoby przekazywania informacji i adaptacji ich dla wszystkich służb ruchomych. Ponieważ jednak w większości służb ruchomych łączność utrzymywana jest przy wykorzystaniu sygnałów telefonicznych, zakres niniejszego artykułu będzie ograniczony do przedyskutowania łączności radiotelefonicznej z pojazdami lądowymi.

Każde rozpatrywanie perspektyw przyszłościowych wymaga dokonania również rzutu oka wstecz. Żyjemy obecnie w czasach, w których nauka czyni olbrzymie postępy. Będzie więc rzeczą właściwszą, ażeby w tym artykule rozpatrzyć tylko te przewidywania rozwojowe, które mogą być oczekiwane w okresie następnych dziesięciu do dwudziestu lat.

Rysujące się olbrzymie perspektywy rozwojowe w zakresie radiokomunikacji ruchomej nasuwają przekonanie, że dotychczasowe osiągnięcia w tej dziedzinie stanowią chyba jedynie bogaty wstęp i podstawę do tego przyszłego rozwoju.

A oto krótki przegląd historii dotychczasowego roz-

woju radiokomunikacji ruchomej w USA i scharakteryzowanie uzyskanych wyników.

Służby bezpieczeństwa publicznego były pierwszymi, które uznały, że łączność z pojazdami w ruchu jest rzeczywistą potrzebą tych służb. Początkowo informacje były przekazywane tylko jednostronnie. W miarę rozwoju techniki urządzeń i wprowadzania do stosowania wyższych częstotliwości zaczęto instalowanie nadajników również i w pojazdach. Pierwsze urządzenia ruchome przystosowane do komunikacji dwustronnej zostały wprowadzone do użytku w policji w połowie 1933 r. W końcu tego dziesięciolecia policja dysponowała nadajnikami zainstalowanymi już w około 10000 samochodów. We wszystkich tych urządzeniach była zastosowana modulacja amplitudy.

Około połowy 1930 r. Edwin H. Armstrong dokonał wynalazku, który wpłynął na całkowitą zmianę stosowanej techniki w ruchomych urządzeniach radiotelefonicznych. Chociaż modulacja częstotliwości była zastosowana w pierwej w radiofonii, to jednak tendencje wykorzystania jej w urządzeniach komunikacji ruchomej były nawet większe. Na początku 1940 r. Federalna Komisja Komunikacji /FCC/ ogłosiła, że dopuszcza stosowanie modulacji częstotliwości w innych służbach poza radiofonią. Zapoczątkowało to nowy okres rozwoju w lądowej komunikacji ruchomej. Wprowadzenie FM w tym rodzaju łączności było na tyle korzystne, że w okresie następnych sześciu lat, właściwie we wszystkich produkowanych nadajnikach była zastosowana modulacja częstotliwości. Ten rodzaj modulacji zmniejsza wrażliwość urządzeń radiowych na zakłócenia przemysłowe,

ogranicza zakłócenia międzykanałowe, wpływa na zmniejszenie wahań poziomu sygnału, a tym samym poprawia się zrozumiałość odbieranych sygnałów w granicach obsługiwanego obszaru.

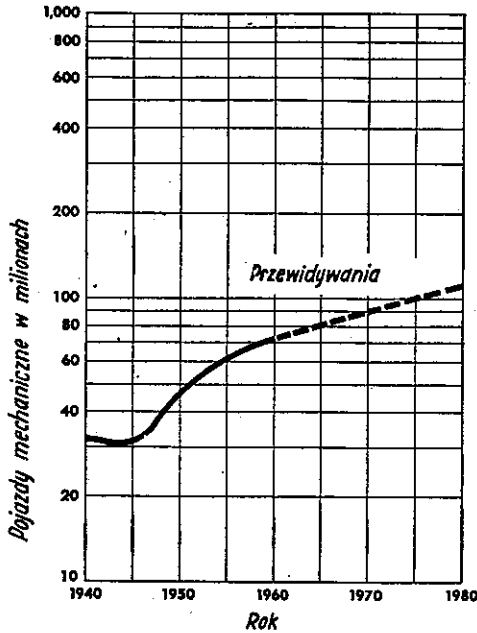
Z posiadanych w USA w 1945 r. około 18000 czynnych nadajników w lądowej komunikacji ruchomej, liczba ta mniej więcej potrajała się co każde następne pięć lat. Statystyka francuska podaje, że na ich terenie liczba urządzeń ruchomych podwaja się co każde pięć lat. Równolegle z tym olbrzymim wzrostem ilościowym następował rozwój techniki przynosząc w skutkach: zmniejszenie kosztów urządzeń, zwiększenie pewności działania, zmniejszenie ciężaru i wymiarów sprzętu oraz ogólne wzrastanie atrakcyjności stosowania tego rodzaju urządzeń. Z punktu widzenia potrzeb użytkownika nastąpiły jednak w ostatnim dziesiętku lat pewne zmiany co do sposobów i intensywności korzystania z sieci. Niezależnie od tego, czy użytkownik wykorzystuje obecnie możliwość porozumiewania się za pomocą własnej odrębnej sieci albo za pomocą sieci wykorzystywanej wspólnie przez kilku użytkowników, sieci te stale się rozwijają i liczba punktów dyspozytorskich jak i abonentów na pojazdach rośnie w sposób bardzo szybki. Jest rzeczą oczywistą, że postęp techniczny przyniósł użytkownikom dużo korzyści, jak na przykład: zmniejszenie wysiłków na konserwacje, zmniejszenie poboru prądu z baterii zasilającej, ograniczenie wspólnego wykorzystywania kanałów przez wielu użytkowników w wyniku zmniejszenia odstępów pomiędzy kanałami. Jednak w przyszłości trzeba jeszcze wprowadzić dalsze

ulepszenia, ażeby radiokomunikacja ruchoma stosownie do życzeń stała się jeszcze bardziej sprawna i użyteczna. Sprawa ta będzie przedmiotem dalszej dyskusji w mniejszym artykule.

Po tym krótkim przeglądzie dotychczasowego rozwoju radiokomunikacji ruchomej dokonajmy próby spojrzenia w przyszłość.

Stawiamy sobie pytanie, jakie zmiany nastąpią w świecie w następnych dziesięciu do dwudziestu lat? Zaludnienie świata rośnie czterokrotnie co każde 100 lat. W USA ten stosunek, włącznie z imigracją, jest nawet większy - około czterokrotnie co każde 70 lat. Statystyka z 1960r w USA określiła liczbę ludności na 179,323.175. Biuro statystyczne USA przewiduje, że liczba ta za 10 lat wzrośnie do 203.000.000, a w 1980 r. do około 231.000.000. Przy takim stosunku wzrostu ludności występuje znaczna decentralizacja przemysłu i przesuwanie mieszkańców miast do obszarów podmiejskich i wiejskich. Jest to możliwe obecnie z uwagi na istnienie szeroko rozwiniętych sieci łączności. Ta tendencja będzie na pewno się utrzymywała, a rozwój środków łączności będzie musiał odpowiednio nadażyć w czasie.

Inną cechą charakterystyczną życia w USA jest stale wzrastająca tendencja poszczególnych ludzi do poruszania się. Świadczy o tym wzrost rocznych przewozów pasażerów środkami transportowymi oraz wzrost liczby rejestrowanych pojazdów w USA każdego roku. Współczynnik tego wzrostu jest większy niż przyrostu ludności. Na rysunku 1 przedstawiono obecny współczynnik powiększe-

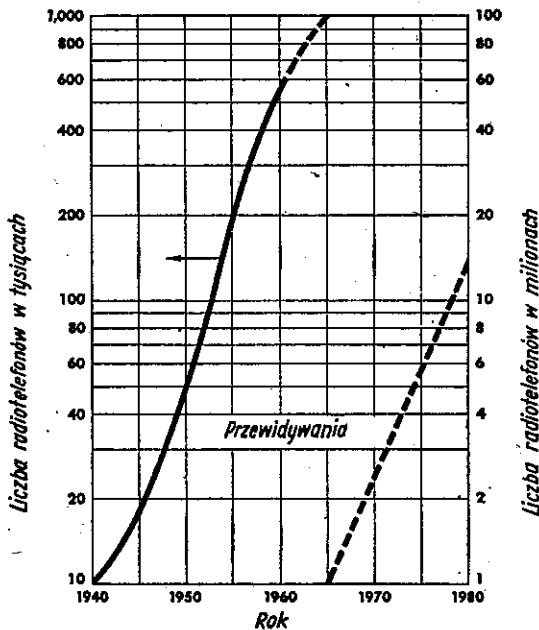


Rys. 1. Liczba /w milionach/ zarejestrowanych pojazdów mechanicznych w USA na podstawie statystyki Związku Producentów Samochodowych oraz dane dotyczące powiększenia tej liczby do 1980 r. według przewidywań General Motors Corporation

nia się liczby zarejestrowanych samochodów w USA, który wskazuje na prawdopodobieństwo czterokrotnego wzrostu w ciągu 40 lat. Przyпуска się jednak, że ten współczynnik wzrostu będzie stopniowo powiększał się w następnych dwóch dziesiątkach lat. Z rysunku 1 wynika, że ogólna liczba samochodów zarejestrowanych w 1970 r. wyniesie około 90 milionów, a w 1980 r. około 102 miliony. Zastosowano skalę logarytmiczną, ponieważ nachylenie krzywej wskazuje współczynnik wzrostu niezależnie od war-

tości liczbowej na osi rzędnych /rysunek 2 posiada tę samą skalę/.

Przy tendencji ruchu ludności poza obszary miejskie, wzrastaniu ruchliwości ludzi, zdumiewającego wzrostu liczby pojazdów samochodowych, można sobie wyobrazić, jaka będzie liczba radiotelefonów stosowanych w USA pod koniec następnego dziesięciolecia lub dwudziestolecia. Odpowiedź w powyższej sprawie zależeć będzie również od wielu czynników natury ekonomicznej i technicznej oraz od gospodarki falowej, które są wzajemnie związane. Obecnie w USA liczba istniejących telefonów w zastosowaniu



Rys. 2. Liczba /w tysiącach/ radiotelefonów będących na wyposażeniu służb ruchomych w USA oparta na rocznych sprawozdaniach FCC oraz dane dotyczące powiększenia tej liczby do 1980 r. według przewidywań EIA



na lądzie wynosi 70.000.000, a w tym radiotelefonów ruchomych jest tylko 700.000. Przypuszcza się, że około 1970 r. liczba stosowanych radiotelefonów ruchomych osiągnie około 2.500.000, a około 1980 r. ponad 13.000.000. Rysunek 2 przedstawia przypuszczalny wzrost liczby radiotelefonów stosowanych w lądowych służbach ruchomych.

## 2. ROZWAŻANIA DOTYCZĄCE GOSPODARKI FALOWEJ

Dla służb ruchomych przewidziane jest ograniczone widmo częstotliwości. Gospodarowanie tym widmem jest dokonywane pod kontrolą rządu. Przy rozdziale częstotliwości musi być zachowana właściwa równowaga uwzględniająca znaczenie poszczególnych służb. Z drugiej strony, każda służba musi w sposób sprawny wykorzystać przydzielone częstotliwości.

Istnieje kilka sposobów lepszego wykorzystania dysponowanych częstotliwości. Istnieje możliwość współużytkowania częstotliwości przez służby o podobnym charakterze pracy na zasadzie odpowiedniego rozdzielania geograficznego lub czasowego. W zakresie częstotliwości powyżej 50 MHz można jeszcze w tej mierze dużo uzyskać.

Już obecnie istnieje w dużym stopniu współużytkowanie częstotliwości w zakresie powyżej 150 MHz na zasadzie rozdzielania geograficznego i prawdopodobnie najszerszej jest to stosowane w służbach pracujących z wykorzystaniem wspólnej fali nośnej. W celu dokonania obliczeń do właściwego geograficznego rozdziału częstotliwości będą wykorzystywane elektroniczne maszyny liczące. W procesie obliczeń dokonywanych przez maszyny liczące

będą uwzględnione zasięgi sygnałów zakłócających, pochodzących od istniejących stacji; przewiduje się wprowadzenie do tych obliczeń nowego czynnika, a mianowicie zapewnienia niezakłócania pracy innych istniejących systemów radiokomunikacyjnych.

Współużytkowanie częstotliwości na zasadzie podziału czasowego istnieje już obecnie, ale w sposób ograniczony i obejmuje tylko stacje o tym samym charakterze pracy, i gdy czas przekazywania informacji nie jest krytycznie duży. Nie ma wątpliwości, że istnieją tutaj dalsze możliwości zwiększenia współużytkowania częstotliwości. Jedną z poważnych prac w tym względzie będzie uwzględnienie współczynników obciążenia pracy sieci poszczególnych służb. A oto przykład: wiele lądowych służb ruchomych, które pracują głównie dla celów handlowych, mają największy współczynnik obciążenia sieci w czasie pewnych godzin w ciągu dnia, a bardzo małe obciążenie pracą przypada na godziny wieczorowe i nocne. Przeciwnie jest w radiofonii, gdzie w ciągu dnia program jest odbierany przez małą liczbę słuchaczy, natomiast wieczorem program odbiera bardzo wielu słuchaczy. Wydaje się rzeczą oczywistą, że w niedalekiej przyszłości nastąpi wykorzystywanie częstotliwości przez różne rodzaje służb na zasadzie podziału czasowego.

Specjaliści zrobili już dużo, ażeby złagodzić istniejące trudności. W służbach ruchomych wprowadzone udoskonalenia techniczne umożliwiły rozdział kanałów przy zachowaniu mniejszych wzajemnych odstępów. W USA w pasmie częstotliwości 30-50 MHz, odstęp pomiędzy sąsiednimi ka-

nażami został zmniejszony z 40 do 20 kHz. W pasmie 150-160 MHz odstęp pomiędzy kanałami wynosi obecnie 30 kHz. na tym samym obszarze geograficznym, a 15 kHz pomiędzy obszarami sąsiednimi. W pasmie 450 + 470 MHz odstęp międzykanałowy został zmniejszony do 50 kHz, a dalsze zmniejszenie do 25 kHz jest proponowane.

Obecnie opinia specjalistów jest zgodna co do tego, że niewiele więcej będzie można zrobić w sprawie dalszego zmniejszania odstępu pomiędzy kanałami w obecnie stosowanych zakresach częstotliwości i przy istniejącym planie ich rozdziału. Najbardziej obiecującym rozwiązaniem jest wprowadzenie do użytku ogólnego tzw. "skoordynowanego szerokopasmowego systemu częstotliwości", stanowiącego obszerny i szczegółowo opracowany program gospodarki falowej w oparciu o nowe zasady, które pokrótce są omówione poniżej. Przy tym systemie jest możliwe uzyskanie wielokrotnienia kanałów rozmównych ze wspólnej stacji bazowej, bez potrzeby zapewniania koordynacji, jaka jest konieczna przy dysponowaniu dużą liczbą kanałów indywidualnych. Odpowiednio do tego kanały rozmówne byłyby prawdopodobnie uzyskiwane przy wykorzystaniu wspólnych częstotliwości nośnych, dla obsłużenia różnych użytkowników. Zaproponowany system szerokopasmowy oczekuje tylko na zatwierdzenie władz państwowych. Obejmuje on do 1000 kanałów zajmujących pasmo częstotliwości o szerokości do około 75 MHz, w dolnej części zakresu fal decymetrowych. System ten zapewnia możliwość niezależnego korzystania z poszczególnych grup kanałów, co polepsza znacznie sprawność wykorzystania kanałów. Współczynnik wykorzystania

grup kanałów, czyli ilościowe powiększenie przekazywanych informacji w wyniku operowania grupą kanałów a nie pojedynczymi kanałami, zależy od wielu zmiennych czynników, jak: częstość wywoływania, czas rozmowy, dopuszczalne średnie opóźnienie lub dopuszczalna możliwość opóźnienia. W efektach praktycznych może to przynieść czterokrotną poprawę przy wykorzystaniu grupy kanałów, od 5 do 10 kanałów. W celu dalszego powiększenia sprawności wykorzystania widma będzie prawdopodobnie wymagane zwiększenie liczby kanałów w grupie<sup>1/</sup>.

W celu zwiększenia wykorzystania kanałów w służbach ruchomych, pracujących w gęsto zabudowanych obszarach miejskich, został zaproponowany plan dla systemu szerokopasmowego z uwzględnieniem geograficznego podziału obsługiwanego obszaru. Plan rozważa zastosowanie znacznej liczby stacji bazowych małej mocy, o stosunkowo niewielkim obszarze pokrycia. Przy takim rozwiązaniu byłoby możliwe równoczesne wykorzystanie tych samych częstotliwości do prowadzenia różnych rozmów w danym obszarze miejskim. Oczywiście, ażeby ten plan był skuteczny, konieczne jest wprowadzenie odpowiednich rozwiązań technicznych, z których podstawowym jest automatyczne przełączanie połączone z układami pamięciowymi, mające na celu zapewnienie ciągłości połączeń telefonicznych przy prowadzeniu rozmów.

---

<sup>1/</sup> Autor artykułu nie podaje żadnych danych co do struktury organizacyjnej, jak i technicznego sposobu pracy sieci przy nowych założeniach wprowadzanych przez system szerokopasmowy /przyp. opracowującego/.

Odpowiednio wczesne konstrukcje i eksperymenty związane z proponowanym systemem szerokopasmowym oraz uwzględnienie postępu technicznego, który będzie miał miejsce w okresie dwóch następnych dziesiątków lat, mogą przyczynić się do dalszego i lepszego wykorzystania widma częstotliwości. Można przypuszczać, że pasmo 4 MHz, obejmujące około 250 dwukierunkowych kanałów telefonicznych, przy uwzględnieniu współczynnika wykorzystania grup kanałów, może zapewnić efekty równoważne wynikające ze stosowania obecnie ponad 1000 kanałów indywidualnych.

Jako następny krok w kierunku zwiększenia liczby i sposobów przekazywanych informacji, można przewidzieć, że do użytku powszechnego mogą wejść metody kodowo-cyfrowe, lub jakieś inne nowe i lepsze metody nadawania i przekazywania rozmów w zwięzonym pasmie. Tego rodzaju postęp przyniosłby dalsze poprawienie wykorzystania kanałów, może nawet więcej niż dziesięciokrotne.

### 3. ROZWAŻANIA EKONOMICZNE

Użytkownicy ruchomego sprzętu radiotelefonicznego potrzebują urządzeń, których cena zakupu byłaby odpowiednio niska, a konserwacja ich stosunkowo niewielka. Tranzystoryzacja urządzeń może przyczynić się do spełnienia tych potrzeb w przeciągu kilku lat. Jednak niski koszt urządzenia i niewielka konserwacja nie są jedynymi wymaganymi cechami. W dalszej części artykułu zwrócona będzie uwaga na inne zmiany mające na celu polepszenie pracy urządzeń i sieci lub powiększenie korzyści i wygody

użytkowników. Wszystkie te ulepszenia będą wymagały przeprowadzenia wyteżonych prac badawczych w dziedzinie radiokomunikacji ruchomej.

Koszty badań wchodzi w ten czy w inny sposób do ceny sprzedażnej urządzeń. Cena ta będzie odpowiednio niska, jeżeli produkowany będzie dobry jakościowo sprzęt w odpowiedniej ilości. Automatyzacja produkcji wpływa na obniżenie kosztów produkcyjnych, jednak koszty onarzędziowania są znaczne. Koszty onarzędziowania dla produkcji zautomatyzowanej są do przyjęcia, gdy sprzęt produkowany jest w stosunkowo dużej ilości. Koszty badań i produkcji, od których zależy cena dla użytkownika mogą być zmniejszone tylko wtedy, gdy istnieje zapewnienie rynku zbytu dla danego produktu.

W chwili obecnej koszty instalowania urządzeń ruchomych w pojazdach są znaczne i pokrywa je użytkownik poza kosztami nabycia urządzenia. Istnieją dwa sposoby obniżenia tych kosztów. Pierwszy z nich najbardziej realny to powierzenie instalowania radiotelefonów producentom pojazdów; instalacja taka uznana byłaby jako wyposażenie samochodu. To rozwiązanie zmniejszyłoby koszt instalowania do około jednej dziesiątej obecnych nakładów. Wydaje się, że nie ma obecnie przekonujących powodów, ażeby nie wybrać tego rozwiązania dla przypadku samochodów, w których zainstalowane urządzenia będą pracowały w prywatnych sieciach indywidualnych oraz w pojazdach użytkowników, którzy korzystać będą z radiotelefonów włączonych do sieci z wykorzystaniem wspólnych fal nośnych.

Drugi sposób obniżenia omawianych kosztów będzie mógł

być zrealizowany w okresie pomiędzy 1970 a 1980 r. Przy wprowadzeniu subminiaturyzacji radiotelefon może stać się bardziej przedmiotem wyposażenia osobistego niż sprzętem przewożonym. Jednak pojazdy mechaniczne będą mogły być przystosowane w sposób znormalizowany do zainstalowania tych radiotelefonów, o ile tego rodzaju sprzęt będzie zastosowany w pojeździe. W tym przypadku radiotelefon osobisty będzie mógł być zasilany z baterii samochodowej oraz dołączony do anteny zainstalowanej w samochodzie.

Z punktu widzenia ekonomicznego, urządzenia ruchome muszą być traktowane jako narzędzia pracy, a nie przedmiot luksusu. Oczywiście użytkownik chętnie zapłaci więcej za korzystanie z usług radiokomunikacji ruchomej niż stałej, ale o ile więcej? Wszystko to zależy od potencjalnej pozycji danego użytkownika i jego zainteresowań i potrzeb korzystania ze środków transportu. Tym więcej ludzi będzie zainteresowanych w korzystaniu z radiotelefonów ruchomych, im koszty z tym związane będą miały tendencje zbliżenia się do kosztów, jakie ponosi się w przypadku korzystania z telefonów stałych. Jednak jest rzeczą udowodnioną, że więcej ludzi będzie chętniej stosowało radiotelefony ruchome jako bardziej dogodne, a zwłaszcza, gdy ich niektóre cechy będą zbliżone do tych, które zapewniają telefony stałe.

#### 4. ROZWAŻANIA TECHNICZNE

Ostatnie osiągnięcia w dziedzinie fizyki ciał stałych i takich elementów i materiałów, jak: diody, tranzystory,

cienkie taśmy metalowe, nowe materiały magnetyczne, nowe tworzywa dielektryczne są zwiastunem niesłychanego rozwoju, którego należy oczekiwać w następnych dwóch dziesiątkach lat w zakresie półprzewodników i techniki molekularnej. Należy to dobrze zrozumieć i uwzględnić przy rozważaniu przyszłego rozwoju radiokomunikacji ruchomej, ponieważ zmiany w stosunku do obecnej techniki będą prawie rewolucyjne.

#### 4.1. Skoordynowany system szerokopasmowy

Jak to zostało omówione już poprzednio, skoordynowany system szerokopasmowy jest największą nadzieją w rozwoju właściwego wykorzystania widma częstotliwości, co ma na celu zrealizowanie rosnących potrzeb wszystkich użytkowników radiokomunikacji ruchomej. Prowadzone studia wykazują to w sposób najbardziej przekonujący. Logiczną drogą do prawidłowego rozdziału widma częstotliwości radiowych jest nie tylko wprowadzenie skoordynowanego systemu szerokopasmowego, lecz wydaje się, że wygospodarowanie większej liczby kanałów dla służb ruchomych i zmniejszenie kosztów użytkowników może nastąpić przez zmniejszenie istniejących zakłóceń. Ponadto największą z istniejących trudności, włącznie z lokalizacją licznych stacji odbioru zbiorczego, będzie sprawa współużytkowania stacji bazowych i związanych z tym podziałem kosztów pomiędzy użytkowników.

Należy docenić, że rozwój skoordynowanego systemu szerokopasmowego i uzyskiwanie sprawności w użytkowaniu widma, omówione w rozdziale 2, nie nastąpią od razu, lecz



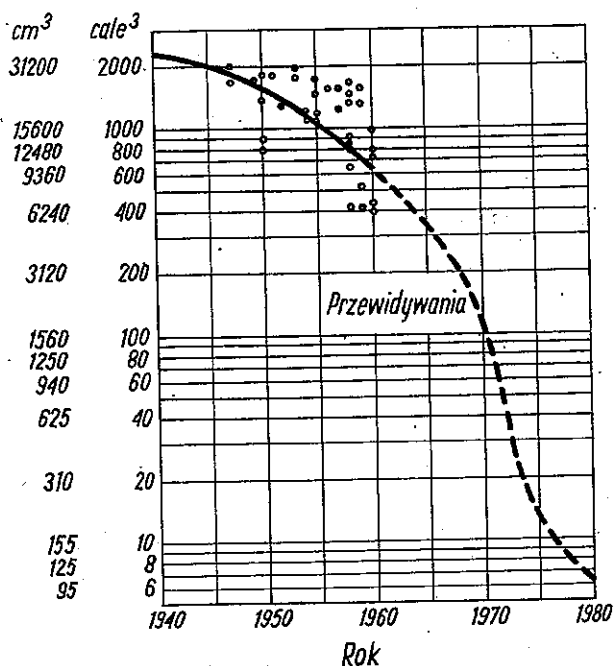
w drodze ewolucji. Na początku tej ewolucji sprawność w użytkowaniu widma będzie tylko kilkakrotnie większa w stosunku do tego, co zapewniłoby zmniejszenie odstępów pomiędzy kanałami, lecz możliwości ostateczne są znacznie większe.

Nie zagłębiając się więcej w aspekty samego skoordynowanego systemu szerokopasmowego oraz w sprawy związane z wykorzystywaniem stacji bazowych, będą rozpatrzone w dalszej części publikacji inne cechy, jakie będą mogły być rozwinięte w technice sprzętu ruchomego, stanowiącego część rozważanego systemu.

#### 4.2. Zmniejszenie wymiarów

W okresie ostatnich dwudziestu lat nastąpiło znaczne zmniejszenie wymiarów sprzętu ruchomego. Na rysunku 3 przedstawiono graficznie omawianą sprawę w latach ubiegłych i tendencje na przyszłość. W tej mierze duży wpływ miała również tranzystoryzacja urządzeń. Niestety tranzystory podniosły cenę sprzętu, ale tę sytuację należy uznać za czasową. Tranzystory są produkowane w stale powiększających się ilościach, przy polepszającej się ich jakości oraz obniżającej się ich cenie. Za kilka lat, po ulepszeniu metod produkcji, należy oczekiwać, że koszt sprzętu opartego na tranzystorach będzie niższy od sprzętu lampowego.

Pewne typy produkowanych tranzystorów mają objętość zaledwie ułamek centymetra sześciennego i nie wydaje się, ażeby ta objętość nie została zmniejszona w przyszłości.



Rys. 3. Objętość /w calach<sup>3</sup> i cm<sup>3</sup>/ zestawu sprzętu radiotelefonicznego do łączności dwustronnej o mocy 10-30 W na podstawie danych dostarczonych przez General Electric Company

Jednak zmniejszenie wymiarów sprzętu nie następuje jedynie jako wynik zastosowania tranzystorów o zredukowanych wymiarach.

Sprawność tranzystorów również przyczynia się do zmniejszenia wymiarów sprzętu oraz wprowadza odpowiednio korzystny bilans cieplny. Sprawa bilansu cieplnego prawdopodobnie wpłynie na ustalenie dolnej granicy wymiarów radiotelefonów, lecz obecny stan projektowania urządzeń jest jeszcze daleki od tej granicy.

Przyпуска się, że wprowadzenie techniki z wykorzystaniem mikromodułów spowoduje zmniejszenie wymiarów elementów w stosunku do obecnych, jak 100 do 1. Pięciokrotne zmniejszenie wymiarów może nastąpić przez zastosowanie cienkich taśm ułożonych na odpowiednim podłożu w celu uformowania potrzebnych obwodów elektrycznych. Przewiduje się, że to będzie zrealizowane około 1970 r. Nie wydaje się jednak, że to będzie granica w dążeniu do zmniejszania wymiarów, ponieważ jest rzeczą znaną, że podzespoły bryłowe na wspólnym podłożu półprzewodnikowym przyniosą dalsze czterokrotne zmniejszenie wymiarów. Ostatnio były już demonstrowane wzmacniacze dwustopniowe, których objętość nie przekraczała kilku setnych centymetra sześciennego. Ponadto, wysuwano przewidywanie, że niekonwencjonalne cechy elektryczne obwodów molekularnych stwarzają możliwości zmniejszenia wymiarów urządzeń do jednej dziesięciotysięcznej w stosunku do wymiarów obecnie stosowanego sprzętu ruchomego. Oczywiście nie we wszystkich przypadkach będzie potrzeba stukrotnego objętościowego zmniejszania wymiarów sprzętu w stosunku do obecnych wymiarów.

Obecnie są dostępne w handlu odbiorniki różnych producentów, o objętości równej około  $110 \text{ cm}^3$ , łącznie z baterią. Odbiorniki te są stosowane w niektórych służbach. Również są dostępne w handlu nadajniki małej mocy, o małym zasięgu, posiadające prawie takie same wymiary, jak i wyżej wspomniane odbiorniki.

W poprzedniej dyskusji dotyczącej wymiarów zilustrowanych na rysunkach 3 lub 4 nie uwzględniono zestawów

zasilających do sprzętu ruchomego. Należy znaleźć jakąś drogę prowadzącą do zmniejszenia wymiarów zestawów zasilających. O ile zastosowanie tranzystorów przyczyniło się już bardzo dużo do zmniejszenia mocy zasilającej radiotelefony ruchome, to istnieje granica, gdy chodzi o moc wielkiej częstotliwości, która musi być generowana i wypromieniowana. Należy się spodziewać, że duży postęp w zakresie ekonomii mocy zasilającej nastąpi około 1970 r. Jedną z alternatyw będzie znaczne zmniejszenie mocy nadajników w służbach ruchomych przy odpowiednim powiększeniu liczby odbiorników związanych z pracą każdej stacji bazowej, pracujących w układzie odbioru zbiorczego.

#### 4.3. Praca duplexowa.

Większość sieci radiotelefonicznych pracuje obecnie w sposób simpleksowy, a więc z przełączaniem nadawanie-odbior. W sieciach, w których jest wykorzystywana wspólna fala nośna, przełączanie nadawanie-odbior odbywa się tylko po stronie stacji przewoźnej. W przypadku sieci użytku publicznego, jak na przykład dla pasażerów pociągów, są stosowane oddzielne częstotliwości dla nadawania i odbioru i w tym przypadku przełączanie nie jest potrzebne /praca duplexowa/.

Praca z przełączaniem nadawanie-odbior wymaga pewnego doświadczenia w odpowiednim skoordynowaniu pomiędzy mówieniem i czynnościami przełączania dokonywanego ręcznie. Istnieją już obecnie urządzenia, które umożliwiają pracę radiotelefonów przewoźnych bez przełączania ręcznego.

Wydaje się, że przełącznik nadawanie-odbiór wyjdzie wkrótce z zastosowania, z wyjątkiem łączności pomiędzy pojazdami lub przy pracy na jednej częstotliwości.

#### 4.4. Kontrola stałości częstotliwości

Zastosowanie pracy z jedną wstęgą boczną, z równoczesnym dążeniem do ekonomicznego wykorzystania widma w skoordynowanym systemie szerokopasmowym, wymagać będzie wyższej stałości częstotliwości niż jest stosowana obecnie. Istnieje szereg sposobów spełnienia tego wymagania. Nowością, która mogłaby być wprowadzona, jest regulowanie wszystkich częstotliwości potrzebnych do pracy w sieci za pomocą kontrolnej częstotliwości wysyłanej z nadajnika stacji bazowej. Tym sposobem stałość wszystkich częstotliwości w skoordynowanym systemie szerokopasmowym będzie mogła być utrzymywana z tolerancją lepszą o dwa rzędy wielkości w stosunku do obecnie stosowanej. Można będzie dokonać tego bez potrzeby posiadania kosztownego sprzętu w stacji przewoźnej.

Uzyskanie lepszej stałości częstotliwości w stacji bazowej jest do spełnienia przy wykorzystaniu techniki obecnej. Dokonanie tego podniesie koszt stacji bazowej, lecz ten wzrost kosztów będzie rozłożony na licznych użytkowników danego systemu sieci. Wydaje się, że regulowanie częstotliwości stacji przewoźnych ze stacji bazowej wejdzie do powszechnego użytku, zanim nastąpi wprowadzenie pracy jednowstęgowej. Wynika to z prostej kalkulacji kosztów.

#### 4.5. Sygnalizacja i przełączanie

Obecnie w radiokomunikacji ruchomej wyraźnie zarysowuje się kierunek mający na celu wprowadzenie wywołania selektywnego. Radiotelefon staje się częścią ogólnej sieci telefonicznej i wkrótce będzie rzeczą pożądaną, ażeby abonent radiotelefoniczny mógł się łączyć tylko z żądanym przez niego rozmówcą. W sieciach o wspólnej fali nośnej wywołanie selektywne jest używane od początku stosowania tych sieci.

Urządzenie selektywnej sygnalizacji w stacji przewoźnej będzie wykorzystane także do przełączania radiotelefonu na określony kanał w grupie, który w danej chwili nie był wykorzystywany do prowadzenia rozmowy. Ponadto również to samo urządzenie w sposób automatyczny wyśle w kierunku do stacji bazowej sygnał identyfikacyjny na określonej częstotliwości. Urządzenie to było już demonstrowane, ale nie jest jeszcze wprowadzone do powszechnego użytku. Wydaje się, że korzyści z zastosowania automatycznego wybierania kanałów i identyfikacji stacji przewoźnej będą miały znaczenie praktyczne w skoordynowanym systemie szerokopasmowym.

Jednym z podstawowych środków do uzyskania ekonomii w sieciach o wspólnej fali nośnej będzie wprowadzenie wywołania selektywnego w obydwóch kierunkach. Urządzenia do tego rodzaju wywołania są już stopniowo instalowane.

W najbliższych kilku latach nastąpi dalszy rozwój urządzeń do: selektywnego wywołania, identyfikacji sta-

cji, automatycznego przełączania częstotliwości i dwustronnego wybierania abonentów w sieci. Istnieje jednak wskazanie stosowania w urządzeniach radiotelefonicznych na pojeździe przełączania nadawanie-odbior /za pomocą przełącznika przyciskowego/, zamiast wybierania przy wykorzystaniu konwencjonalnej tarczy telefonicznej. Życzeniem użytkowników jest wprowadzenie układów kontroli pracy urządzeń.

W nowym sposobie sygnalizacji mogłyby być utrzymane wymagane charakterystyki przesunięcia częstotliwości, mające tak podstawowe znaczenie dla pewności działania sygnalizacji, ale konieczne byłoby wyeliminowanie niepożądanego małej prędkości impulsowania przy wybieraniu tarczą. Mogłyby być stosowany system start-stop, prawdopodobnie z wykorzystaniem kodu czterocyfrowego. Sygnał kodowy dla pojedynczej liczby jednocyfrowej powinien być wysłany w przeciągu jednej dziesiątej sekundy; jest to więc czas nieco krótszy niż czas potrzebny obsługującemu radiotelefon do naciśnięcia kolejnych przycisków w grupie w celu wysłania ciągu liczb jednocyfrowych. Zastosowane będą sposoby elektroniczne lub mechaniczne, lecz urządzenie będzie się różniło znacznie w porównaniu z obecnie stosowanymi w ruchomych służbach radiotelefonicznych.

## 5. WNIOSKI

Istnieje z całą pewnością potrzeba dużego rozwoju radiokomunikacji ruchomej w przeciągu następnych dwóch

dziesiątków lat. Rozszerzenie odpowiednio szerokiej produkcji sprzętu ruchomego w procesie tego rozwoju przyczyni się do zmniejszenia kosztów. Postęp technologiczny dostarcza nowych narzędzi dla produkcji, odpowiednich do aktualnych kierunków rozwojowych. Konieczne będzie zapewnienie dysponowania odpowiednim widmem częstotliwości w celu umożliwienia realizacji omawianego powyżej rozwoju radiokomunikacji ruchomej.





