INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI
WARSZAWA-MIEDZESZYN

PROBLEMY ŁĄCZNOŚCI

91
1973

MINISTERSTWO ŁĄCZNOŚCI

PROBLEMY ŁĄCZNOŚCI

ROK 13 WARSZAWA 1973 Nr 91

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI

Branżowy Ośrodek
Informacji Naukowo-Technicznej i Ekonomicznej

Redakcja Problemów Łączności

Redaktor Naczelny - mgr inż. Jerzy Rutkowski

Redaktorzy działów:

mgr inż. Władysław Cetner, mgr inż. Adam Moniuszko,
mgr inż. Józef Możejko

Adres Redakcji:

Instytut Łączności

Branżowy Ośrodek

Informacji Naukowo-Technicznej i Ekonomicznej

Warszawa-Miedzeszyn, ul. Szachowa 1

NA PRAWACH RĘKOPISU - DO UŻYTKU SŁUŻBOWEGO

Egz. Nr

00052

Redaktor: J. Borkowska Montaż tekstu: B. Drabik

Dział Wydawniczy Instytutu Łączności
Format B5. Nakład 860. Wpłynęło do
Działu Wydawniczego 30.10.1972 r.
Druk ukończono w lutym 1973 r.

PROBLEMY ŁĄCZNOŚCI

Jerzy Myśliwiec, Benedykt Wojtyński,
Ryszard Zienkiewicz

RUCHOMA ŁĄCZNOŚĆ RADIOTELEFONICZNA SIECI ZBIOROWE

SPIS TREŚCI

	Str.
1. Wstęp	1
2. Struktura i podział systemów sieci lądowej radiokomunikacji ruchomej. Charakterystyka sieci krajowych	4
2.1. Określenie sieci łączności ruchomej	4
2.2. Struktura i podział sieci	6
2.3. Charakterystyka sieci eksploatowanych obecnie w kraju	11
2.4. Przewidywane główne kierunki rozwoju łączności ruchomej w kraju	13
3. Podstawowe zagadnienia zbiorowych sieci ruchomych	14
3.1. Wprowadzenie	14
3.2. Zagadnienie ekonomicznego wykorzystania kanałów radiowych	15
3.3. Zagadnienie ruchu w systemach łączności ruchomej	32
3.4. Zagadnienia automatyzacji systemów łączności ruchomej	42

Str.

3.5. Sieci otwarte użytku publicznego 48

3.6. Aspekty ekonomiczne sieci zbiorowych 62

4. Propozycje dotyczące organizacji i eksploatacji sieci zbiorowych 65

5. Urządzenia sieci zbiorowych opracowane w kraju 68

5.1. Sieć półotwarta z jednym stanowiskiem dyspozytorskim z ręcznym zestawianiem połączeń 68

5.2. Sieć z dwoma stanowiskami dyspozytorskimi 81

5.3. Sieć automatyczna jednokanałowa 89

Wykaz literatury 96

621.396.93

Jerzy Myśliwiec
Benedykt Wojtyński
Ryszard Zienkiewicz

RUCHOMA ŁĄCZNOŚĆ RADIOTELEFONICZNA[x/] SIECI ZBIOROWE

1. WSTĘP

Radiokomunikacja ruchoma lądowa będąc nowoczesnym, wszechstronnym, a jednocześnie ekonomicznym środkiem łączności jest na świecie dziedziną łączności dynamicznie rozwijającą się, znajdując zastosowanie niemal we wszystkich dziedzinach życia gospodarczego i społecznego każdego kraju.

Znaczenie i wpływ radiotelefonicznej łączności ruchomej na rozwój gospodarki każdego kraju jest bardzo wyraźny, pozwala ona bowiem między innymi na znaczne usprawnienie organizacji pracy i zwiększenie operatywności systemów zarządzania, dając w efekcie wzrost wydajności pracy, uniknięcie bądź skrócenie zbędnych postojów maszyn czy urządzeń, jak również inne korzyści ekonomiczne.

Na podstawie obserwacji rozwoju łączności ruchomej w różnych krajach można stwierdzić, że znaczenie tego środka łączności w rozwoju gospodarki kraju podobnie jak znaczenie przewodowej

---

x/ Rozdziały 1-4 opracowali B. Wojtyński i R. Zienkiewicz, a rozdział 5 opracował J. Myśliwiec.

łączności telefonicznej, jest tym więcej doceniane, im jest wyższy poziom gospodarki danego kraju, bardziej nowoczesne metody zarządzania i bardziej nowoczesna organizacja pracy w tym kraju.

Bez przesady można przyjmować, że w chwili obecnej w krajach o wysoko rozwiniętej gospodarce jest nie do pomyślenia praca wielu zakładów produkcyjnych i usługowych, czy też sprawna komunikacja i transport bez stosowania łączności ruchomej.

W związku z szerokim zastosowaniem wymagania stawiane radiowej łączności ruchomej są różne i różnorodne. Można tu stwierdzić na podstawie obserwacji, że właśnie ta różnorodność zastosowania i wymagań jest stymulatorem rozwoju omawianej dziedziny łączności. Widać to najlepiej na przykładzie takich krajów wysoko rozwiniętych, jak: USA, NRF, Francja, Japonia, czy też szybko odrabiającego opóźnienie w tej dziedzinie ZSRR.

Rozwój lądowej radiokomunikacji ruchomej w kraju w sposób praktyczny został zapoczątkowany około 1960 roku. Od tego czasu rozwój ten aczkolwiek miał charakter ciągły, to jednak przechodził różne okresy, w których charakteryzował się większą bądź mniejszą dynamiką wzrostu liczby pracujących sieci i urządzeń

Charakteryzując w sposób ogólny dotychczasowy rozwój radiotelefonicznej łączności ruchomej w kraju, można przyjąć, że dotychczas był on rozwojem jednostronnym, mianowicie w zasadzie tylko rozwojem ilościowym. Na temat tego rozwoju dużo dyskutowano podczas II Krajowej Konferencji Naukowo-Technicznej zorganizowanej w Gdańsku w grudniu 1971 r. pod hasłem "Radiokomunikacja ruchoma lądowa, morska i lotnicza" [5]. Z tego właśnie powodu w niniejszej publikacji czytelnik nie znajdzie szerszego omówienia przyczyn istniejącego stanu rzeczy.

Celem niniejszej publikacji jest pokazanie problemów warunkujących przewidywany dalszy dynamiczny rozwój łączności ruchomej w kraju, które będą musiały być rozwiązane w najbliższym okresie czasu.

Nie wnikając w tym miejscu w szczegóły, można przyjąć, że dalszy rozwój ilościowy łączności ruchomej będzie mógł się rozwijać jedynie w przypadku, gdy wcześniej zostanie dokonany postęp w rozwoju jakościowym. Pojęciem rozwoju jakościowego autorzy określają rozwój sieci i systemów, które zapewniają lepsze wykorzystanie kanałów częstotliwościowych oraz pozwalają na rozszerzenie zakresu świadczonych usług zapewnianych przez ruchome sieci radiotelefoniczne. Te dwa aspekty rozwoju systemów i sieci nie zawsze są ze sobą zgodne i dlatego każdy z nich powinien być oddzielnie rozpatrzony, tym bardziej iż rozwój łączności ruchomej będzie postępował równolegle w obu kierunkach.

Nowoczesne systemy i sieci łączności ruchomej w przeważającej liczbie są tak budowane, ażeby była możliwa ich eksploatacja w sposób zbiorowy, tzn. przez wielu różnych użytkowników, którymi mogą być różne służby czy jednostki gospodarcze nawet z różnych resortów. Taka zbiorowa eksploatacja sieci na danym obszarze jest bardzo korzystna z punktu widzenia ekonomicznego wykorzystania kanałów, a zatem jest interesująca dla resortu łączności odpowiedzialnego za właściwą gospodarkę falową w kraju. Pozwala ona również na uzyskanie przez użytkowników wielu korzyści eksploatacyjnych i ekonomicznych, przedstawionych w dalszej części niniejszej publikacji.

Treść niniejszego zeszytu "Problemów Łączności" przedstawia podstawowe problemy związane z budową i eksploatacją sieci i sy-

stemów łączności, które mogą być wykorzystywane w sposób zbiorowy, zarówno resortowych, jak i publicznych. Poruszane zagadnienia stanowią kontynuację tematyki rozwoju radiokomunikacji ruchomej w kraju i na świecie, która była już omówiona w poprzednich publikacjach Instytutu Łączności [1 ÷ 3,8] i [4].

Jednocześnie z uwagi na brak obecnie u większości użytkowników dostatecznego rozeznania w zagadnieniach praktycznych, związanych z realizacją tego typu sieci, i konieczność uniknięcia powstawania ewentualnych nieporozumień, dotyczących zarówno parametrów techniczno-eksploatacyjnych urządzeń dla sieci zbiorowych jak i problemów organizacyjnych, w rozdz. 5. przedstawiono zarówno urządzenia już produkowane /CR-8001, CR-8202, FM-306/, jak i opracowywane /radiotelefony 3201 i 3001/ przez Zakłady RADMOR w Gdyni.

2. STRUKTURA I PODZIAŁ SYSTEMÓW SIECI LĄDOWEJ RADIOKOMUNIKACJI RUCHOMEJ. CHARAKTERYSTYKA SIECI KRAJOWYCH

2.1. Określenie sieci łączności ruchomej

Siecią łączności ruchomej nazywamy zbiór urządzeń radiowych i innych znajdujących się na pewnym obszarze, określonym jako zasięg działania sieci, i wykorzystywanych do przekazywania informacji pomiędzy dwoma abonentami tej sieci, z których przynajmniej jeden jest abonentem ruchomym. Drugi z tych abonentów może być abonentem stałym bądź ruchomym, przy czym w szczególnych przypadkach może on być abonentem innej sieci: telefonicznej lub radiotelefonicznej, na przykład publicznej sieci telefonicznej. Ogól-

ny funkcjonalny schemat blokowy rozpatrywanej sieci łączności ruchomej pokazano na rys. 1[x/].

Zgodnie z rysunkiem 1 sieć łączności ruchomej obejmuje następujące urządzenia:

- radiowe urządzenia ruchome /przewoźne lub przenośne/,
- urządzenia radiowe stacji bazowej,
- urządzenia centrali radiotelefonicznej /funkcjonalnie związane z siecią telefoniczną/,
- odpowiednie urządzenia sieci telefonicznej.

Niezależnie od wymienionych urządzeń niezbędnym elementem każdej sieci łączności ruchomej jest układ wykorzystywanych kanałów radiowych.

Z rysunku 1 wynika również pewien funkcjonalny podział rozpatrywanych sieci na dwie części, a mianowicie na:

- część radiową,
- część telefoniczną.

Część radiowa sieci łączności ruchomej w obrębie jednej stacji bazowej działa w układzie sieci gwiaździstej, tzn. że wszystkie połączenia są wykonywane za pośrednictwem jednego punktu - radiowej stacji bazowej.

Część telefoniczną sieci łączności ruchomej może stanowić sieć telefoniczna, która w zależności od potrzeb może być ściśle powiązana z zakładową lub publiczną siecią telefoniczną.

Przedstawiony na rysunku 1 schemat blokowy sieci ruchomej jest schematem obejmującym w sposób ogólny wszystkie możliwe

---

x/ Wszystkie rysunki są zamieszczone na końcu artykułu.

przypadki i rodzaje sieci. W praktyce każda z realizowanych sieci w zależności od wielu czynników technicznych i eksploatacyjnych może mieć nieco inne schematy blokowe, w których poszczególne elementy sieci mogą być bardziej lub mniej rozbudowane.

2.2. Struktura i podział sieci

Struktura organizacyjna systemów sieci ruchomych, uwzględniająca również sposoby wykorzystania sieci oraz zakres świadczonych przez nie usług, jest pokazana na rys. 2.

Biorąc jako punkt wyjścia organizację i sposób wykorzystania sieci rozróżnia się dwa rodzaje sieci:

- sieci indywidualne oraz
- sieci zbiorowe.

Sieci indywidualne są to sieci budowane i eksploatowane przez jednego użytkownika dla jego wyłącznych potrzeb. Użytkownikiem takim jest najczęściej odrębna jednostka organizacyjna, na przykład jedno przedsiębiorstwo, wydzielona służba resortowa itp. Sieci te w przeważającej liczbie przypadków cechuje nieduże wykorzystanie kanałów radiowych.

Sieci zbiorowe są w przeciwieństwie do sieci indywidualnych eksploatowane w sposób zbiorowy przez kilku różnych użytkowników, którymi mogą być na przykład różne służby tego samego resortu. Budowa takiej sieci może być finansowana wspólnie przez wszystkich zainteresowanych użytkowników bądź też tylko przez jednego z nich. W USA budową i eksploatacją takich sieci zajmują się również specjalne przedsiębiorstwa.

Właściwości tych sieci, możliwości ich realizacji oraz sposób eksploatacji, stanowiące temat niniejszej publikacji, będą dalej szczegółowo rozpatrzone, niemniej jednak już obecnie zostaną przytoczone pewne wspólne cechy sieci zbiorowych.

Cechy te można określić w sposób następujący:

- znacznie lepsze wykorzystanie kanałów radiowych w porównaniu z sieciami indywidualnymi, co w konsekwencji pozwala na większy rozwój łączności ruchomej przy ograniczonej liczbie kanałów radiowych, przeznaczonych dla potrzeb tej łączności;
- stworzenie zupełnie nowych możliwości eksploatacyjnych, jak na przykład możliwość wykonywania połączeń pomiędzy abonentami różnych służb, współpracujących ze sobą /okresowo bądź stale/;
- nadanie łączności ruchomej bardziej uniwersalnego charakteru, o większych możliwościach eksploatacyjnych przez rozszerzenie zakresu świadczonych usług w kierunku umożliwienia abonentom ruchomym nawiązywania połączeń z abonentami publicznej sieci telefonicznej oraz w kierunku odwrotnym.

Ta ostatnia cecha nie dotyczy jedynie sieci zbiorowych, mogą ją również mieć sieci indywidualne, z tym że praktyczna realizacja wspomnianych możliwości, z uwagi na wymagane bardziej rozbudowane wyposażenie techniczne, jest z punktu widzenia ekonomicznego bardziej opłacalna w przypadku sieci zbiorowych.

Sieci zbiorowe można podzielić na dwie grupy:

- sieci łączności jednokierunkowej - to jest sieci przywoławcze oraz
- sieci łączności dwukierunkowej - głównie sieci radiotelefoniczne.

Sieć przywoławcza umożliwia dowolnemu abonentowi stałemu dołączonemu do tej sieci, na przykład w przypadku otwartej /publicznej/ sieci przywoławczej dowolnemu abonentowi publicznej sieci telefonicznej, nawiązanie jednokierunkowej łączności z dowolnym abonentem ruchomym danej sieci przywoławczej w celu przekazania temu ostatniemu sygnału lub zwięzłej informacji, np. w postaci pojedynczych cyfr o umówionym znaczeniu. Informacje te mogą zawierać na przykład dane o abonencie inicjującym połączenie, bądź też mogą mieć charakter poleceń. Połączenie w kierunku przeciwnym, tzn. od ruchomego abonenta wywoływanego do abonenta stałego, wywołującego, w razie potrzeby może być wykonywane przy wykorzystaniu dowolnej innej sieci łączności, np. publicznej sieci telefonicznej lub radiotelefonicznej. Liczba informacji przekazywanych w sieciach przywoławczych na ogół nie przekracza kilkunastu.

Sieci przywoławcze cechuje:

- możliwość obsłużenia bardzo dużej liczby abonentów ruchomych przy wykorzystaniu jednego kanału radiowego oraz
- bardzo proste i tanie urządzenia abonentów ruchomych.

Warunkiem pomyślnego rozwoju sieci przywoławczej na większym obszarze jest dobrze rozwinięta sieć telefoniczna.

Sieć radiotelefoniczna służy do przekazywania sygnałów mowy /sieci przewidziane do transmisji sygnałów mowy i innych sygnałów, np. cyfrowych są również zaliczane do sieci radiotelefonicznych/ i innych sygnałów pomocniczych pomiędzy dwoma abonentami. W sieci tej abonenci ruchomi mają zawsze możliwość inicjowania połączeń i w znacznej większości przypadków mogą być wywoływani przez in-

nych abonentów sieci, którzy chcą rozpocząć rozmowę.

W grupie sieci radiotelefonicznych wyróżnia się, biorąc pod uwagę przeznaczenie i cel, któremu mają służyć, dwa rodzaje sieci:

- sieci resortowe oraz
- sieć otwartą użytku publicznego.

Sieci resortowe są przeznaczone dla zaspokojenia potrzeb łączności ruchomej różnych służb resortowych, których działalność jest ściśle związana z realizacją zadań gospodarczych w odpowiednich resortach. W zależności od zadań i rodzaju działalności poszczególnych służb resortowych mogą być budowane różne rodzaje sieci zarówno indywidualne, jak i zbiorowe. Budowa sieci indywidualnych wydaje się być celowa i uzasadniona jedynie w niektórych przypadkach, a mianowicie:

- dla służb wymagających natychmiastowej transmisji informacji w celu zapobiegania utracie życia lub zdrowia ludzkiego względnie w innych celach o podobnym znaczeniu;
- przy zapewnieniu właściwego wykorzystania zajmowanych kanałów radiowych lub
- na terenach o małym zagęszczeniu sieci ruchomych, tj. na takich terenach, na których liczba wolnych kanałów radiowych jest duża.

Resortowe sieci łączności ruchomej ze względu na stopień współpracy z publiczną siecią telefoniczną, a więc ze względu na elementy decydujące o zakresie świadczonych usług, można podzielić na:

- sieci zamknięte /sieci, w których wyposażenie nie umożliwia

współpracy sieci radiowej z siecią telefoniczną/;

- sieci półotwarte /sieci w których współpraca sieci radiowej z siecią telefoniczną z punktu widzenia odpowiedniego wyposażenia technicznego jest możliwa /czasem nie dla wszystkich abonentów/, jednak ze względów eksploatacyjnych istnieją takie lub inne ograniczenia wykorzystania tej możliwości, na przykład narzucane przez obsługę sieci /dyspozytorów/.

Sieci resortowe na ogół są budowane jako sieci o bardziej lub mniej ograniczonym obszarze działania, np. do obszaru jednego miasta, powiatu ewentualnie województwa.

Sieć otwarta użytku publicznego jest to sieć łączności ruchomej przewidziana do realizacji rozmów pomiędzy abonentami ruchomymi a abonentami publicznej sieci telefonicznej. Współpraca obu wymienionych sieci jest podstawą działania otwartej sieci ruchomej. Budowa i eksploatacja tej ostatniej sieci może być prowadzona wyłącznie przez resort łączności, dla różnych potrzeb dowolnych abonentów ruchomych, na tych samych zasadach, jak jest budowana i rozwijana sieć publiczna telefoniczna. Nie występują w tym przypadku w zasadzie żadne ograniczenia w nawiązywaniu połączeń pomiędzy abonentami ruchomymi a abonentami sieci telefonicznej. Mogą jedynie istnieć pewne ograniczenia obszaru działania sieci radiotelefonicznej związane ze stopniową i powolną /z uwagi na wysokie koszty/ rozbudową tej sieci.

Radiotelefoniczna sieć otwarta użytku publicznego jest przeważnie tak pomyślana i budowana, aby w przyszłości mogła obejmować swym zasięgiem obszar całego kraju. Niektóre problemy związane z jej realizacją zostaną podane w dalszej części niniejszej publikacji, w oparciu o istniejące rozwiązania zagraniczne.

Należy jednak zaznaczyć, że radiotelefoniczne sieci otwarte użytku publicznego cechuje znacznie gorsze wykorzystanie kanałów radiowych w porównaniu z sieciami resortowymi. Sprawa ta będzie dalej oddzielnie rozpatrzona.

Przedstawiony podział systemów sieci uwzględnia organizację, sposób wykorzystania i zakres usług. Można oczywiście wykonywać i inne podziały sieci w zależności od innych kryteriów podziału, jak np. z uwagi na liczbę kanałów /sieci jednokanałowe i wielokanałowe/, jednak wszystkie dalsze podziały mają charakter wtórny, nie rzutując w sposób zasadniczy na temat niniejszej publikacji.

2.3. Charakterystyka sieci eksploatowanych obecnie w kraju

Charakteryzując ogólnie dotychczasowy rozwój łączności ruchomej w kraju można stwierdzić, że dotychczas sieci ruchome najczęściej były budowane na obszarach dużych miast, przy czym były to wyłącznie sieci indywidualne, w większości jednokanałowe i, co bardzo istotne, stacje bazowe tych sieci były rozmieszczane na wspomnianych obszarach w zupełnie przypadkowy sposób.

Taki stan rzeczy /charakteryzujący początkowy rozwój łączności ruchomej w większości państw/ spowodował znaczny wzrost zakłóceń pomiędzy urządzeniami różnych sieci, jak również wyczerpanie dysponowanych kanałów i pozorne nasycenie sieciami różnych obszarów kraju, a to z kolei doprowadziło do ograniczenia ilościowego rozwoju łączności ruchomej właśnie na tych obszarach, gdzie rozwój tej łączności jest najbardziej potrzebny i ekonomicznie uzasadniony.

Główne przyczyny, które spowodowały taką sytuację, to między innymi:

- wyjątkowo niekorzystna sytuacja falowa w kraju w porównaniu z innymi krajami;
- opóźnienia w przemyśle w opracowaniu nowych urządzeń dla potrzeb łączności ruchomej, częściowo usprawiedliwione przyczynami obiektywnymi, jak np. brak odpowiedniej bazy nowoczesnych elementów i podzespołów elektronicznych;
- brak do niedawna nowoczesnej metodyki planowania sieci;
- niedostateczna znajomość u wielu rzeczywistych i potencjalnych użytkowników problemów związanych z szerokim rozwojem łączności ruchomej oraz możliwości wykorzystania tej łączności, jak również niedocenianie przez nich roli tej łączności w gospodarce kraju. Szczególnie niebezpieczne jest ogólnie spotykane partykularne patrzenie na interesy swego resortu czy służby bez uwzględnienia interesów innych resortów.

Jakikolwiek dalszy rozwój łączności ruchomej w kraju wymaga nie tylko szybkiego rozwiązania wielu problemów technicznych i organizacyjnych, ale przede wszystkim usunięcia wymienionych trudności.

Zahamowanie tego rozwoju oznacza pozbawienie gospodarki krajowej w najbliższym okresie czasu nowoczesnego i bardzo operatywnego środka łączności, co w konsekwencji spowoduje poważne straty ekonomiczne trudne obecnie do określenia.

2.4. Przewidywane główne kierunki rozwoju łączności ruchomej w kraju

Wobec zaistniałej sytuacji, opisanej wyżej, dalszy rozwój łączności ruchomej w kraju będzie wymagał zmiany niektórych zasad i metod organizacji i eksploatacji sieci w kierunku wypracowania oraz wprowadzenia do praktycznego zastosowania nowoczesnych zasad i metod, odpowiadających obecnemu poziomowi rozwoju tego rodzaju łączności.

Podstawowym warunkiem powodzenia przy wspomnianych zmianach jest ścisła współpraca wszystkich zainteresowanych w rozwoju łączności ruchomej, a mianowicie resortu łączności, producentów urządzeń i użytkowników.

Zdaniem autorów powinny obowiązywać następujące, konsekwentnie stosowane w praktyce, zasady:

1. otwieranie nowych sieci powinno się odbywać tylko w przypadkach zagwarantowania przez użytkownika dobrego wykorzystania kanałów oraz w oparciu o sprzęt o wysokich parametrach technicznych - dotyczy to zwłaszcza obszarów, na których już obecnie istnieje duża gęstość sieci;

2. w celu obsłużenia użytkowników, którzy nie mogą spełnić warunku podanego wyżej w p. 1, tzn. zagwarantować dobrego wykorzystania kanałów, na obszarach o dużej gęstości należy budować nowe sieci, do których ci użytkownicy mogliby być włączani, przy czym w takich sieciach powinni oni uzyskiwać możliwość realizacji określonych i żądanych połączeń przy zachowaniu tajności rozmów; koszty budowy i eksploatacji tych sie-

ci przypadające na jednego abonenta ruchomego powinny być zbliżone do analogicznych kosztów w małych indywidualnych sieciach resortowych;

3. należy dążyć do stopniowego rozszerzania zakresu usług świadczonych przez wyżej wymienione sieci, poprzez wprowadzanie do eksploatacji sieci i urządzeń, umożliwiających użytkownikom nowe, atrakcyjne dla nich usługi, jak np.: przesyłanie innych sygnałów niż sygnały mowy /sygnały przywoławcze, telegraficzne, telemetryczne i inne/, umożliwienie połączeń z abonentami publicznej sieci telefonicznej itp.

W oparciu o przedstawione niżej rozważania, autorzy uważają, że praktyczna realizacja tych zasad jest możliwa i jest najkorzystniejszą drogą postępowania z punktu widzenia interesów gospodarki ogólnokrajowej. Tym samym można się spodziewać szybkiego rozwoju w kraju systemów i sieci łączności ruchomej eksploatowanych w sposób zbiorowy zarówno dla celów resortowych, jak i dla celów ogólnych.

3. PODSTAWOWE ZAGADNIENIA ZBIOROWYCH SIECI RUCHOMYCH

3.1. Wprowadzenie

Rozwój lądowej radiokomunikacji ruchomej, ogólnie ujmując, jest zależny od pomyślnego rozwiązania ściśle ze sobą związanych następujących trzech zagadnień:

1. Możliwości budowy i eksploatacji jak największej liczby sieci

na pewnym określonym obszarze, dla potrzeb maksymalnie dużej liczby abonentów ruchomych, przy wykorzystaniu do tego celu ograniczonej liczby kanałów radiowych. Jest to równoznaczne z ekonomicznym gospodarowaniem dysponowanymi kanałami radiowymi w skali danego obszaru;

2. Zaspokojenia w maksymalnym stopniu potrzeb użytkowników co do zakresu usług i jakości obsługi, a zatem zagadnienia budowy takich systemów łączności, które pozwoliłyby na daleko posuniętą uniwersalność eksploatacyjną;

3. Możliwości zastosowania takich rozwiązań technicznych urządzeń stanowiących wyposażenie sieci, które pozwoliłyby na to, aby ten rodzaj łączności stał się dla użytkowników atrakcyjny z punktu widzenia korzyści eksploatacyjnych i opłacalny, to jest przynoszący jak największe korzyści ekonomiczne.

Różne aspekty tych zagadnień będą rozpatrzone w niniejszym rozdziale.

3.2. Zagadnienie ekonomicznego wykorzystania kanałów radiowych

Rozważając w sposób kompleksowy zagadnienie ekonomicznego wykorzystania kanałów radiowych w skali danego obszaru, należy rozważać równocześnie dwie grupy zagadnień z tym związanych, a mianowicie:

- zagadnienia dotyczące wykorzystania na danym obszarze maksymalnej liczby kanałów radiowych - są to zagadnienia związane z gospodarką falową, to jest planowaniem sieci łączności ruchomej;

- zagadnienia dotyczące maksymalnego wykorzystania każdego kanału bądź grupy kanałów radiowych przez daną sieć lub sieci łączności ruchomej - ta grupa zagadnień obejmuje między innymi zagadnienia wyboru odpowiedniego systemu łączności, jak również zagadnienia metod organizacji i eksploatacji sieci.

3.2.1. Zasady przestrzennego planowania sieci łączności ruchomej

Sytuacja falowa w Polsce jest w porównaniu z innymi krajami wyjątkowo niekorzystna zarówno pod względem szerokości widma częstotliwości przyznanego dla służb ruchomych, które jest kilkakrotnie mniejsze niż w innych krajach, jak i struktury tego widma. Poszczególne pasma częstotliwości są stosunkowo wąskie, większość użytkowników nie ma możliwości korzystania z bardzo wygodnego pasma 150-170 MHz i w zasadzie, z wyjątkiem pasm w zakresie 300 MHz brak też możliwości wykorzystania kanałów dwuczęstotliwościowych.

Powyższą sytuację, nie sprzyjającą szerokiemu rozwojowi łączności ruchomej w kraju, pogarsza jeszcze fakt prowadzenia dotychczas ekstensywnej gospodarki falowej charakterystycznej dla pierwszego etapu rozwoju łączności ruchomej we wszystkich krajach. Ta ekstensywna gospodarka falowa wynikała między innymi z braku naukowych podstaw planowania przestrzennego podziału kanałów. Nie bez znaczenia jest też fakt, że pierwsze próby wprowadzenia racjonalnej gospodarki falowej kończyły się z reguły niepowodzeniem spowodowanym brakiem urządzeń radiotelefonicznych o odpowiednich parametrach.

Ten stan rzeczy doprowadził do budowy dużej liczby prostych

i nie najlepszych sieci, które na pewnych obszarach istnieją już w takich liczbach, że wyraźnie zakłócają wzajemnie swoją pracę, przez co dalszy rozwój łączności ruchomej na tych terenach i w tych warunkach nie jest już możliwy.

W tej sytuacji resort łączności w kraju został zmuszony do przyspieszenia prac nad weryfikacją zasad dotychczas obowiązujących i wprowadzeniem w życie nowych zasad w gospodarce falowej. W ramach tych prac zostały przygotowane i są obecnie wprowadzane w życie: metodyka planowania sieci ruchomych oraz ujednolicony sposób przydzielania kanałów w zakresie 300 MHz, zawierający między innymi tzw. siatkę częstotliwości [6,7].

Jednym z podstawowych problemów występujących przy rozwiązywaniu zagadnienia budowy jak największej liczby sieci na danym obszarze jest problem zakłóceń ograniczających zasięg użyteczny, a tym samym obszar działania sieci. Całkowite uniknięcie zakłóceń występujących w sieciach łączności ruchomej jest praktycznie niemożliwe, dlatego też przy planowaniu sieci dopuszcza się w sposób celowy istnienie w tych sieciach zakłóceń, przy czym przyjmuje się, że ich poziom, a tym samym pogorszenie jakości transmisji nie może przekroczyć pewnej ściśle określonej wartości. Wartością liczbową określającą maksymalny dopuszczalny poziom sygnału zakłócającego w odniesieniu do poziomu sygnału użytecznego przy dopuszczalnych zakłóceniach jest współczynnik ochronny [4,6]. Wartość współczynnika ochronnego jest określona oddzielnie dla każdego rodzaju zakłóceń występujących w sieciach.

Przykładowo na rys. 3 pokazano zależność jakości transmisji

/wyrazistości quasi-zgłoskowej/ jako funkcję wartości współczynnika ochronnego wspólnokanałowego [6].

Jest oczywiste, że im jest wymagana lepsza jakość transmisji w sieci, tym wartość współczynnika ochronnego powinna być większa, tzn. różnica poziomów: sygnałów użytecznego i zakłócającego powinna być większa.

W praktyce wymagana jakość transmisji w sieciach łączności ruchomej jest ściśle związana z minimalnymi potrzebami użytkownika eksploatującego sieć. Jeżeli na przykład informacje muszą być przekazywane w sieci w sposób szybki i bezbłędny, wówczas wartość współczynnika ochronnego musi być odpowiednio większa i zachowana dla większego procentu czasu oraz większego procentu miejsc.

Przykładowo można podać stosowany w NRD podział służb na klasy, przyjmując jako kryterium podziału jakość transmisji i stopień zabezpieczenia odpowiedniej wartości poziomu sygnału użytecznego [6]:

Klasa I - 99% czasu, 80% miejsc
sieć publiczna
milicja
pogotowie ratunkowe
energetyka

Klasa II - 90% czasu, 80% miejsc
kolejnictwo
górnictwo węglowe
transport uliczny
transport budowlany
taksówki

Klasa III - 90% czasu, 50% miejsc
zakłady przemysłowe
inni użytkownicy.

Zakłócenia występujące w sieciach łączności ruchomej można podzielić na dwa główne rodzaje:

- zakłócenia powodowane przez inne sieci łączności ruchomej, pracujące na danym bądź innym obszarze;
- zakłócenia typu przemysłowego, nie zależne od liczby i rodzaju innych sieci łączności ruchomej,

Rozpatrując tylko pierwszy rodzaj zakłóceń, można je dalej pogrupować na:

- zakłócenia wspólnokanałowe;
- zakłócenia sąsiedniokanałowe;
- zakłócenia intermodulacyjne.

Wymienione wyżej zakłócenia mogą powstawać zarówno wskutek błędów przy planowaniu sieci /niewłaściwej gospodarki falowej/, jak i wskutek nieodpowiednich projektów sieci /włącznie z błędnymi założeniami/ oraz zbyt małej jakości stosowanych urządzeń.

W celu lepszego zorientowania się w mechanizmie powstawania poszczególnych zakłóceń, oraz ich wpływu na pracę sieci zostaną one pokrótce niżej omówione.

3.2.1.1. Zakłócenia wspólnokanałowe /interferencyjne/

Schemat powstawania zakłóceń wspólnokanałowych w sieciach wykorzystujących kanały jednoczęstotliwościowe /praca simpleksо-

wa/ i dwuczęstotliwościowe /praca duosimpleksowa, semiduplek-
sowa i dupleksowa/ jest podany na rys. 4 [6].

Zgodnie z tym rysunkiem, w przypadku sieci wykorzystujących kanały jednoczęstotliwościowe, zakłócenia wspólnokanałowe mogą powstawać pomiędzy różnymi stacjami bazowymi lub różnymi stacjami ruchomymi lub też pomiędzy stacjami bazowymi i stacjami ruchomymi. Najgroźniejszymi zakłóceniami są w tym przypadku zakłócenia pomiędzy różnymi stacjami bazowymi. Ograniczenie zakłócającego wpływu jednej stacji bazowej na drugą stację pracującą na tym samym kanale uzyskuje się przez zwiększenie ich wzajemnej odległości.

Wykorzystanie danego kanału[1/] na znacznym obszarze, na przykład całego kraju, będzie najlepsza, jeżeli możliwie dużo sieci rozmieszczonych na tym terenie będzie pracowało na tym kanale i równocześnie wzajemne zakłócenia pomiędzy tymi sieciami nie będą przekraczały wartości dopuszczalnych. W przypadku takich samych warunków pracy wszystkich tych sieci /jednakowe urządzenia, warunki terenowe, itp./ wykorzystanie kanału[1/] będzie najlepsze, gdy każda stacja bazowa pracująca na tym kanale będzie otoczona przez 6 dalszych takich stacji, rozmieszczonych na okręgu, w jednakowych odstępach /równych promieniowi tego okręgu/ dokoła tej pierwszej stacji. Wspomniany promień okręgu nazywa się odległością koordynacyjną. Zgodnie z poprzednimi rozważaniami, w tych samych warunkach, odległość koordynacyjna będzie mniejsza w przypadku stosowania kanałów dwuczęstotliwościowych niż w przy-

---

[1/] Pojęcie "wykorzystanie kanału" jest tu użyte tylko w znaczeniu wykorzystania terenowego, to jest możliwości jego powtarzania.

padku kanałów jednoczęstotliwościowych. Jak łatwo zauważyć, powiększanie zasięgu użytecznego sieci poprzez na przykład powiększanie wysokości zawieszenia anteny stacji bazowej lub powiększanie mocy nadajnika będzie zawsze związane z koniecznością odpowiedniego zwiększenia odległości koordynacyjnej. Jednak stosowanie różnych odległości koordynacyjnych dla jednego czy nawet grupy sąsiednich kanałów bardzo utrudnia planowanie sieci i dlatego, dla poszczególnych zakresów częstotliwości po decyzji określającej wykorzystanie kanałów jedno- lub dwuczęstotliwościowych, stosuje się ujednolicone odległości koordynacyjne, przy czym w miarę rozwoju łączności ruchomej występuje konieczność zmniejszania tych odległości i w konsekwencji zmniejszania zasięgów użytecznych.

3.2.1.2. Zakłócenia sąsiedniokanałowe

Zakłócenia tego typu mogą powstawać pomiędzy dwiema sieciami wykorzystującymi sąsiednie kanały radiowe, przy czym schemat powstawania tych zakłóceń jest podany na rys. 5 [6].

Porównując sieci wykorzystujące kanały jedno- i dwuczęstotliwościowe, widać że podobnie jak w przypadku zakłóceń wspólnokanałowych jest korzystniejsze stosowanie kanałów dwuczęstotliwościowych.

W odróżnieniu od zakłóceń wspólnokanałowych duży wpływ na powstawanie zakłóceń sąsiedniokanałowych mają /oprócz zjawisk związanych z propagacją fal/ parametry zastosowanych urządzeń radiotelefonicznych, a mianowicie selektywność odbiornika w stosunku do sygnałów sąsiednich kanałów i szkodliwe promieniowania nadaj-

nika o częstotliwościach sąsiednich kanałów. Zakłócenia mogą powstawać zarówno w przypadku, gdy selektywność odbiornika jest zbyt mała, jak i w przypadku, gdy jest ona wystarczająca /lub nawet dowolnie lepsza od wymaganej/, a istnieje silne szkodliwe promieniowanie nadajnika. Wynika stąd, iż w czasie opracowywania nowych radiotelefonów trzeba zwracać uwagę na oba wymienione parametry, gdyż poprawienie tylko jednego z nich może nie zmniejszyć przewidywanych zakłóceń.

Na ogół zakłócenia sąsiedniokanałowe mogą powstawać tylko przy dużych natężeniach pól zakłócających, to jest w przypadkach, gdy odległość pomiędzy zakłócającym nadajnikiem a zakłócanym odbiornikiem nie jest duża /jest mniejsza od 1 km/. Tym samym istnieje możliwość wyeliminowania tych zakłóceń drogą odpowiednich przydziałów częstotliwości.

3.2.1.3. Zakłócenia intermodulacyjne

Zjawisko intermodulacji zachodzi w elementach nieliniowych /np. w tranzystorach stopni wejściowych odbiornika lub w lampie mocy ostatniego stopnia nadajnika/, do których doprowadza się dwa lub więcej sygnałów o różnych częstotliwościach. Zjawisko to polega na wytworzeniu się we wspomnianym elemencie nieliniowym składowych o częstotliwościach nie równych częstotliwościom przebiegów pierwotnych /sygnałów/ doprowadzonych do tego elementu, ani nie równych częstotliwościom harmonicznym tych przebiegów pierwotnych [8].

Częstotliwość każdej ze składowych intermodulacji określa ogólna zależność

$$f_i = P_1 f_1 + P_2 f_2 + \ldots + P_n f_n \qquad /1/$$

gdzie: $P_1, P_2, \ldots P_n$ - dowolne liczby całkowite dodatnie lub ujemne,

$f_1, f_2, \ldots f_n$ - częstotliwości sygnałów powodujących zakłócenie

przy czym suma: $P_1 + P_2 + \ldots + P_n$ określa tak zwany rząd intermodulacji.

Zakłócenie intermodulacyjne powstaje wówczas, gdy dwa lub więcej sygnały wytworzą nowy sygnał o częstotliwości sygnału użytecznego, który jest odbierany przez odbiornik podlegający zakłóceniu.

Zwykle, wskutek istnienia filtrów w.cz. wbudowanych do odbiornika lub nadajnika wytwarzającego zakłócenia intermodulacyjne takie zakłócenia są powodowane tylko przez sygnały o częstotliwościach zbliżonych do częstotliwości sygnału użytecznego. W takim przypadku:

$$P_1 + P_2 + \ldots + P_n = 1 \qquad /2/$$

Oznacza to, że zwykle występują zakłócenia intermodulacyjne nieparzystych rzędów. Ponieważ im mniejszy jest rząd intermodulacji, tym większe są amplitudy składowych intermodulacji, najbardziej groźne są zakłócenia intermodulacyjne trzeciego rzędu. Częstotliwości składowych intermodulacji trzeciego rzędu zgodnie z podaną wyżej zależnością są równe:

$$f_i = 2f_1 - f_2 \quad \text{lub} \quad f_i = f_1 + f_2 - f_3 \qquad /3/$$

Pamiętając, że zakłócenie intermodulacyjne może wystąpić tylko w przypadku, gdy częstotliwość składowej intermodulacji f_i będzie równa częstotliwości sygnału użytecznego /np. f_1, f_2 ... lub f_n/ można stwierdzić, iż istnieją pewne grupy częstotliwości, pomiędzy którymi nie mogą występować zakłócenia intermodulacyjne określonego rzędu lub rzędów. Takie grupy, zwane bezintermodulacyjnymi grupami kanałów, mogą być również określane tylko za pośrednictwem numerów kanałów /przy stosowaniu określonych zasad numeracji/. Jako przykład można podać grupę 8 kanałów wolną od intermodulacji trzeciego rzędu: 1; 2; 5; 10; 16; 23; 33 i 35.

Eliminowanie zakłóceń drogą stosowania bezintermodulacyjnych grup kanałów jest bardzo skuteczne, ale sposób ten nie zawsze może być stosowany. Szczególnie w przypadkach, gdy charakterystyki urządzeń są takie, że zakłócenia mogą być powodowane przez sygnały leżące w stosunkowo szerokim pasmie częstotliwości i gdy równocześnie istnieje potrzeba zastosowania odpowiednio licznej grupy kanałów /ponad kilka względnie kilkanaście kanałów - zależnie od dysponowanego pasma częstotliwości, nie będzie możliwości wybrania potrzebnych grup. W takich przypadkach, które występują na terenach dużych miast i skupisk życia gospodarczego, muszą być stosowane inne środki mające na celu ograniczenie występowania i skutków zakłóceń intermodulacyjnych[1/]. Wśród tych środków

[1/] Warto zauważyć, że w przypadku dodania do bezintermodulacyjnej grupy kanałów nawet jednego kanału nie spełniającego okreś-

należy zwrócić uwagę na stosowanie kanałów dwuczęstotliwościowych, pozwalające wyeliminować groźne w skutkach zakłócenia intermodulacyjne pomiędzy nadajnikami i odbiornikami stacji bazowych.

Dalsze szczegółowe informacje na temat powstawania zakłóceń intermodulacyjnych, różnych sposobów ich zwalczania są podane w literaturze krajowej [8] , do której odsyła się zainteresowanych czytelników.

Potencjalne możliwości pojawiania się zakłóceń intermodulacyjnych przy wykorzystywaniu grupy kanałów wybranej w sposób przypadkowy ilustruje rys. 6, przedstawiający zależność pomiędzy liczbą kolejnych kanałów tworzących grupę częstotliwości a liczbą składowych intermodulacji, które mają częstotliwość równą częstotliwości środkowego kanału tej grupy. /Naturalnie pozostałym kanałom tej grupy, jak i innym kanałom leżącym poza tą grupą będą odpowiadały dalsze składowe intermodulacji, również bardzo liczne/.

Zasięg zakłóceń intermodulacyjnych zależy od wielu czynników. W warunkach krajowych można się spodziewać, że na przykład przy stosowaniu kanałów jednoczęstotliwościowych w pasmie 300 MHz i obecnie produkowanych urządzeń zakłócenia pomiędzy stacjami bazowymi będą pomijalne, gdy odległość od odbiornika zakłócanego do każdego z nadajników zakłócających będzie większa od około 5 km. W tych samych warunkach przy stosowaniu kanałów

---

lonych zależności, istnieje w zasadzie takie samo prawdopodobieństwo powstawania zakłóceń w pracy sieci wykorzystującej dodany kanał, jak i w pracy pozostałych sieci stosujących kanały ze wspomnianej grupy bezintermodulacyjnej.

dwuczęstotliwościowych odległość odbiornika ruchomego od każdego z bazowych nadajników zakłócających w terenie wiejskim powinna być większa od około 1,5 km [6]. Przy zmniejszaniu wspomnianych odległości zakłócenia intermodulacyjne będą rosły bardzo gwałtownie, znacznie ograniczając zasięg użyteczny sieci.

Reasumując przedstawione wiadomości można stwierdzić, że zjawisko intermodulacji stwarza poważne ograniczenia dla wykorzystania dużej liczby kanałów na ograniczonym obszarze, stanowiąc obecnie jeden z najbardziej istotnych czynników utrudniających dalszy rozwój łączności ruchomej na tych obszarach, to jest tam, gdzie występuje największe zapotrzebowanie tej łączności. Na tych obszarach zamiast obecnie pracujących sieci jednokanałowych będą musiały być wprowadzane nowe sieci zapewniające lepsze wykorzystanie kanałów /zbiorowe/ i lepiej zabezpieczone od różnych zakłóceń.

3.2.2. Wykorzystanie kanału w czasie. Podstawowe zasady organizacji i eksploatacji sieci stosowane w nowoczesnych systemach łączności

Jak już wspomniano, dalszy rozwój łączności ruchomej w kraju jest zależny od rozwiązania problemu zapotrzebowania na kanały radiowe. Teoretycznie, liczba kanałów radiowych, które mogą być wykorzystane dla potrzeb łączności ruchomej, zależy jedynie od szerokości pasma częstotliwości przyznanego dla tej łączności oraz od stosowanego, minimalnego odstępu międzykanałowego. W praktyce, jak stwierdzono w poprzednim rozdziale, liczba ta jest bardzo ograniczona przez występujące zakłócenia, a szczególnie zakłócenia intermodulacyjne.

W tej sytuacji powstaje pytanie: jakie systemy i sieci powinny być budowane, jakie przyjąć metody organizacji i eksploatacji tych systemów, aby najlepiej wykorzystać dysponowane kanały? Problem ten w Polsce rysuje się szczególnie ostro w porównaniu z innymi krajami z uwagi na wyjątkowo małą część widma fal radiowych przyznaną dla służb ruchomych przy jednocześnie występujących potrzebach porównywalnych z potrzebami występującymi w innych krajach.

Analizując zagadnienie wykorzystania kanałów radiowych w lądowej radiokomunikacji ruchomej, należy mieć na uwadze specyfikę tej łączności, którą można streścić w następujących punktach:

a/ łączność ruchoma głównie jest łącznością typu dyspozytorskiego;

b/ w sieciach dyspozytorskich czas konieczny do nawiązania rozmowy powinien być możliwie krótki, przy czym rozmowy prowadzone w sieci są również krótkie; stwarza to konieczność budowy systemów i sieci łączności ruchomej, odznaczających się przede wszystkim możliwością realizacji dużej liczby rozmów;

c/ przewidywane szerokie zastosowanie łączności ruchomej w różnych dziedzinach życia gospodarczego stawia przed tą łącznością wymaganie uniwersalności eksploatacyjnej, polegającej między innymi na możliwości wykonywania przez abonenta ruchomego różnego rodzaju połączeń /głównie połączeń z abonentami publicznej sieci telefonicznej/ i przesyłania różnego rodzaju sygnałów /telegrafia, telemetria itd./;

d/ łączność powinna być realizowana przy stosunkowo małych nakładach finansowych przypadających na jednego abonenta ruchomego.

Wykorzystanie kanału bądź grupy kanałów w czasie można ocenić w różny sposób, stosując różne kryteria oceny.

Na ogół, aby obiektywnie ocenić wykorzystanie kanału, stosuje się następujące kryteria:

- wykorzystanie czasowe kanału, tzn. sumaryczny czas zajętości kanału w określonym przedziale czasu;
- rodzaj i liczbę wykonanych w tym przedziale czasu połączeń.

W niektórych przypadkach stosuje się również następujące kryterium uproszczone:

- liczbę abonentów ruchomych obsługiwanych przez jeden kanał radiowy.

To ostatnie kryterium, z uwagi na zbyt ogólny charakter, nie pozwala na obiektywną ocenę wykorzystania kanału. Podanie bowiem informacji, że na jeden kanał przypada na przykład 30 abonentów ruchomych jest informacją ogólną, która w pewnych przypadkach może oznaczać dobre wykorzystanie kanałów /np. przy dużych ilościach informacji często przekazywanych przez każdego z abonentów/, natomiast w innych przypadkach będzie świadczyć o bardzo złym wykorzystaniu kanałów /np. gdy rozmowy są bardzo krótkie i rzadko prowadzone/.

Z podanych wyżej powodów przy obiektywnej i szczegółowej ocenie wykorzystania kanałów należy posługiwać się dwoma pierwszymi kryteriami oceny, przy czym powinna być wykonywana w sposób indywidualny dla każdego systemu lub sieci.

Nie analizując w tym miejscu wartości liczbowych, które mogłyby świadczyć o dobrym lub złym wykorzystaniu kanałów w czasie,

zostaną obecnie omówione zasady budowy i eksploatacji nowoczesnych sieci łączności ruchomej, mające decydujący wpływ na uzyskanie maksymalnego wykorzystania kanałów.

Analizując sytuację, która obecnie istnieje w sieciach lądowej radiokomunikacji ruchomej w kraju, można stwierdzić, że czasowe wykorzystanie kanałów w obecnie eksploatowanych sieciach, stosując dowolne kryterium oceny, w przeważającej liczbie sieci jest niedostateczne.

Dla przykładu na rys. 7 pokazano czasowe wykorzystanie kanałów w trzech różnych jednokanałowych sieciach dyspozytorskich eksploatowanych na terenie Warszawy. Przedstawione krzywe dotyczą tego samego okresu obserwacji i są wynikiem pomiarów wykorzystania czasowego kanałów w sieciach, prowadzonych w Instytucie Łączności. Podany rysunek wskazuje, że we wszystkich sieciach maksymalne wykorzystanie kanału w czasie godziny największego ruchu nie przekracza 30%.

W związku z powyższym wszystkim trzem użytkownikom tych sieci bez szkody dla żadnego z nich można by przydzielić tylko jeden wspólny kanał radiowy, który byłby eksploatowany w sposób zbiorowy.

Przytoczony tu przykład wykazuje jak duże są potencjalne możliwości poprawy wykorzystania kanałów przez wprowadzenie zbiorowych sieci jednokanałowych. Jeszcze większe korzyści może przynieść stosowanie zbiorowych sieci obsługujących odpowiednio duże liczby różnych użytkowników.

Stosując w praktyce zasadę zbiorowego wykorzystania kanałów, należy pamiętać o tym, że istniejące obecnie w kraju rozwiązania techniczne urządzeń narzucają konieczność budowy jednej stacji

bazowej, wspólnej dla wszystkich użytkowników sieci. Tylko taka stacja pozwala bowiem na łatwe, kolejne nawiązywanie połączeń i przekazywanie informacji przez poszczególnych abonentów sieci.

Analizując możliwości budowy różnych rodzajów sieci zbiorowych, można rozróżnić następujące rodzaje sieci:

- sieci jednokanałowe
- sieci wielokanałowe:
  - z niejednakową dostępnością do kanałów,
  - z jednakową dostępnością do kanałów.

W sieciach jednokanałowych każdy z abonentów ruchomych ma możliwość korzystania z kanału radiowego zawsze, gdy kanał ten jest wolny; tym samym w sieciach tych zawsze jest realizowana zasada jednakowego dostępu do kanału dla wszystkich abonentów.

Nieco inaczej przedstawia się to zagadnienie w przypadku sieci wielokanałowych. Mogą tu istnieć dwa wyżej wspomniane podstawowe rozwiązania /analogiczne do rozwiązań funkcjonalnych stosowanych w przewodowej sieci telefonicznej i zasad eksploatacji wiązek łączy - międzycentralowych [9]/, w których odpowiednio:

a/ każdy z kanałów radiowych jest dostępny tylko dla określonej grupy abonentów, bądź też jest wykorzystywany do nawiązywania łączności w określonym kierunku, na przykład tylko w przypadku inicjowania rozmowy przez abonenta ruchomego;

b/ każdy kanał radiowy jest jednakowo dostępny dla wszystkich abonentów w sieci i może być wykorzystywany do nawiązywania łączności bez żadnych ograniczeń w obu kierunkach.

Porównując te dwa rozwiązania z punktu widzenia możliwości ma-

ksymalnego wykorzystania kanałów, dochodzi się do wniosku, że zdecydowaną przewagę ma rozwiązanie drugie, w którym wszyscy abonenci ruchomi i stali mają zapewnioną jednakową dostępność do wszystkich kanałów w sieci [9].

Wielokanałowa sieć łączności ruchomej, w której jest niejednakowa dostępność do kanałów, w zasadzie z punktu widzenia czasowego wykorzystania kanałów, może być rozpatrywana jako kilka niezależnych małych sieci. Tym samym korzyści związane z wprowadzaniem zbiorowych sieci wielokanałowych w przypadku niejednakowej dostępności kanałów nie będą w pełni wykorzystane.

Na podstawie wyżej przeprowadzonych krótkich rozważań można sformułować dwie następujące ogólne zasady, których realizacja w praktyce pozwala na znaczne polepszenie wykorzystania kanałów:

- zarówno w sieciach jednokanałowych jak i wielokanałowych kanały radiowe powinny być eksploatowane zbiorowo przez wielu użytkowników;
- w sieciach wielokanałowych należy stosować jednakową dostępność do wszystkich kanałów, dla wszystkich abonentów pracujących w każdej z sieci.

Te dwie zasady, chociaż mają podstawowe znaczenie, to jednak nie wyczerpują problemu ekonomicznego wykorzystania kanałów.

Z innych czynników mających wpływ na ekonomiczne wykorzystanie kanałów można wymienić jako najważniejsze:

- liczbę kanałów w sieci,
- stopień automatyzacji połączeń,

- zakres usług świadczonych w sieci /rodzaj wykonywanych połączeń/.

Nie przytaczając szczegółowej analizy wpływu wymienionych czynników, można ogólnie przyjąć, że:

- optymalna liczba kanałów w systemie, przy uwzględnieniu nakładów finansowych przy obecnie stosowanych urządzeniach i rozwiązaniach systemowych, wynosi 8-12 kanałów;
- automatyzacja połączeń na ogół wpływa na polepszenie wykorzystania kanałów, natomiast
- wprowadzenie nowych usług, na przykład związanych z szeroką współpracą sieci radiowej z siecią telefoniczną, na ogół powiększa różne wymagania stawiane sieci ruchomej, dzięki czemu w pośredni sposób prowadzi do pogorszenia wykorzystania czasowego /jak również i przestrzennego/ kanałów.

3.3. Zagadnienie ruchu w systemach łączności ruchomej

3.3.1. Zjawisko ruchu i czynniki wpływające na jego wielkość

Omawiając zjawisko ruchu występujące w systemach łączności ruchomej, należy mieć na uwadze zarówno wielkość tego ruchu, jak i czynniki wpływające na ten ruch. Znajomość tych zagadnień jest bowiem niezbędna zarówno przy projektowaniu systemów i sieci, jak i późniejszej eksploatacji, ponieważ decydują one o tak podstawowej sprawie, jak liczba abonentów ruchomych, którzy będą mogli być obsłużeni przez sieć.

Konsekwencja wcześniej przyjętych założeń jest możliwość za-

liczenia rozpatrywanych systemów do grupy systemów masowej obsługi. Podstawowym kryterium takiego zakwalifikowania jest masowość występującego zjawiska: zestawiania połączeń i przekazywania informacji pomiędzy abonentami. Dotyczy to głównie systemów wielokanałowych; w przypadku systemów jednokanałowych takie zakwalifikowanie jest również możliwe, z tym że błąd popełniony przy obliczeniach może być znaczny [9].

Ilościowo zjawisko ruchu można scharakteryzować za pomocą wielkości, zwanej natężeniem ruchu, którego miarą może być liczba istniejących połączeń w pewnym okresie obserwacji.

Rozróżnia się dwa rodzaje natężenia ruchu, a mianowicie chwilowe natężenie ruchu oraz średnie natężenie ruchu za pewien okres czasu. Miarą chwilowego natężenia ruchu jest liczba połączeń istniejących w rozpatrywanej chwili czasowej, natomiast średnie natężenie określa się jako średnią arytmetyczną z liczby połączeń istniejących w poszczególnych jednakowych okresach obserwacji w ciągu całego czasu obserwacji.

Średnie natężenie ruchu za pewien okres czasu może być określone w sposób analityczny za pomocą iloczynu średniego czasu trwania połączenia oraz ogólnej liczby połączeń wykonanych w systemie w rozpatrywanym okresie czasu:

$$A_T = C \cdot \frac{t_{śr}}{T} \qquad /4/ \ .$$

gdzie:

A_T - średnie natężenie ruchu za okres obserwacji T;

C - liczba wykonanych połączeń w okresie obserwacji;

$t_{śr}$ - średni czas trwania połączenia /zestawienia połączenia i rozmowy/;

T - wybrany okres obserwacji /na ogół przyjmuje się T = 1 godz/.

Jako jednostkę średniego natężenia ruchu przyjęto 1 erlang równy jednej połączenio-godzinie na godzinę.

Zwykle przyjmuje się do obliczeń wartość średniego natężenia ruchu odniesioną do tzw. godziny największego ruchu /GNR/, w której średnia wartość natężenia ruchu jest większa od średnich wartości natężenia ruchu występującego w innych, godzinnych okresach obserwacji.

Zależność pomiędzy średnim natężeniem ruchu w GNR a liczbą połączeń przypadających na jednego abonenta /lub grupę N abonentów/ w ciągu doby określa tzw. współczynnik koncentracji rozmów k, równy stosunkowi liczby połączeń inicjowanych przez abonenta /lub przez grupę abonentów/ w GNR - C do liczby połączeń inicjowanych w okresie całej doby - C_d:

$$k = \frac{C}{C_d} \qquad /5/$$

Średnie natężenie ruchu w GNR przypadające na jednego abonenta A_1 jest równe:

$$A_1 = k \cdot C_1 \cdot t_{śr} \qquad /6/$$

przez grupę abonentów

$$A = N \cdot A_1 = N \cdot k \cdot C_1 \cdot t_{śr} \qquad /7/$$

gdzie C_1 - liczba połączeń inicjowanych przez jednego abonenta.

Na ogół w rozpatrywanych systemach ruch ma charakter przypadkowy, tzn. chwilowe natężenie ruchu w poszczególnych okresach czasu będzie różne. Występujące w tym czasie wahania ruchu wokół pewnej średniej wartości są tym większe, im liczba abonentów w systemie jest mniejsza. Oczywiście, opisany tu charakter ruchu jest słuszny w odniesieniu zarówno do GNR, jak i innych okresów obserwacji, z tym że zmiany chwilowych wartości natężeń ruchu będą w zależności od okresu obserwacji oscylowały wokół innych wartości średnich, charakterystycznych dla tych okresów obserwacji.

Z powyższych jak i innych rozważań [9]można wysnuć następujący wniosek: wykorzystanie kanałów w systemie będzie tym lepsze, im większa liczba abonentów będzie pracować w danym systemie oraz im bezwzględna wartość średniego natężenia ruchu poza GNR będzie większa i bliska wartości natężenia w GNR.

W praktyce spełnienie podanego warunku przy założeniu stałej i ograniczonej liczby kanałów radiowych w systemie oznacza dołączenie do danego systemu wielu grup abonentów, których GNR występują w różnym czasie, na przykład w różnych częściach doby lub roku.

W przeciwnym przypadku, tzn. gdy poszczególne grupy abonentów będą miały GNR występujące w tym samym bądź zbliżonym czasie, eksploatacja zbiorowa systemu łączności również będzie przynosić zysk w ekonomii wykorzystania kanałów /choć nie tak duży jak poprzednio/, bowiem przeważnie w sieciach indywidualnych żadna z grup abonentów, nawet w GNR, nie wykorzystuje w pełni przydzielonego jej kanału lub kanałów.

Przy projektowaniu systemu łączności ruchomej należy brać ja-

ko punkt wyjścia średnią wartość natężenia ruchu wytwarzanego przez abonentów, należy jednak pamiętać, i w odpowiedni sposób uwzględnić, możliwe i występujące w praktyce, przypadkowe znaczne przekroczenia wartości średnich. Nieuwzględnienie tego zjawiska może doprowadzić do "zablokowania się" systemu związanego ze znacznym zmniejszeniem się jego zdolności transmisyjnych w tych okresach czasu, w których wystąpi największe zapotrzebowanie łączności ruchomej.

Podany wyżej prosty sposób obliczenia średniego natężenia ruchu w systemie oparty na wykorzystaniu dwóch współczynników: średniego czasu połączenia oraz liczbie inicjowanych połączeń, może być stosowany tylko w przypadku, gdy wszyscy abonenci mogą być zaliczeni do jednej kategorii, tzn. gdy wszyscy oni mają podobne potrzeby i są równouprawnieni do inicjowania różnych połączeń przewidzianych w systemie. Jeżeli jednak abonenci są podzieleni na grupy, i w każdej grupie istnieją jeszcze różne kategorie abonentów /jak przewiduje się w systemach typu półotwartego, na przykład w radzieckim systemie AŁTAJ lub węgierskim MRKB/, wówczas tworzenie takich iloczynów powinno odbywać się oddzielnie dla każdej grupy abonentów /po uwzględnieniu kategorii w tych grupach/. Otrzymane w ten sposób iloczyny należy sumować.

Rozpatrując bardziej szczegółowo zjawisko ruchu w systemie, należy również poddać szczegółowej analizie współczynniki wchodzące do zależności określającej natężenie ruchu. Taka analiza nie jest celem niniejszej publikacji, tym niemniej można tu podać, że wpływ na te współczynniki mają różne czynniki natury technicznej, na przykład rozwiązania systemów i zastosowany stopień automatyzacji połączeń itd., oraz natury eksploatacyjnej, jak na przy-

kład dobieranie odpowiednich grup abonentów i dopuszczenie różnych rodzajów połączeń.

Reasumując można stwierdzić, że przy projektowaniu systemu łączności, który ma cechować się dobrym wykorzystaniem kanałów, tzn. systemu, który ma być eksploatowany w sposób zbiorowy, należy znać przede wszystkim specyfikę eksploatacyjną i związany z nią przewidywany rozkład ruchu, dotyczący wszystkich przyszłych użytkowników systemu. W przeciwnym razie projektowany system łączności nie będzie odpowiadał potrzebom i nie zapewni ekonomicznego wykorzystania kanałów radiowych.

3.3.2. Rodzaje systemów łączności - system ze stratami i system z oczekiwaniem

Opisując poprzednio zjawisko ruchu w sieci użyto określenia "jakość obsługi abonentów w systemie", nie wyjaśniając bliżej sensu tego określenia. Obecnie określenie to zostanie sprecyzowane przy okazji omawiania różnych rodzajów systemów łączności ruchomej.

Jakość obsługi lub sprawność usługowa systemu jest to pewna cecha systemu, która jest określana, w zależności od rodzaju systemu, za pośrednictwem jednej z dwóch wielkości: współczynnika strat połączeń bądź też czasu oczekiwania na połączenie; przy czym współczynnik strat charakteryzuje system, zwany systemem ze stratami połączeń, natomiast czas oczekiwania charakteryzuje system bez strat lub inaczej system z oczekiwaniem na realizację połączenia.

Jeżeli dowolny abonent systemu inicjuje połączenie w chwili, gdy

wszystkie kanały radiowe są wykorzystywane przez innych abonentów, wówczas, podobnie jak w łączności przewodowej, w zależności od rozwiązania systemu mogą zaistnieć dwa następujące przypadki podstawowe:

- Abonent inicjujący połączenie uzyskuje odmowę realizacji połączenia podtrzymywaną również, gdy po pewnym czasie jeden z kanałów radiowych zostaje zwolniony. W tym przypadku abonent zostaje zmuszony do odłączenia się od systemu nie będąc obsłużonym. Z punktu widzenia systemu łączności następuje strata tego połączenia. Opisany przypadek określa system łączności ze stratami połączeń;
- Abonent inicjujący połączenie po odczekaniu do chwili, gdy jeden z kanałów będzie wolny, może realizować żądane połączenie. System taki jest nazywany systemem bez strat połączeń, bądź systemem z oczekiwaniem.

Poza wyżej omówionymi dwoma podstawowymi rodzajami systemów łączności są możliwe również rozwiązania pośrednie, a mianowicie systemy, w których przewiduje się zarówno oczekiwania na połączenie, jak i straty połączeń. Abonent inicjujący połączenie w chwili zajętości wszystkich kanałów radiowych oczekuje na realizację połączenia przez pewien ściśle określony i stosunkowo krótki okres czasu, np. 15 s, po przekroczeniu którego połączenie przestaje być realizowane /zostaje stracone/.

W przypadku systemów radiotelefonicznej łączności ruchomej mogą również istnieć takie rozwiązania systemu /np. radziecki system ALTAJ/, w których dla pewnej grupy abonentów, na przykład abonentów ruchomych, system pracuje z oczekiwaniem, natomiast

dla innych abonentów, takich jak dyspozytorzy lub abonenci sieci telefonicznej, jest to system ze stratami połączeń. Budowane w ten sposób systemy łączności ruchomej mają na celu między innymi ułatwienie abonentom ruchomym nawiązywania połączeń w trudniejszych warunkach otoczenia, w których zwykle oni się znajdują /np. kierowcy w czasie jazdy/. Wydaje się, że takie rozwiązanie systemu jest słuszne i powinno być stosowane w praktyce.

Definiując w poprzednim punkcie średnie natężenie ruchu brano pod uwagę liczbę istniejących połączeń w pewnym okresie czasu, czyli brano pod uwagę ruch, który został zrealizowany przez system. W warunkach praktycznych, zgodnie z tym, co wyżej napisano, zachodzą przypadki, w których w zależności od rodzaju systemu część ruchu wytworzonego przez abonentów zostaje stracona bądź jego realizacja zostaje opóźniona. Całkowity ruch wytworzony w ramach systemu, tzn. suma ruchu zrealizowanego i straconego bądź opóźnionego, jest określany jako ruch oferowany.

W przypadku systemu ze stratami zależność pomiędzy ruchem oferowanym i zrealizowanym określa współczynnik strat:

$$B = \frac{A - Y}{A} \qquad /8/$$

gdzie: B - współczynnik strat,

A - wartość średniego natężenia ruchu oferowanego, obliczona na podstawie zależności podanej w rozdz.3.3.1,

Y - wartość średniego natężenia ruchu zrealizowanego, którą można wyznaczyć jedynie drogą pomiarów w już istniejących systemach łączności.

W zależności od założonego współczynnika strat do obliczeń przepustowości systemu można przyjmować jako podstawę wartość średniego natężenia ruchu oferowanego /w przypadku małych strat/ lub należy prowadzić obliczenia dokładne, uwzględniające wartość średniego natężenia ruchu zrealizowanego /w przypadku dużych strat/. Nierozróżnianie wartości tych dwóch współczynników może prowadzić bądź do niewykorzystania kanałów, bądź też do niedopuszczalnego pogorszenia jakości obsługi w systemie.

W przypadku systemów z oczekiwaniem wprowadzenie pojęć: ruch oferowany i zrealizowany jest niecelowe, ponieważ cały ruch wytwarzany przez abonentów jest realizowany. Istotne jest tu jedynie: maksymalny czas opóźnienia realizacji poszczególnych połączeń względnie średni lub inny czas opóźnienia.

Przeprowadzone wyżej ogólne rozważania dotyczące ruchu obejmują w zasadzie wszystkie przypadki mogące wystąpić w praktycznych rozwiązaniach systemów i sieci rozpatrywanego rodzaju łączności.

3.3.3. Liczba abonentów obsługiwanych przez system

Średnie natężenie ruchu w systemie, jak już wspomniano /patrz rozdz. 3.3.1/ zależy między innymi od liczby abonentów ruchomych korzystających z tego systemu. Liczba ta może być obliczona na podstawie podanej zależności /8/, przy założeniu pewnej średniej wartości ruchu wytwarzanego i możliwego do zrealizowania przez system. Z uwagi na brak obecnie odpowiednich danych określających potrzeby różnych abonentów ruchomych szczegółowe ustalanie

liczby abonentów, którzy mogliby korzystać z takiego lub innego systemu, jest niecelowe. Jest natomiast celowa i konieczna znajomość zjawisk zachodzących w systemie i na tej podstawie oszacowanie interesującej liczby.

Ogólnie, można przyjmować, że liczba abonentów ruchomych obsługiwanych przez określony system łączności, przy założonej jakości obsługi /wyrażającej się w zależności od przyjętego rozwiązania systemu bądź wielkością strat połączeń, bądź też czasem oczekiwania na realizację połączenia/ jest określona przede wszystkim przez wykorzystujących ten system abonentów ruchomych, a ściślej ich parametry ruchowe, jak: liczba połączeń, czas rozmowy itd., natomiast w ograniczonym stopniu zależy od zastosowanych rozwiązań technicznych danego systemu. Bardzo istotne są w tym przypadku przyjęte zasady eksploatacji, jak: zbiorowość, jednakowa dostępność do kanału itd. [9].

Wprowadzenie automatyzacji połączeń wykonywanych w systemie z punktu widzenia zwiększenia liczby abonentów jest na ogół korzystne, z tym, że stopień automatyzacji i uzyskane w wyniku korzyści mogą być różne i wymagają indywidualnego rozpatrzenia, w zależności od konkretnych potrzeb.

W końcu tego rozdziału trzeba jeszcze raz zwrócić uwagę, że korzystanie z ogólnej liczby abonentów systemu lub z liczby abonentów przypadających na jeden kanał radiowy danego systemu jako podstawowego kryterium wykorzystania kanałów w tym systemie,

bez uwzględniania innych czynników mających wpływ na wykorzystanie kanałów, na przykład specyfiki eksploatacyjnej abonentów i celu, któremu ma służyć dany system łączności, jest nieobiektywne i może prowadzić do bardzo dużych błędów. Dlatego też przy ocenie i obiektywnym porównywaniu wykorzystania kanałów w różnych systemach łączności ruchomej należy brać pod uwagę możliwie wszystkie aspekty tego zagadnienia, przedstawione w niniejszej publikacji.

3.4. Zagadnienia automatyzacji systemów łączności ruchomej

Zagadnienie automatyzacji procesu zestawiania połączeń decyduje zarówno o wyposażeniu technicznym systemu, jak również o sposobie obsługi i eksploatacji urządzeń przez abonentów tego systemu, a więc ogólnie decyduje o ekonomii systemu, czyli kosztach jego budowy i eksploatacji.

Wprowadzenie automatyzacji połączeń w systemie jest celowe i pożądane z następujących względów:

1/ ze względów eksploatacyjnych, pozwala ona bowiem na: uzyskanie przez abonentów szeregu korzyści, między innymi uproszczenie obsługi urządzeń przez zmniejszenie liczby niezbędnych manipulacji związanych z procesami zestawiania połączenia, a wykonywanych przez tych abonentów, jak również pozwala na zmniejszenie kosztów eksploatacyjnych;

2/ ze względu na poprawę wykorzystania kanałów w systemie, uzyskiwaną przez skracanie czasu zestawiania połączeń.

Należy tu jednak zaznaczyć, że poprawa wykorzystywania kana-

łów w tym przypadku jest ściśle uzależniona również od szeregu innych czynników, jak: rodzaj i przeznaczenie systemu.

Rozpatrywane zagadnienie jest bardzo obszerne i z uwagi na ograniczoną objętość niniejszej publikacji będą poniżej opisane tylko podstawowe jego aspekty.

Podstawowym czynnikiem warunkującym stosowanie automatyzacji w systemie łączności ruchomej jest wykorzystywanie w tym systemie stacji bazowej, pracującej dupleksowo /praca sieci semidupleksowa lub dupleksowa/.

Ponieważ obecnie w kraju w żadnym z resortów gospodarczych nie ma w eksploatacji systemów łączności całkowicie bądź w znacznym stopniu zautomatyzowanych[1/], interesujące zagadnienie będzie omówione na podstawie literatury i innych materiałów zagranicznych [3,10].

W procesie zestawiania połączenia można wyróżnić dwie fazy polegające na:

1/ wyszukiwaniu wolnego kanału, który może być użyty do nawiązania łączności;

2/ właściwym zestawieniu żądanego połączenia.

W ramach tych faz jest niezbędne wykonanie pewnych określonych czynności. Czynności te, zależnie od stopnia automatyzacji systemu, są wykonywane wyłącznie przez abonenta inicjującego połączenie /w

1/ Pierwsza eksperymentalna, w pełni zautomatyzowana sieć łączności ruchomej jest obecnie organizowana przez Instytut Łączności na obszarze miasta Warszawy. Całkowite wyposażenie techniczne tej sieci jest opracowywane przez Zakłady Radiowe RADMOR w Gdyni. Jest ono opisane w rozdz. 5. Sieć ta ma być uruchomiona w IV kwartale 1972 roku.

systemie bez automatyzacji/ bądź też częściowo przez abonenta, a częściowo w sposób automatyczny przez odpowiednie układy bądź urządzenia w systemach częściowo lub całkowicie zautomatyzowanych.

Można wyróżnić następujące podstawowe elementy automatyzacji związane z wyżej podanymi fazami połączenia:

- automatyczne wybieranie kanału w przypadku systemów wielokanałowych bądź sygnalizacja zajętości /lub niezajętości/ kanału w przypadku systemów jedno i wielokanałowych;
- wywołanie selektywne abonentów, które może być stosowane w jednym bądź też w obu kierunkach łączności;
- wytwarzanie, przesyłanie i wykorzystywanie niezbędnych sygnałów sterowania i sygnalizacji;
- identyfikacja abonentów, taryfikacja i zaliczanie rozmów.

Zależnie od zakresu zastosowania wyżej wymienionych elementów automatyzacji system łączności ruchomej jest określany jako system: bez automatyzacji, z częściową automatyzacją bądź całkowitą automatyzacją połączeń. Przy obiektywnej ocenie systemu i zaliczeniu go do odpowiedniej grupy, jak również przy porównywaniu systemów należy brać pod uwagę dodatkowe kryteria, jak: rodzaj i przeznaczenie systemu, tzn. czy jest to system łączności dla potrzeb resortowych, czy też ogólnych typu publicznego. To dodatkowe kryterium jest konieczne, inne bowiem wymagania co do zakresu automatyzacji są stawiane wymienionym systemom i inne występują potrzeby automatyzacji w tych systemach.

Wprowadzenie automatyzacji połączeń wymaga stosowania odpo-

wiednich rozwiązań urządzeń stanowiących techniczne wyposażenie danego systemu. Ogólnie można przyjmować, że im jest szerszy zakres stosowania automatyzacji, tym dany system wymaga bardziej bogatego i różnorodnego wyposażenia technicznego.

Najczęściej, w systemach łączności ruchomej obecnie budowanych za granicą, niezależnie od przeznaczenia danego systemu są stosowane: wywołanie selektywne abonentów /zależnie od potrzeb jedno lub dwukierunkowe/ oraz automatyczne wybieranie kanałów. Ponadto w sieciach ruchomych użytku publicznego z reguły stosuje się w celu ustalenia opłaty automatyczne ustalenie początku i końca połączenia, odpowiadające podniesieniu i odłożeniu mikrotelefonu na stacji abonenta ruchomego.

Jeżeli w systemie jest stosowane wywołanie selektywne, automatyczne wybieranie kanału oraz automatyczne przesyłanie niezbędnych sygnałów sterowania i sygnalizacji, proces nawiązywania połączenia z punktu widzenia czynności wykonywanych przez abonenta danej sieci jest analogiczny, jak przy nawiązywaniu połączenia w publicznej sieci telefonicznej. W innym przypadku, tzn. bez wyżej wymienionych elementów automatyzacji, zestawienie połączenia wymaga od abonenta szeregu dodatkowych czynności, jak np.: ustalenia wolnego kanału /np. drogą kolejnego ręcznego przełączania kanałów i prowadzenia nasłuchu na każdym z kanałów/, wywołania żądanego abonenta głosem itd.

Jak wynika z tych krótkich rozważań, główną korzyścią wprowadzania automatyzacji jest uproszczenie obsługi sieci. Automatyzacja zapewnia jednak również pewne poprawienie wykorzystania kanałów, aczkolwiek uzyskiwane korzyści mogą być różne w różnych systemach. Stosując automatyzację osiąga się skrócenie czasu ze-

stawiania połączeń, a więc skrócenie nieefektywnego czasu zajęcia kanału, to jest czasu nie związanego z przekazywaniem informacji. Skrócenie tego czasu uzyskuje się przez skrócenie czasu czynności powodujących zajęcie kanału, jak: wywołanie abonenta, przesłanie własnego numeru identyfikacyjnego itp.

W celu osiągnięcia maksymalnych korzyści z wprowadzenia automatyzacji połączeń w systemie stosuje się w zależności od potrzeb odpowiednie i kompleksowe rozwiązania całych systemów. Takie dwa warianty rozwiązania systemu zbiorowej sieci resortowej zostaną obecnie omówione.

W pierwszym wariancie przedstawionym na rys. 8a dyspozytorzy służb /bądź abonenckie centrale telefoniczne poszczególnych użytkowników/ są połączeni z centralą radiotelefoniczną za pośrednictwem telefonicznej sieci miejscowej. Zaletą takiego rozwiązania jest pełna integracja sieci radiowej z siecią telefoniczną. Centrala radiotelefoniczna z punktu widzenia konfiguracji sieci telefonicznej jest traktowana jako jedna z telefonicznych central abonenckich. W przedstawionym rozwiązaniu nakłady związane z budową dodatkowych linii przewodowych są na ogół nieduże, jednak takie rozwiązanie ma dość istotne wady związane z wykonywaniem wszystkich połączeń abonentów ruchomych z dyspozytorami przy wykorzystaniu telefonicznej sieci miejscowej, a mianowicie:

1/ czas zestawiania połączeń nawet przy pełnej automatyzacji systemu jest stosunkowo długi i zależy od stanu i sprawności miejscowej sieci telefonicznej, a więc w większości przypadków efektywne wykorzystanie kanałów w takiej sieci będzie małe;

2/ zastosowanie pełnej automatyzacji systemu powoduje to, że każ-

dy z abonentów ruchomych staje się jednym z normalnych abonentów sieci telefonicznej, co wymaga jego automatycznej identyfikacji i zespołu innych kosztownych urządzeń umożliwiających bezbłędne zaliczanie rozmów dla każdego z abonentów ruchomych.

Wariant drugi /rys. 8b/, w którym każdy z dyspozytorów jest dołączony do centrali radiotelefonicznej za pomocą wydzielonej linii przewodowej, przedstawia funkcjonalne i techniczne, odmienne rozwiązanie systemu, który może być wykorzystywany do tych samych celów. W tym przypadku wszystkie połączenia wykonywane w ramach systemu są kontrolowane przez dyspozytorów, którzy mogą być dołączeni nie tylko do centrali radiotelefonicznej, ale również do miejscowej sieci telefonicznej na prawach normalnych abonentów telefonicznych. W razie potrzeby dyspozytorzy ci przy wykorzystaniu dodatkowych prostych urządzeń mogą zestawiać połączenia abonentów ruchomych z abonentami publicznej sieci telefonicznej, odpowiednio kontrolując prowadzenie rozmowy. Takie rozwiązanie pozwala uniknąć stosowania w systemie łączności ruchomej drogich układów zaliczania i, w przypadku braku potrzeby, również urządzeń identyfikacji abonentów. W przedstawionym wariancie rozwiązanie systemu jest celowe, a nawet pożądane zastosowanie pełnej automatyzacji połączeń, w danym przypadku stosunkowo prostej, a pozwalającej na istotne w sieciach dyspozytorskich skrócenie czasu zestawiania połączeń.

Porównując przedstawione warianty rozwiązania systemu łączności ruchomej, można stwierdzić, że:

1/ z punktu widzenia wykorzystania kanałów oraz niezbędnych nakładów finansowych związanych z budową i eksploatacją systemu jest znacznie korzystniejszy drugi wariant sieci;

2/ z punktu widzenia możliwości wykonywania różnyc' połączeń przez abonentów ruchomych z abonentami sieci telefonicznej jest wygodniejszy wariant pierwszy.

Reasumując można stwierdzić, że pierwszy wariant może stanowić przykład rozwiązania radiotelefonicznej sieci ruchomej zbliżonej do sieci publicznej, natomiast drugi wariant przykład sieci resortowej typu dyspozytorskiego.

Oba wyżej przedstawione warianty rozwiązania systemu łączności w zakresie możliwości zastosowania w nich takich elementów automatyzacji, jak: wywołanie selektywne, automatyczne wybieranie kanału itp., można traktować jako równorzędne.

3.5. Sieci otwarte użytku publicznego

Ruchome sieci otwarte użytku publicznego podobnie jak publiczne sieci telefoniczne są budowane przez administracje łączności poszczególnych krajów dla tych wszystkich abonentów ruchomych, dla których usługi zapewniane przez typowe ruchome sieci dyspozytorskie są niewystarczające. Sieć ruchoma użytku publicznego musi więc przede wszystkim umożliwiać przekazywanie informacji pomiędzy dowolnymabonentem tej sieci a dowolnym abonentem sieci telefonicznej i w kierunku odwrotnym /dotyczy to sieci radiotelefonicznych, natomiast w sieciach przywoławczych z reguły informacje są przesyłane drogą radiową tylko w kierunku od abonenta stałego do abonenta ruchomego/. Ponadto sieć ruchoma użytku publicznego w miarę jej rozbudowy powinna zapewniać wspomniane przekazywanie informacji przy przemieszczaniu się abonenta ruchomego na coraz większym obszarze danego kraju, a w przyszłości być może i wielu krajów.

Zapewnienie tych możliwości jest związane z dużymi nakładami technicznymi i dlatego koszty przypadające na jednego abonenta ruchomej sieci otwartej są znacznie większe od kosztów przypadających na jednego abonenta ruchomej sieci dyspozytorskiej - resortowej /indywidualnej lub zbiorowej/. Z tego powodu w ostatnim czasie coraz szerzej rozwijają się znacznie prostsze i tańsze sieci przywoławcze użytku publicznego.

3.5.1. Radiotelefoniczne sieci otwarte

Ze względu na ograniczony zasięg fal ultrakrótkich ruchoma sieć otwarta musi się składać z wielu stacji bazowych obsługujących różne obszary kraju. Uwzględniając, iż zasięg jednej stacji bazowej przeważnie nie przekracza 30 km, liczba stacji bazowych konieczna do obsłużenia całego kraju wielkości Polski będzie rzędu 200.

Liczba kanałów radiowych konieczna do realizacji takiej sieci może być jednak znacznie mniejsza, ponieważ każdy z kanałów może być wielokrotnie powtarzany na różnych obszarach, odpowiednio daleko odległych od siebie. Zgodnie z przyjętymi w kraju zasadami gospodarki falowej zakresu 300 MHz dla radiotelefonicznej sieci otwartej użytku publicznego przewiduje się najmniejszą liczbę kanałów, konieczną do zbudowania sieci ogólnokrajowej, równą 65 [7]. Przy wykorzystaniu tej liczby kanałów każdy wycinek kraju byłby obsługiwany w zasadzie tylko przez jedną jednokanałową stację bazową. Jednak dla dużych miast i ośrodków życia gospodarczego jest konieczne dysponowanie grupami kanałów. Powoduje to konieczność powiększania ogólnej liczby kanałów przewidzianych

dla otwartej sieci radiotelefonicznej odpowiednio do przewidywanej jej przepustowości /związanej z maksymalną liczbą obsługiwanych abonentów ruchomych/ na poszczególnych obszarach jej działania.

Abonent ruchomy sieci otwartej, poruszający się po terenie całego kraju po odpowiedniej rozbudowie sieci, powinien zawsze mieć możliwość nawiązywania łączności, w zasadzie za pośrednictwem dowolnego kanału wolnego najbliższej stacji bazowej. Stąd wynika, że urządzenia radiotelefoniczne takich abonentów powinny być przystosowane do dostrajania do wszystkich kanałów przewidzianych dla rozpatrywanej sieci[1/]. Jest to o tyle istotne, iż koszty urządzenia ruchomego zależą w znacznym stopniu od liczby kanałów.

Właśnie ze względu na koszty, do niedawna największa liczba kanałów w urządzeniach ruchomych, pracujących w sieciach otwartych, była równa tylko 12 /sieć IMTS w USA, sieć "A" w NRF, system ALTAJ w ZSRR i inne/. Przy tak ograniczonej liczbie kanałów zwykle wyodrębniano około 8 kanałów jako jedną grupę, którą starano się powtarzać na obszarach dużych miast, wykorzystując pozostałe kanały dla zapewnienia łączności wzdłuż głównych szlaków komunikacyjnych. Takie rozwiązania mogą być stosowane w krajach, gdzie są znaczne odległości pomiędzy dużymi miastami /np. ZSRR lub USA/. W NRF, gdzie skupiska życia gospodarczego są gęsto rozmieszczone, podobnie jak na niektórych obszarach Polski, konieczne było zastosowanie innego rozwiązania, a mianowicie z ogólnej liczby 37 kanałów przewidzianych dla sieci A wy-

1/ W sieci tej, podobnie jak i w innych sieciach ruchomych, urządzenia stacji bazowych powinny być dostrojone do stałych, ustalonych z góry częstotliwości.

dzielono 7 tzw. kanałów ogólnokrajowych, przydzielając je w taki sposób, aby każda stacja bazowa była wyposażona w co najmniej jeden z tych kanałów. Tym samym urządzenie ruchome wyposażone we wspomniane 7 kanałów i w pozostałe kanały odpowiednie do miejsca jego najczęstszego działania ma zapewnioną łączność na terenie całego kraju, ale kosztem pogorszenia wykorzystania kanałów /podział kanałów na dwie grupy o niejednakowej dostępności/.

Obecne nowo otwarte sieci radiotelefoniczne mają coraz częściej urządzenia ruchome wyposażone w generatory z syntezą częstotliwości /z jednym generatorem kwarcowym i układami techniki cyfrowej/, umożliwiając dostrajanie radiotelefonu do bardzo wielu kanałów. Sieci z tego typu urządzeniami są na przykład obecnie budowane we Włoszech [10]. Należy się spodziewać, że w miarę postępów techniki cyfrowych obwodów scalonych stosunkowo znaczne teraz koszty generatorów z syntezą częstotliwości będą stopniowo malały i będą one znajdować coraz szersze zastosowanie.

Ogólnie można jednak stwierdzić, że koszty wyposażenia i eksploatacji ruchomych sieci otwartych są i będą stosunkowo duże, w związku z czym zakres ich zastosowania i liczby obsługiwanych abonentów w stosunku do ogólnej liczby abonentów ruchomych /abonentów sieci dyspozytorskich/ jeszcze przez długi czas będą stosunkowo małe. Wyrazem tych tendencji są nieduże liczby kanałów zarezerwowane dla wspomnianych nowych sieci budowanych w NRF i we Włoszech, nie przekraczające w żadnym z tych krajów liczby 20.

Jednym z podstawowych problemów, który musi być rozwiązany przy opracowywaniu otwartej sieci radiotelefonicznej, jest sprawa nawiązywania połączenia z wybranym abonentem ruchomym, w przy-

padku jeżeli nie jest znane miejsce jego pobytu na terenie kraju. Teoretycznie istnieją dwie podstawowe możliwości:

- wywołanie abonenta równocześnie na całym obszarze działania sieci /na terenie całego kraju/ lub
- wywoływanie tego abonenta kolejno na obszarach objętych przez zasięg poszczególnych stacji bazowych.

Pierwszy z wymienionych sposobów wymaga centralnego sterowania wszystkimi wywołaniami w sieci przez jeden ośrodek centralny połączony siecią wydzielonych linii /przewodowych lub radiowych/ ze wszystkimi stacjami bazowymi. Jest to rozwiązanie bardzo kosztowne i może być stosowane jedynie na obszarach stosunkowo małych krajów.

Kolejne wywoływanie abonenta ruchomego jest niezbyt wygodne ze względu na dłuższy czas takiego wywoływania /a w przypadku, gdy jest ono wykonywane własnoręcznie przez abonenta inicjującego rozmowę, stwarza również duże obciążenie sieci telefonicznej, związane z wielokrotnym wybieraniem różnych cyfr i oczekiwaniem na odpowiedź/ i związaną z tym możliwość przemieszczenia się żądanego abonenta ruchomego z obszaru stacji bazowej, przez którą jeszcze nie był wywoływany, do obszaru zasięgu innej stacji bazowej, gdzie był już bezskutecznie wywoływany. Nawiązanie łączności w takim przypadku jest bardzo utrudnione.

Pomimo tych wad, sposób kolejnego wywoływania, ze względu na mniejsze koszty, jest stosowany w większości radiotelefonicznych sieci otwartych użytku publicznego. W pozostałych sieciach otwartych abonenci o nieznanym miejscu pobytu są wywoływani albo równocześnie przez grupę stacji bazowych, jak na przykład w

francuskim systemie STAMP, rozmieszczonych wzdłuż wybranej trasy komunikacyjnej/, albo przez specjalne stacje bazowe o większym zasięgu, przewidziane specjalnie do transmisji sygnałów wywołań. W niektórych przypadkach, jak na przykład w sieci włoskiej, te ostatnie stacje są wykorzystywane równocześnie do transmisji sygnałów sieci przywoławczej. Należy zwrócić uwagę, że wywoływanie abonenta na obszarze większym od obszaru objętego zasięgiem jednej radiotelefonicznej stacji bazowej jest zawsze związane ze stosowaniem dodatkowych wydzielonych linii transmitujących sygnały wywołań bądź sygnały telefoniczne.

Sprawa wywołania żądanego abonenta ruchomego jest jeszcze związana z zastosowaniem odpowiedniego systemu wybierania kanałów i systemu wywołania selektywnego abonentów ruchomych.

System wybierania kanałów powinien umożliwiać łatwe i jednoznaczne określenie:

a/ kanału radiowego, który powinien być wykorzystany do transmisji sygnału wywołania żądanego abonenta ruchomego, znajdującego się na obszarze działania danej stacji bazowej /tzn. kanału, do którego jest dostrojony odbiornik tego abonenta w czasie nasłuchu/;

b/ kanału radiowego, który powinien być wykorzystany do prowadzenia rozmowy, która może być zrealizowana w wyniku wymienionego wyżej wywołania oraz

c/ kanału radiowego, który powinien być wykorzystany przez abonenta ruchomego inicjującego wywołanie.

W sieciach z ręcznym przełączaniem kanałów w urządzeniach ruchomych przeważnie stosuje się jeden, wydzielony na stałe kanał, tzw. kanał wywoławczy, spełniający funkcję określoną w punkcie a. W takich sieciach abonent ruchomy, przemieszczający się z obszaru działania zasięgu jednej stacji bazowej do obszaru działania drugiej stacji bazowej, chcąc odbierać wysyłane do niego sygnały wywołania, musi znać kanał wywoławczy tej drugiej stacji bazowej i odpowiednio przestroić swój odbiornik.

W sieciach z automatycznym wybieraniem kanałów stosowane są różne systemy wybierania, z których jako najważniejsze można wymienić następujące systemy:

- z wydzielonym stałym kanałem wywoławczym /system zapewniający przy odpowiednim zaprojektowaniu bardzo dużą przepustowość sieci/,
- ze zmiennym kanałem wywoławczym, w którym specjalnie cechowany kanał wywoławczy po nawiązaniu na nim połączenia staje się kanałem rozmównym, przy czym sygnał cechujący jest automatycznie przeniesiony na inny kanał, który staje się wywoławczym i wszystkie urządzenia ruchome prowadzące nasłuch dostrajają się do tego kanału;
- z dowolnym kanałem wolnym wykorzystywanym jako kanał wywoławczy; w tym systemie każdy z odbiorników ruchomych prowadzących nasłuch kolejno dostraja się do poszczególnych kanałów, sprawdzając czy nie jest on wywoływany na którymkolwiek z tych kanałów /przy stosowaniu tego systemu jest konieczne wprowadzenie odpowiedniego wywołania selektywnego, umożliwiającego odbiór sygnału wywołania skierowanego do danego abonenta rów-

nież w przypadku, gdy jego nadawanie rozpoczęło się w chwili, gdy odbiornik tego abonenta był dostrojony do dowolnego innego kanału/;

- z przesyłaniem sygnału wywoławczego przez wszystkie kanały radiowe wolne w danym momencie /system ten preferuje nawiązywanie połączeń w kierunku do abonentów ruchomych/.

Wśród rozmaitych systemów wywołania selektywnego stosowanych w radiotelefonicznych sieciach otwartych użytku publicznego można wyróżnić następujące podstawowe systemy:

- częstotliwościowe, w których numer abonenta jest określony przez kilka /praktycznie stosuje się do 4/ sygnałów o różnych częstotliwościach nadawanych równocześnie; wadą tych systemów jest stosunkowo mała pojemność numeryczna /zależna od liczby częstotliwości/ i trudności związane z przechodzeniem na ten system numeracji sygnałów wybierczych sieci telefonicznej; w związku z tym systemy częstotliwościowe nie są stosowane w nowych sieciach;
- impulsowe /czasowe/, w których numer abonenta jest określony przez pewien zbiór jednakowych impulsów odpowiednio rozmieszczonych w czasie; podstawową zaletą tych systemów jest taniość urządzeń budowanych przy wykorzystaniu typowych elementów scalonych techniki cyfrowej, natomiast wadą ich jest mała odporność na krótkotrwałe zaniki sygnałów /w celu usunięcia tej wady sygnały wywoławcze tego systemu są nadawane kilkakrotnie i są stosowane specjalne kody umożliwiające określanie błędnie odebranych sygnałów/;

- czasowo-częstotliwościowe, w których poszczególnym cyfrom lub grupom cyfr odpowiadają określone częstotliwości wysyłane w tej samej kolejności, w jakiej występują one w numerze żądanego abonenta ruchomego; systemy te są stosunkowo często stosowane ze względu na nieograniczoną pojemność numeryczną, stosunkowo znaczną pewność prawidłowego odbioru sygnałów i łatwość przejścia na inne systemy numeracji dziesiętnej; najbardziej znanym systemem wywołania selektywnego czasowo-częstotliwościowego jest tzw. system SSFC zalecony przez CCIR dla służb morskich i również często stosowany w służbach lądowych [4,5].

W celu skrócenia czasów rozmów i dzięki temu obsłużenia możliwie dużej liczby abonentów /dużej przepustowości sieci/ w otwartych sieciach ruchomych z reguły stosuje się opłaty za każdą rozmowę zależnie od czasu jej trwania. Wymaga to stosowania bardzo pewnych systemów identyfikacji abonentów ruchomych. Do identyfikacji wykorzystuje się takie same sygnały jak używane do wywoływania abonentów ruchomych. Stosowanie liczników określających zapłatę za rozmowy jest utrudnione w przypadku sieci ruchomych obejmujących swym zasięgiem wiele stacji bazowych, ponieważ wymaga, aby każdy abonent, który może się poruszać po dużym obszarze, miał tyle liczników, aby każda rozmowa inicjowana za pośrednictwem dowolnej ze stacji bazowych obsługujących ten obszar była zawsze zaliczona. Z tego powodu liczniki są stosowane rzadko i tylko dla abonentów miejscowych, we wszystkich innych przypadkach są używane drukarki rejestrujące kolejno numery poszczególnych abonentów inicjujących rozmowy, wielkości opłat i ewen-

tualnie inne dane pomocnicze, jak na przykład data i numer abonenta wywoływanego.

Podany pobieżny przegląd głównych zagadnień związanych z budową otwartych sieci radiotelefonicznych wskazuje, że budowa takich sieci jest trudna i kosztowna. Z tego względu koszty, które ponoszą abonenci tych sieci są stosunkowo znaczne. W celu orientacji można podać, że zgodnie z danymi podanymi w czasopiśmie włoskim z roku 1970 [10] w większości krajów opłata składała się z 3 części:

- opłaty miesięcznej za dzierżawę urządzenia ruchomego /amortyzacja i konserwacja/ - od 19000 lirów /około 30 $/ w Holandii do 31000 lirów /około 50 $/ w USA,
- opłaty rocznej za użytkowanie urządzeń stałych sieci - od 50000 lirów /około 80 $ / w Anglii do 150000 lirów /około 240 $ / w USA,
- opłaty za rozmowy - od 36 lirów /około 0,06 $ / za 3 minuty w Szwajcarii do 54 lirów /około 0,09 $ / za minutę w Danii.

3.5.2. Otwarte sieci przywoławcze

W wielu przypadkach korzyści wynikające ze stosowania łączności ruchomej mogą być uzyskiwane nawet, gdy informacje będą przesyłane tylko w jednym kierunku /od abonenta stałego do abonenta ruchomego/ i równocześnie ich liczba będzie bardzo ograniczona, na przykład, do kilku podstawowych informacji. W skrajnym przypadku może to być tylko jedna informacja oznaczająca, że dany abonent ruchomy powinien nawiązać łączność radiotelefonicz-

ną lub telefoniczną /np. z automatu ulicznego/ z uprzednio ściśle ustalonym miejscem, na przykład z miejscem, w którym on normalnie przebywa w czasie swojej pracy lub z miejscem pracy swojego przełożonego. Ten rodzaj usług zapewniają tak zwane sieci przywoławcze, które podobnie jak i sieci radiotelefoniczne w zależności od zastosowanych rozwiązań i innych czynników mogą być podzielone na sieci przywoławcze resortowe i otwarte sieci przywoławcze użytku publicznego. Duże znaczenie tych ostatnich wymaga szerszego omówienia podstawowych zagadnień związanych z budową tych sieci.

Obecnie spotyka się dwa rodzaje otwartych sieci przywoławczych:

- sieci o zasięgu jednego miasta, przy czym odpowiednia budowa takiej sieci /moce nadajników, czułość odbiorników itp./ zapewnia prawidłowy odbiór sygnałów również w przypadku, gdy abonent ruchomy razem ze swoim urządzeniem będzie znajdował się w różnych miejscach wewnątrz budynków danego miasta; jako abonenckie urządzenia ruchome stosuje się miniaturowe odbiorniki noszone w kieszeniach przez abonentów;
- sieci o dużym zasięgu, często całego kraju, zapewniające w zasadzie prawidłowy odbiór sygnałów tylko na zewnątrz budynków, na przykład przez urządzenia zainstalowane na samochodach.

Jako przykłady pierwszego rodzaju systemów sieci, które można by nazwać systemami sieci miejskich, można wymienić: system amerykański "Bell-Boy", japoński "Pocket-Bell" i nowy system szwajcarski obecnie eksperymentowany na obszarze Berna [11, 12].

Przykładami drugiego rodzaju systemów sieci, systemów sieci ogólnokrajowych, są: system szwajcarski "Autoruf", holenderski

"Semaphone" lub ujednolicony system zachodnioeuropejski, zwany systemem CEPT na podstawie skrótu organizacji administracji łączności kapitalistycznych krajów europejskich, która ten system przyjęła i zaleciła do stosowania [3].

Każda z sieci przywoławczych ma z reguły jedną centralę, do której zgłaszają się abonenci sieci telefonicznej, przekazując numery żądanych abonentów ruchomych i ewentualnie dodatkowe informacje /w przypadku, gdy odpowiednia sieć umożliwia przekazywanie takich informacji/ za pośrednictwem swojej tarczy telefonicznej lub innych urządzeń przewidzianych do wybierania numerów w danej sieci przewodowej. Ze względu na to, że zgłoszenia do central przywoławczych napływają w nieregularnych odstępach, a poza tym mogą napływać wtedy, gdy sieć jest w danej chwili zajęta, każda z nich powinna być wyposażona w układy pamięci umożliwiające zarejestrowanie i opóźnienie wysłania otrzymanego sygnału o pewien okres czasu konieczny do przesłania do nadajników wszystkich innych sygnałów wywołań, wcześniej otrzymanych przez daną centralę.

Układ pamięci umożliwia również kilkakrotne nadawanie tego samego sygnału - przeważnie dwukrotne - w pewnym odstępie czasu, znacznie powiększając prawdopodobieństwo prawidłowego odbioru tego sygnału przez odbiornik żądanego abonenta ruchomego.

Przeważnie w centralach sieci przywoławczej znajdują się różne urządzenia pomocnicze, jak na przykład automaty sprawdzające, czy numer żądanego abonenta ruchomego jest zarejestrowany w odpowiednim spisie oraz magnetofony przekazujące głosem informacje do abonentów telefonicznych.

Krótki czas trwania jednego sygnału, nawet przy jego powtarza-

niu, umożliwia obsłużenie bardzo dużej liczby abonentów - rzędu 10000 - przy wykorzystaniu tylko jednego kanału radiowego. W celu uzyskania wymaganej wartości natężenia pola na całym obszarze działania sieci przeważnie istnieje potrzeba stosowania wielu nadajników transmitujących równocześnie te same sygnały z jednej centrali radiotelefonicznej. Związane z tym trudności, które mogą powstać w punkcie odbioru sygnału są usuwane w różny sposób. W rozwiązaniach, w których jest stosowana modulacja częstotliwości stosuje się synchronizację częstotliwości nośnych nadajników oraz wyrównywanie wartości i fazy dewiacji. W przypadku modulacji amplitudy, spotykanej częściej ze względu na prostsze rozwiązania odbiorników, zamiast synchronizacji częstotliwości nośnych stosuje się przesunięcia pomiędzy częstotliwościami nośnymi sąsiadujących nadajników, pracujących w tym samym kanale. Wartość przesunięcia jest przy tym nieco większa od wartości wykorzystywanej w sieci maksymalnej częstotliwości modulującej, ale znacznie mniejsza od szerokości pasma odbiornika, który tym samym jest zdolny do odbioru sygnałów z wszystkich nadajników jednej sieci.

W przypadku budowy sieci składającej się z wielu nadajników pracujących w różnych kanałach częstotliwościowych stosuje się również transmisję sygnału wybranego abonenta kolejno przez wszystkie nadajniki, zmieniające swoje częstotliwości nośne odpowiednio do nadawanych w danym momencie sygnałów, przy czym centrala musi rozsyłać sygnały w taki sposób, aby w żadnej chwili nadajniki, które mogłyby się zakłócać nie były dostrojone do częstotliwości tego samego kanału.

W niektórych sieciach przywoławczych do transmisji sygnałów są stosowane nadajniki radiofoniczne UKF-FM promieniujące rów-

nocześnie sygnały radiofoniczne i przywoławcze, przy czym te ostatnie są przesunięte do pasma leżącego powyżej pasma sygnałów radiofonicznych.

Odbiorniki sieci przywoławczych z reguły są wykonywane w postaci urządzeń noszonych /w razie potrzeby są przystosowane również do pracy w samochodach/, z wbudowanymi źródłami zasilania i często z anteną umieszczoną wewnątrz obudowy odbiornika. Ze względu na cenę konstrukcja takich odbiorników jest możliwie prosta, czasami nawet kosztem zmniejszenia czułości. Z tego samego względu w stopniach pośredniej częstotliwości są używane detektory superreakcyjne.

Systemy wywołania selektywnego stosowane w sieciach przywoławczych są bardzo zbliżone do systemów wywołania selektywnego stosowanych w sieciach radiotelefonicznych. Przeważnie są to systemy czasowo-częstotliwościowe, dziesiętne. W przypadku możliwości transmisji przez sieć kilku informacji pomocniczych /obok informacji podstawowej, tj. sygnału wywołania/ są one przesyłane bądź w postaci oddzielnej cyfry uzupełniającej numer abonenta, bądź też za pośrednictwem odpowiedniego powtórzenia niektórych lub wszystkich cyfr jego numeru. Możliwość przesłania jednej, wybranej z kilku, informacji dodatkowej znacznie rozszerza użyteczność sieci przywoławczej, gdyż zależnie od potrzeb i okoliczności każdy z abonentów ruchomych może ustalić z abonentami stałymi, którzy mogą go wywoływać, różne znaczenia poszczególnych cyfr, przy czym znaczenia te mogą być często zmieniane.

Reasumując ten krótki przegląd zagadnień związanych z budową sieci przywoławczych, należy podkreślić, że chociaż w tych sieciach jest wymagana bardzo duża pewność pracy /ze względu na

brak możliwości sprawdzenia czy sygnał został prawidłowo odebrany/, to jednak z uwagi na bardzo dużą liczbę abonentów ruchomych obsługiwanych przez jedną sieć budowa i eksploatacja takich sieci jest znacznie tańsza niż sieci radiotelefonicznych. Dlatego też w krajach, w których sieć łączności przewodowej jest rozwinięta i sprawnie działająca otwarte sieci przywoławcze cieszą się dużym powodzeniem i są bardzo szybko i szeroko rozbudowywane.

3.6. Aspekty ekonomiczne sieci zbiorowych

Lepsze wykorzystanie kanałów uzyskiwane w sieciach zbiorowych jest niewątpliwie związane z korzyściami ekonomicznymi w skali ogólnokrajowej. Użytkownika sieci interesuje jednak suma kosztów, które będzie musiał on ponosić na budowę i eksploatację potrzebnych mu urządzeń. Rozpatrując z tego punktu widzenia sieci zbiorowe, należy rozróżnić sieci zbiorowe resortowe i ruchome sieci użytku publicznego.

W przypadku sieci zbiorowych resortowych urządzenia ruchome stosunkowo nieznacznie będą się różnić od urządzeń ruchomych pracujących w sieciach indywidualnych. Główna różnica będzie polegać na powiększeniu liczby kanałów /w przypadku sieci zbiorowych wielokanałowych/, gdyż pozostałe dodatkowe wyposażenie radiotelefonów pracujących w sieciach zbiorowych, jak układy wywołania selektywnego i identyfikacji, jest stosowane dla wygody użytkowników również w sieciach indywidualnych grupujących duże liczby abonentów ruchomych. Tym samym należy uznać, że różnica w kosztach urządzeń ruchomych w obu ostatnich wymienionych sieciach nie będzie duża.

Wyposażenie stałe zbiorowych sieci resortowych jest niewątpliwie bardziej złożone i droższe od urządzeń stałych sieci indywidualnych. W chwili obecnej ze względu na brak danych jest trudno określić wspomnianą różnicę kosztów dla warunków krajowych. Należy jednak zwrócić uwagę, iż w sieciach zbiorowych jest z reguły większa liczba abonentów ruchomych przypadająca na jeden kanał, a więc koszty urządzeń stałych - włącznie z nakładami na wykonanie projektów sieci, instalacje urządzeń, budowę masztów antenowych itp. - przypadające na jednego abonenta ruchomego nie będą dużo większe.

Dalsze poważne zmniejszenie kosztów ponoszonych przez każdą z jednostek eksploatujących sieć zbiorową może być uzyskane przez zmniejszenie kosztów eksploatacyjnych, a szczególnie osobowych. Mianowicie, uwzględniając że w sieci wielokanałowej liczba równocześnie prowadzonych rozmów może być najwyżej równa liczbie kanałów rozmównych w rozpatrywanej sieci, można ograniczyć liczbę dyspozytorów pracujących w tej sieci do wspomnianej liczby kanałów rozmównych, pod warunkiem, że każdy z dyspozytorów,dzięki odpowiedniemu przeszkoleniu, będzie zdolny do natychmiastowego załatwiania większości spraw zgłaszanych do niego za pośrednictwem sieci radiowej lub aparatu telefonicznego, niezależnie od tego, którego z użytkowników sieci dotyczy dana sprawa. Opisane rozwiązanie, choć trudne organizacyjnie, to jednak, jak wykazują doświadczenia zagraniczne, jest możliwe do realizacji, dając szereg różnorodnych korzyści, jak:

- możliwość uzyskania dużej przepustowości sieci, między innymi z uwagi na:

- wyeliminowanie przypadków oczekiwania abonentów ruchomych jednego użytkownika na nawiązanie połączenia w czasie, gdy dyspozytor danej służby jest już zajęty rozmową;
- wyeliminowanie możliwości czekania przez dyspozytora na zwolnienie kanału radiowego;
- większą zrozumiałość w trudnych warunkach propagacyjnych /między innymi przez zmniejszenie liczby urządzeń wchodzących w skład toru rozmównego wskutek lokalizacji dyspozytorów obok urządzeń centrali radiotelefonicznej/;
- możliwość obsługi całej sieci przez zmniejszoną liczbę dyspozytorów /np. tylko jednego/ w godzinach małego ruchu, na przykład w nocy.

Takie rozwiązanie, wypróbowane praktycznie między innymi w sieci w Göteborgu /która obsługując wszystkie służby miejskie od straży przeciwpożarowej poprzez służby konserwacji różnych sieci, oczyszczania miasta itp. aż do biblioteki miejskiej/, pozwala zmniejszyć ogólne koszty zbiorowej resortowej sieci wielokanałowej nawet poniżej kosztów wielu sieci indywidualnych koniecznych do obsługi tych samych użytkowników.

Proponuje się, aby wyżej opisane lub podobne rozwiązanie zbiorowej sieci resortowej zostało zastosowane w warunkach krajowych.

W przypadku sieci otwartej użytku publicznego rozważania ekonomiczne są bardzo złożone. Na podstawie danych zagranicznych należy uznać, że w przypadku sieci, w których połączenia są wykonywane ręcznie, jak np. sieć duńska, koszt urządzenia ruchomego będzie bardzo zbliżony do kosztów analogicznego urządzenia dla

resortowej sieci indywidualnej. Natomiast w przypadku sieci publicznej całkowicie zautomatyzowanej koszt urządzenia ruchomego może być 3 do 4 razy większy. Różnica w kosztach urządzeń stałych jest jeszcze większa. Należy tu jednak zaznaczyć, że w prostych sieciach z obsługą ręczną są znacznie większe koszty eksploatacyjne - a szczególnie koszty personelu obsługującego sieć. Te ostatnie powodują, że nowe systemy sieci otwartych przewidziane do obsługiwania większych obszarów, nawet obszarów całych krajów przeważnie są budowane jako sieci całkowicie automatyczne.

Niektóre dane dotyczące opłat ponoszonych przez abonentów sieci ruchomych w różnych krajach są podane powyżej w rozdziale omawiającym publiczne sieci radiotelefoniczne. Ogólnie można stwierdzić, że koszty przypadające na jednego abonenta publicznej sieci ruchomej radiotelefonicznej są znacznie większe od kosztów przypadających na podobnego abonenta sieci resortowej. Powiększenie zakresu usług świadczonych w sieciach łączności ruchomej uzyskiwane przez możliwość wykorzystywania telefonicznej sieci publicznej jest więc zawsze związane ze znacznym powiększeniem kosztów.

4. PROPOZYCJE DOTYCZĄCE ORGANIZACJI I EKSPLOATACJI SIECI ZBIOROWYCH

Na podstawie wyżej przedstawionych rozważań można stwierdzić, że dalszy rozwój lądowej radiokomunikacji ruchomej w kraju narzuca konieczność budowy różnych sieci eksploatowanych w sposób zbiorowy. Istnieje pilna potrzeba budowy sieci radiotele-

foniczuych zbiorowych zarówno resortowych, jak i sieci otwartej użytku publicznego.

Budowa zbiorowych sieci resortowych przez poszczególnych użytkowników, z uwagi na istniejące trudności formalnoprawne związane ze wspólną inwestycją i następnie wspólną eksploatacją, dotychczas nie była realizowana. Zdaniem autorów istnieje pilna potrzeba przezwyciężenia tych trudności, na przykład przez zmuszanie użytkowników do budowy sieci zbiorowych, drogą odpowiednio dokonywanych przydziałów kanałów częstotliwościowych.

Łączność ruchoma w resorcie łączności dotychczas była rozwijana bardzo powoli. Zgodnie z ostatnimi decyzjami kierownictwa resortu, w najbliższym czasie nastąpi jednak szybki i szeroki rozwój tej łączności. Będą rozwijane dwa rodzaje sieci, a mianowicie: sieci dla bezpośrednich potrzeb resortu łączności oraz ogólnokrajowa sieć ruchoma, współpracująca z publiczną siecią telefoniczną.

W tych warunkach, zdaniem autorów, powstała obecnie konieczność powołania w resorcie łączności służby lądowej radiokomunikacji ruchomej. Zakres działalności tej służby obejmowałby między innymi:

1/ prowadzenie eksploatacji stacji bazowych lądowej radiokomunikacji ruchomej pracujących w następujących sieciach, będących w opiece resortu łączności:

- sieci dla bezpośrednich potrzeb resortu łączności, na przykład sieci zamknięte wewnątrzresortowe /ambulanse, konserwacja sieci, transport itp./,
- sieci ruchome użytku publicznego /w tym i sieci przywoławcze/;

2/ działalność organizacyjną i inwestycyjną obejmującą:

- badanie potrzeb użytkowników, z punktu widzenia ich obsłużenia, i rejestrację tych potrzeb;
- organizowanie grup abonentów do włączenia do poszczególnych sieci;
- planowanie, opracowywanie programów rozwoju poszczególnych rodzajów sieci;
- planowanie i zapewnienie linii przewodowych wydzielonych /dzierżawionych/ koniecznych do pracy sieci radiotelefonicznych, wyżej wymienionych w punkcie 1;
- budowanie stacji bazowych dla sieci wymienionych w punkcie 1;
- nadzór nad instalacją stacji ruchomych wchodzących w skład wyżej wymienionych sieci;
- gospodarka opłatami za włączenie abonentów do sieci i za prowadzone rozmowy /współpraca z PPTiT/;
- prowadzenie działalności popularyzacyjnej i informacyjnej w zakresie korzystania z łączności ruchomej;

3/ utrzymanie sieci

- opracowanie regulaminów użytkowania urządzeń przy współpracy z PIR;
- konserwacja stacji bazowych;
- zbieranie danych kształtujących współczynniki eksploatacyjne sieci;

- współpraca z ośrodkami napraw i konserwacji stacji ruchomych;
- prowadzenie laboratorium dla potrzeb służby.

5. URZĄDZENIA SIECI ZBIOROWYCH OPRACOWANE W KRAJU[1/]

5.1. Sieć półotwarta z jednym stanowiskiem dyspozytorskim z ręcznym zestawianiem połączeń

Urządzenia tej sieci umożliwiają budowę kompleksowych systemów łączności dyspozytorskiej, pracujących w pasmach 148 - - 161 MHz lub 160 - 174 MHz. Rozwiązanie konstrukcyjne poszczególnych urządzeń umożliwiające:

- odbiór zbiorczy
- selektywne wywołanie i identyfikację abonentów ruchomych
- współpracę z abonentami trzech różnych central telefonicznych

decydują o wysokich parametrach techniczno-eksploatacyjnych sieci. Cechą charakterystyczną istniejącego rozwiązania jest występowanie jednego stanowiska dyspozytorskiego, umożliwiającego sterowanie pracą wszystkich urządzeń sieci.

Określa ono zakres stosowania systemu, preferując go do tworzenia sieci zbiorowych grupujących różnych użytkowników podpo-

---

[1/] W niniejszym rozdziale zachowano nomenklaturę autora, stosowaną w materiałach informacyjnych wydawanych przez ZR "RADMOR", różniącą się od pojęć wprowadzonych i używanych w publikacjach Instytutu Łączności, ogólnie przyjętych w kraju. Dotyczy to np. pojęć: "centrala radiotelefoniczna, "urządzenie transmisyjne" i "urządzenie łącznicowe".

rządkowanych głównemu dyspozytorowi, obejmujących obszarem swego działania teren dużego ośrodka miejskiego lub przemysłowego.

Zestaw eksploatacyjny sieci tworzą:

- stacja bazowa, której wyposażenie jest dalej nazwane centralą radiotelefoniczną CR-8001;
- urządzenia przewoźne - radiotelefony FM-306;
- urządzenia przenośne - radiotelefony FM-315.

Poszczególne urządzenia są omówione poniżej z podkreśleniem cech typowych dla pracy w sieciach zbiorowych.

Opis ten nie obejmuje radiotelefonów FM-315 znanych i eksploatowanych od kilku lat w wielu już istniejących sieciach.

5.1.1. Centrala radiotelefoniczna CR-8001

Centrala CR-8001 jest zespołem urządzeń przeznaczonym do pracy jako stacja stała w systemach pracujących z modulacją częstotliwości.

Dzięki wyposażeniu jej w urządzenia odbioru zbiorczego i możliwości pracy jako stacji przekaźnikowej zapewnia ona pokrycie znacznego obszaru terenu, dobrą współpracę z urządzeniami o małej mocy wyjściowej nadajnika oraz wymianę informacji między stacjami ruchomymi, znajdującymi się nawet na przeciwległych krańcach zasięgu. Układ odbioru zbiorczego przy prawidłowej lokalizacji terenowej poszczególnych urządzeń centrali zabezpiecza pokrycie terenu o promieniu rzędu 40 km.

W sieci istnieje również możliwość nasłuchu na dowolnie wybra-

nym jednym z 12 kanałów, niezależnie od normalnej pracy na innym kanale. Zastosowanie selektywnego wywołania i identyfikacji abonentów ruchomych ułatwia i skraca czas wywołania i nawiązywania łączności do około 1 sekundy.

Centrala jest w pełni stranzystoryzowana i wyróżnia się: dużą prostotą obsługi, manipulowanymi zdalnie /za pośrednictwem linii telefonicznych/ urządzeniami w.cz. i szeroko zastosowaną automatyczną sygnalizacją zwrotną.

Podstawowe parametry

Zakres częstotliwości /MHz/	148-161 lub 160-174
Liczba kanałów	12
Odstęp międzykanałowy /kHz/	25 lub 50
Rodzaj pracy:	a/ simpleks z odbiorem zbiorczym na ustalonym kanale odbioru zbiorczego
	b/ simpleks w dowolnym kanale z nasłuchem lub bez na ustalonym kanale odbioru zbiorczego
	c/ duosimpleks z inną częstotliwością nadajnika w stosunku do częstotliwości odbioru zbiorczego
	d/ stacja przekaźnikowa z rozstawem częstotliwości jak w punkcie c

	e/ nasłuch na dowolnym kanale.
Dopuszczalne tłumienie linii manipulacyjnych i transmisyjnych:	1,2 Np
Urządzenie łącznicowe	
Liczba odbiorników odbioru zbiorczego	maks. 6 dla jednego kanału
Pojemność numeryczna układu selektywnego wywołania i identyfikacji abonenta	maks. 810 abonentów
Kod selektywnego wywołania	trójelementowy, czasowo-częstotliwościowy
Liczba zakończeń radiotelefonicznych z przystosowaniem do central CBa, CB	trzy
Urządzenie dyspozytorskie	
Tor nadawczy	jeden
Tor odbiorczy	dwa
Moc wyjściowa torów odbiorczych	
- głośników	maks. 1,5 W
- słuchawek	maks. 10 mW
Sygnalizacja:	
- stanu pracy	optyczna i akustyczna
- selektywnego wywołania i identyfikacji	wskaźniki cyfrowe

Elementy manipulacji	przyciski
Zasilanie	110, 220 V/50 Hz, awaryjne 24 V=
Gabaryty /mm/:	
- urządzenie dyspozytorskie	675 x 460 x 195
- urządzenia łącznicowe	510 x 250 x 2320
- urządzenie nad.-odbiorcze i odbiorcze	510 x 250 x 1700

Zestaw eksploatacyjny centrali tworzą:

- urządzenie dyspozytorskie	UD 8061	- 1 szt.
- urządzenie łącznicowe	ŁNO 8042	- 1 szt.
- urządzenie łącznicowe	ŁOF 8044	- 1 szt.
- urządzenie łącznicowe	ŁOZ 8041	- 1 szt.
- urządzenie nad.-odb.	NO 8012	- 1 szt.
- urządzenie odbiorcze	OF 8012	- 1 szt.
- urządzenie odbiorcze	OZ 8011	- 3 szt. /maks. 6 szt./

Schemat blokowy centrali jest przedstawiony na rys. 9.

Urządzenie dyspozytorskie UD 8061 jest przeznaczone do sterowania pracą sieci i sygnalizacji podstawowych stanów poszczególnych urządzeń wchodzących w skład centrali radiotelefonicznej.

W urządzeniu tym, wykonanym w formie pulpitu przystosowanego do postawienia na biurku, poszczególne elementy manipulacji i sygnalizacji zostały rozmieszczone w sposób funkcjonalny, tworząc następujące wydzielone pola:

- lokalny aparat telefoniczny

- pole linii telefonicznych
- pole selektywnego wywołania i wskaźnik cyfrowy
- pole radiotelefonu
- pole odbiornika.

Takie rozwiązanie oraz zastosowanie podświetlanych przycisków sterujących spełniających jednocześnie funkcje sygnalizacyjne /zmniejszające do niezbędnego minimum liczbę elementów umieszczonych na płycie czołowej urządzenia dyspozytorskiego/ decydują o łatwości obsługi urządzenia i jednoznaczności interpretacji sygnalizowanych stanów.

Oprócz sygnalizacji optycznej sygnalizacja akustyczna

- wywołania pochodzącego od abonenta telefonicznego
- wywołania pochodzącego od abonenta radiotelefonicznego
- włączenia zasilania awaryjnego

zwalnia operatora z obowiązku ciągłego śledzenia stanu sieci.

Układ wskaźnika cyfrowego umożliwiający optyczną kontrolę wybranego numeru abonenta radiotelefonicznego oraz wyświetlenia numeru abonenta wywoływanego lub inicjującego połączenie /identyfikacja/ zmniejsza do minimum możliwość wystąpienia pomyłek w wyborze numeru i zdecydowanie skraca czas niezbędny do zestawienia połączenia.

Obsługujący urządzenie dyspozytorskie może posługiwać się mikrofonem umieszczonym na wysięgniku lub mikrotelefonem wspólnym dla lokalnego aparatu telefonicznego i toru nadawczego urządzeń radiowych.

Nadajnik uruchamiany jest przyciskiem nożnym lub przyciskiem mikrotelefonu.

Ze względu na charakter pracy sieci przewidziano możliwość zastosowania magnetofonu do automatycznego zapisu wymienianej korespondencji. Urządzenie dyspozytorskie łączy się ze współpracującymi urządzeniami łącznicowymi ŁNO 8042, ŁOF 8044 i ŁOZ 8041 wielożyłowymi stacyjnymi kablami telefonicznymi o długości do 40 m.

Urządzenie łącznicowe ŁNO 8042 jest przeznaczone do sterowania za pośrednictwem linii telefonicznej urządzeniem nadawczo-odbiorczym, wyposażonym w odpowiedni sterownik wykonawczy. Współpracuje ono z urządzeniami łącznicowymi ŁOF, ŁOZ oraz centralami telefonicznymi typu CB i CBa.

Urządzenie łącznicowe ŁOF 8044 służy do sterowania za pośrednictwem linii telefonicznej urządzeniem odbiorczym OF /odbiornikiem nasłuchowym/.

Urządzenie łącznicowe ŁOZ 8041 współpracuje z urządzeniami odbioru zbiorczego, wybierając spośród sygnałów pochodzących z odbiorników rozmieszczonych w terenie sygnał o optymalnym stosunku sygnału do szumu. Jest ono przystosowane do współpracy z jednym lub więcej zespołami 3-6 odbiorników dostrojonych do tego samego kanału.

Urządzenie nadawczo-odbiorcze NO 8013 jest stranzystoryzowanym urządzeniem transmisyjnym pracującym z modulacją F3 na jednym z 12 kanałów w pasmie 148-161 lub 160-174 MHz. Urządzenie nadawczo-odbiorcze jest połączone z urządzeniem łączeniowym dwuparową linią telefoniczną.

Urządzenie odbiorcze OF 8012 jest stranzystoryzowanym odbiornikiem pracującym na jednym z 12 kanałów w pasmie 148-161 lub

160-174 MHz. Połączenie między odbiornikiem a urządzeniem łącznicowym ŁOF jest realizowane za pośrednictwem dwuparowej linii telefonicznej.

Urządzenie odbiorcze OZ 8011 jest przystosowane w zależności od wykonania do pracy w jedno, dwu, trzy lub czterokanałowym systemie odbioru zbiorczego, realizowanym poprzez wyposażenie urządzenia w odpowiednią liczbę odbiorników kanałowych. Urządzenie OZ 8011 jest w pełni stranzystoryzowane, każdy z odbiorników jest połączony z urządzeniem łącznicowym ŁOZ oddzielną linią telefoniczną.

Omówione urządzenia transmisyjne i łącznicowe są wykonane w postaci paneli funkcjonalnych mocowanych w stojakach, których konstrukcja zapewnia dwustronny dostęp do tych paneli.

W dolnej części stojaków umieszczone są płyty połączeniowe, do których doprowadza się zewnętrzne przewody łączeniowe.

Poszczególne stojaki są wyposażone w układy manipulacji lokalnej, umożliwiające personelowi technicznemu sprawdzenie prawidłowości ich działania oraz umożliwiające przeprowadzenie rozmowy służbowej z dyspozytorem.

5.1.2. Radiotelefon przewoźny typu FM-306

Radiotelefon FM-306 jest tranzystorowym urządzeniem simpleksowym /praca simpleksowa lub duosimpleksowa/ o modulacji fazy.

Podstawowe parametry radiotelefonu:

Zakres częstotliwości /MHz/	148-161 lub 160-174
Liczba kanałów	12

Odstęp międzykanałowy /kHz/	25 lub 50
Moc wyjściowa nadajnika /W/	1 lub 8
Czułość odbiornika /μV SEM/	1,0
Moc wyjściowa /W/	1,5
Zasilanie:	
- przełączane	6,3; 12,6 lub 25,2 V=
z zasilaczem 3371	220 V/50 Hz i 25,2 V=
lub	110 V/50 Hz i 25,2 V=
Pobór mocy z baterii akumulatorów /W/:	
- nasłuch	11
- odbiór	14
- nadawanie 1 W/8 W	24/46
Gabaryty, masa /mm-kg/	
- zespół N-O	340 x 90 x 225 - 5,5
- manipulator	210 x 90 x 85 - 1,2
- głośnik	220 x 135 x 75 - 1,8

Zestaw eksploatacyjny radiotelefonu tworzą:

- zespół nadawczo-odbiorczy	306.10
- manipulator	306.30
- głośnik	927.00
- antena	AFM-832
- mikrofonogłośnik	MG-916
- mikrotelefon	P.81.05
oraz na specjalne zamówienie:	
- skrzynka sygnalizacji zewnętrznej	306.50
- włącznik nadawania	306.60
- zasilacz sieciowy	3371

Zespół nadawczo-odbiorczy zawiera umieszczone we wspólnej obudowie:

- odbiornik
- nadajnik
- zasilacz.

Składają się one z całkowicie stranzystoryzowanych funkcjonalnych bloków wykonanych techniką połączeń drukowanych. Odbiornik i nadajnik są umocowane na oddzielnych odchylnych ramkach umożliwiających dwustronny dostęp do płytek montażowych.

Zasilacz z radiatorem tworzy wydzielony podzespół umocowany do płyty czołowej urządzenia.

Zespół nadawczo-odbiorczy jest realizowany w 16 wykonaniach w zależności od: zakresu częstotliwości, odstępu międzykanałowego, mocy wyjściowej nadajnika oraz wyposażenia w układy selektywnego wywołania i zgłoszenia.

Manipulator umożliwiający wydzieloną manipulację zespołem nadawczo-odbiorczym zawiera następujące elementy sterujące i sygnalizacyjne:

- przełącznik rodzaju pracy
- przełącznik wyboru kanału
- przełącznik skokowej regulacji siły głosu i włączenia słuchawek
- przycisk wywołania jednoczęstotliwościowego
- przycisk selektywnego zgłoszenia
- elementy sygnalizacji optycznej:
  - włączenia radiotelefonu
  - włączenia nadajnika
  - selektywnego wywołania.

Manipulator radiotelefonu jest przystosowany do współpracy z mikrotelefonem lub mikrofonogłośnikiem.

Skrzynka sygnalizacji zewnętrznej zapewnia automatyczne uruchomienie dodatkowej sygnalizacji optycznej lub akustycznej we wszystkich tych przypadkach, gdy optyczna sygnalizacja selektywnego wywołania istniejąca w manipulatorze jest niewystarczająca.

Włącznik nadawania umocowany specjalną obejmą na kolumnie kierownicy umożliwia łatwe włączenie nadajnika, co ma szczególne znaczenie w przypadku konieczności prowadzenia wymiany korespondencji w trakcie ruchu pojazdu.

Zasilacz sieciowy stosowany jest w przypadkach wykorzystywania radiotelefonu FM-306 do pracy w warunkach stacjonarnych.

Poszczególne wyroby tworzące zestaw eksploatacyjny radiotelefonu znajdują się w pyło i kroploszczelnych obudowach i są przystosowane do pracy w pojazdach krytych. Wydzielony manipulator i głośnik pozwalają na optymalne ich rozmieszczenie z uwzględnieniem indywidualnych wymagań eksploatacyjnych użytkownika.

Cechą charakterystyczną istniejącego rozwiązania radiotelefonu FM-306 jest brak układów blokujących tor m.cz. odbiornika, sterowanych układami selektywnego wywołania. W tej sytuacji wymiana korespondencji w sieci może być słyszalna przez wszystkich użytkowników. Układy selektywnego wywołania zwalniają jednak operatorów poszczególnych urządzeń z obowiązku śledzenia wywołań.

Wywołanie realizowane jest selektywnie lub tonem o częstotliwości 1750 Hz, a następnie głosem.

5.1.3. Sposób pracy sieci

Zespół urządzeń typu CR 8001, współpracując z odpowiednimi urządzeniami ruchomymi, umożliwia tworzenie kompleksowych systemów łączności pracujących na znacznych obszarach.

Budowa optymalnego dla danej służby i danego terenu systemu łączności polega na właściwym rozmieszczeniu terytorialnym urządzeń w.cz. /zespołu N-0 oraz odbiorników OZ i OF/.

Lokalizacja tych urządzeń jest ograniczona jedynie dwoma aspektami:

- tłumiennością linii telefonicznych łączących je z urządzeniami łączeniowymi, która nie może przekraczać wartości 1,2 Np;
- minimalną odległością między urządzeniami N-0 a najbliższym terytorialnie odbiornikiem OZ, która z uwagi na możliwość pracy dupleksowej z odstępem częstotliwości 50 kHz nie powinna być mniejsza niż 500 m.

Urządzenie NO jest zlokalizowane w punkcie, którego usytuowanie pozwala na pokrycie całego terenu przy odpowiedniej wysokości umieszczenia anteny.

Urządzenia OZ należy lokalizować w odpowiednio rozmieszczonych w terenie punktach, gwarantujących dobrą jakość wymiany korespondencji z abonentami wyposażonymi w urządzenia o małej mocy wyjściowej nadajników /radiotelefony przenośne/.

Liczba stosowanych w konkretnym rozwiązaniu odbiorników OZ jest uzależniona od wielkości i ukształtowania terenowego obsługiwanego obszaru. Sposób pracy sieci w poszczególnych relacjach przedstawia się następująco:

Połączenie między dyspozytorem a abonentem radiotelefonicznym

Dyspozytor wybiera kanał pracy urządzenia ruchomego, a następnie w zależności od wyposażenia abonenta ruchomego wywołuje go selektywnie lub głosem.

Po odebraniu wywołania abonent radiotelefoniczny, naciskając odpowiedni przycisk manipulatora, przesyła w kierunku stacji bazowej własny numer /identyfikacja/ lub ton poprzedzający zgłoszenie. Następuje zestawienie połączenia i odbywa się wymiana korespondencji. Sygnały pochodzące od abonenta ruchomego docierają do dyspozytora za pośrednictwem odbiornika zespołu N-O lub odbiorników odbioru zbiorczego.

Połączenie między abonentem radiotelefonicznym a dyspozytorem

Operator urządzenia ruchomego wybiera kanał pracy dyspozytora i inicjuje wywołanie poprzez przesłanie własnego numeru lub tonu poprzedzającego wywołanie głosem. W urządzeniu dyspozytorskim zostają uruchomione układy sygnalizacji wywołania, następuje zgłoszenie dyspozytora i wymiana korespondencji.

Połączenie między abonentami ruchomymi - retransmisja

Po wywołaniu dyspozytora operator urządzenia ruchomego zgłasza mu konieczność przeprowadzenia rozmowy z innym abonentem ruchomym. Dyspozytor wywołuje żądanego abonenta.

Po przejściu obu abonentów na ustalony kanał dwuczęstotliwościowy przeznaczony dla tego rodzaju łączności /przy czym oba nadajniki ruchome i wszystkie odbiorniki OZ są dostrojone do jednej częstotliwości, natomiast nadajnik urządzenia NO i odbiorniki ruchome są dostrojone do drugiej częstotliwości/ następuje wymiana korespondencji.

Sygnały odbierane przez odbiorniki odbioru zbior zego poprzez urządzenia łączeniowe docierają do toru nadawczego urządzenia NO automatycznie kluczując nadajnik. W trakcie trwania wymiany korespondencji dyspozytor ma możność kontrolowania jej przebiegu.

Połączenia między abonentami telefonicznymi i radiotelefonicznymi

Połączenia tego typu w obu kierunkach są zestawiane ręcznie przez dyspozytora wykorzystującego w tym celu istniejące wyposażenie urządzenia dyspozytorskiego.

Istniejące wyposażenie techniczne pozwala na tworzenie wielu wariantów eksploatacyjnych systemu, włącznie z odpowiednią adaptacją poszczególnych urządzeń, odpowiednio do potrzeb różnych użytkowników.

5.2. Sieć z dwoma stanowiskami dyspozytorskimi

Urządzenia tej sieci umożliwiają organizowanie sieci dyspozytorskich wykorzystujących cztery kanały robocze leżące w różnych pasmach częstotliwości.

Rozwiązania konstrukcyjne poszczególnych urządzeń pracujących w sieci pozwalają na:

- pracę sposobem simpleksowym i semidupleksowym
- stosowanie selektywnego wywołania indywidualnego i grupowego
- współpracę z abonentami sieci telefonicznej.

Istotnym dla tej sieci jest wyposażenie radiotelefonu bazowego w dwa niezależne stanowiska dyspozytorskie umożliwiające zbio-

rowe wykorzystywanie częstotliwości roboczych przez dwóch różnych użytkowników. Zestaw eksploatacyjny sieci tworzą:

- stacja bazowa - radiotelefon 3201
- urządzenia przewoźne - radiotelefony 3001.

5.2.1. Radiotelefon 3201

Radiotelefon 3201 jest urządzeniem przeznaczonym do pracy jako stacja bazowa w systemach pracujących z modulacją kąta w dowolnym z pasm częstotliwości wykorzystywanych aktualnie w lądowej radiokomunikacji ruchomej w kraju.

Radiotelefon sterowany jest zdalnie z dwóch równorzędnych stanowisk dyspozytorskich, które mogą być zlokalizowane w odległości do 10 km od punktu umieszczenia urządzeń stacji bazowej.

Radiotelefon charakteryzuje się wysokim stopniem unifikacji, pozwalającym na łatwe dostosowanie zestawu eksploatacyjnego do aktualnych wymagań użytkownika, nowoczesnymi rozwiązaniami układów sterowania i manipulacji.

Pełna tranzystoryzacja i zastosowanie układów monolitycznych gwarantują niezawodną pracę urządzenia

Podstawowe parametry:

Zakres częstotliwości /MHz/	31 - 46 lub
	148 - 174 lub
	300 - 344 lub
	420 - 470
Liczba kanałów:	4

Odstęp międzykanałowy /kHz/:	25 lub 20 lub 12,5 /w zależności od pasma/
Rodzaj pracy:	simpleks duosimpleks dupleks
Moc wyjściowa nadajnika /W/: z dodatkowym zespołem mocy	5-10 lub 20-50
Czułość odbiornika /μV SEM/	1,0 - 1,6
Moc wyjściowa /W/:	1,0
Zasilanie: awaryjne	110/220 V 50 Hz 24 V=
Dopuszczalne tłumienie linii manipulacyjnych i transmisyjnych:	1,2 Np
Kod selektywnego wywołania	czteroelementowy czasowo-częstotliwościowy

Rodzaje selektywnego wywołania:

- indywidualne /maksymalna liczba numerów abonentów 10.000/
- grupowe /maksymalna liczba grup 90/
- wywołanie dyspozytora

Zestaw eksploatacyjny radiotelefonu tworzą:

- urządzenie transmisyjne
- urządzenie sterujące
- zasilacz sieciowy
- zasilacz awaryjny

- zespół selektywnego wywołania
- urządzenia dyspozytorskie.

Schemat blokowy radiotelefonu w pełnym ukompletowaniu wersji dupleksowej przedstawia rys. 10.

Z urządzeń tworzących zestaw eksploatacyjny zostanie omówione dokładniej tylko urządzenie dyspozytorskie, którego opis jest nieodzowny dla przedstawienia sposobu pracy sieci.

Urządzenie dyspozytorskie umożliwiające dyspozytorowi kierowanie pracą sieci składa się z dwóch zespołów funkcjonalnych:

- manipulatora sterującego
- manipulatora selektywnego wywołania.

Manipulator sterujący, wykorzystując napięcia liniowe o wartości maksymalnej 60 V=, pozwala na zdalne sterowanie pracą radiotelefonu. Jest on wyposażony w elementy manipulacyjne umożliwiające:

- zajęcie i wybór kanału pracy
- włączenie retransmisji
- zestawienie połączenia z abonentem telefonicznym
- przeprowadzenie rozmowy służbowej z współpracującym dyspozytorem
- włączenie magnetofonu.

Poszczególne stany urządzenia są sygnalizowane optycznie.

Manipulator selektywnego wywołania jest wykonany w formie podstawki pod manipulator sterujący. Umożliwia on:

- nadawanie sygnałów selektywnego wywołania indywidualnego i grupowego kierowanych do abonentów ruchomych

- odbiór sygnałów wywołania dyspozytora.

Wybieranie numeru indywidualnego abonenta radiotelefonicznego jest realizowane za pomocą tarczy telefonicznej, natomiast numerów grupowych za pomocą przycisków. Wywołanie dyspozytora jest sygnalizowane optycznie i akustycznie.

5.2.2. Radiotelefon przewoźny 3001

Radiotelefon 3001 jest radiotelefonem tranzystorowym, zrealizowanym w oparciu o półprzewodnikowe elementy krzemowe, przystosowanym do pracy sposobem simpleksowym, duosimpleksowym lub semidupleksowym.

Jest on wyposażony w układy selektywnego wywołania indywidualnego i grupowego /odbiorniki/ oraz układy wywołania dyspozytora.

Podstawowe parametry:

Zakres częstotliwości /MHz/:	33 - 46 lub 146 - 174 lub 300 - 344 lub 420 - 470
Liczba kanałów:	10
Odstęp międzykanałowy /kHz/:	25 lub 20 lub 12,5 /w zależności od pasma/
Moc wyjściowa nadajnika /W/:	5-10 /zależnie od pasma/
Czułość odbiornika /uV SEM/:	1,0 - 1,6
Moc wyjściowa /W/:	1,5

Zasilanie:	24 V=
- z zasilaczem 3071	12 V=
- z zasilaczem 3371	110/220 V 50 Hz
Gabaryty, masa /mm-kg/	270 x 230 x 75 - 2,8 /około/

Zespół eksploatacyjny radiotelefonu tworzą:

- zespół nadawczo-odbiorczy	3011÷3051 /zależnie od pasma/
- antena	3081÷3084
- zasilacz 12 V=/24 V=	3071
lub	
- zasilacz 220 V/24 V=	3371
- mikrotelefon	0153/8.

Zespół nadawczo-odbiorczy jest zbudowany w postaci konwencjonalnej bez wydzielonej manipulacji.

Poszczególne elementy manipulacyjne i sygnalizacyjne są umieszczone na płycie czołowej zespołu.

Układy selektywnego wywołania umieszczono wewnątrz obudowy zespołu transmisyjnego, którego wymiary są uzależnione od zakresu częstotliwości pracy urządzenia oraz stopnia wyposażenia w układy selektywnego wywołania.

Rozwiązania konstrukcyjne zespołu są zbliżone do rozwiązań zastosowanych w radiotelefonie FM-306.

Istniejąca możliwość współpracy radiotelefonu 3001 z zasilaczem sieciowym 3371 pozwala na wykorzystywanie tego radiotelefonu do pracy jako urządzenia stacjonarnego.

5.2.3. Sposób pracy sieci

Rozwiązania konstrukcyjne urządzeń wchodzących w skład sieci jednoznacznie określają sposób jej pracy.

W stanie wyjściowym urządzenia transmisyjne stacji bazowej są przełączone na wspólny dla obu dyspozytorów kanał pracy. Inicjując połączenie każdy z dyspozytorów ma możliwość wyboru dowolnego z pozostałych trzech kanałów roboczych, powodując jednocześnie w pozostałym urządzeniu dyspozytorskim pojawienie się sygnalizacji zajętości sieci.

Sieć jest więc typową siecią z ustalonym kanałem wywoławczym wykorzystywanym w relacji abonent ruchomy - dyspozytor oraz pozostałymi kanałami stosowanymi jako kanały wywoławcze i rozmówne w relacji dyspozytor - abonent ruchomy.

Sposób pracy sieci w poszczególnych relacjach przedstawia się następująco:

Połączenie między dyspozytorem a abonentem radiotelefonicznym

W przypadku braku sygnalizacji zajętości sieci dyspozytor wybiera kanał pracy abonenta ruchomego, zajmując sieć i blokując drugie stanowisko dyspozytorskie, a następnie tarczą telefoniczną lub przyciskiem wybiera numer indywidualny lub grupowy abonenta ruchomego. Numer indywidualny /lub grupowy/ z zespołu selektywnego wywołania, w postaci odpowiedniej kombinacji tonowej, zostaje przesłany za pośrednictwem urządzeń transmisyjnych stacji bazowej do abonenta radiotelefonicznego /lub grupy abonentów/.

W urządzeniu ruchomym po odebraniu sygnału wywołania zostaje uruchomiona sygnalizacja optyczna i akustyczna /zróżnicowana dla

wywołania indywidualnego i grupowego/ oraz następuje odblokowanie toru m.cz. odbiornika radiotelefonu przewoźnego, umożliwiające przekazanie informacji głosem w celu nawiązania łączności.

Połączenie między abonentem radiotelefonicznym i dyspozytorem

Abonent ruchomy inicjujący połączenie przełącza radiotelefon na kanał pracy dyspozytorów. Po stwierdzeniu niezajętości sieci uruchamia za pomocą przycisku na płycie czołowej urządzenia nadajnik modulowany sygnałem wywołania dyspozytora. Sygnał ten odebrany przez urządzenie transmisyjne zostaje skierowany do zespołu selektywnego wywołania, które poprzez urządzenie sterujące uruchamia sygnalizację wywołania w urządzeniu dyspozytorskim wywoływanego dyspozytora.

Po zgłoszeniu dyspozytora następuje wymiana korespondencji /tor m.cz. odbiornika radiotelefonu ruchomego jest odblokowany przez zdjęcie mikrotelefonu z odpowiedniego zaczepu/, po zakończeniu której operator urządzenia ruchomego odwiesza mikrotelefon, blokując własny odbiornik i przełącza urządzenie na kanał roboczy.

Połączenia między abonentami telefonicznymi i radiotelefonicznymi oraz między dwoma abonentami radiotelefonicznymi /retransmisja/ są zestawiane ręcznie przez dyspozytorów w sposób zbliżony do opisanego w rozdz. 5.1.3. Warunkiem realizacji retransmisji jest dupleksowa praca urządzeń stacji bazowej lub wyposażenie jej w dodatkowy odbiornik i związana z tym odpowiednia obsada kanałów roboczych urządzeń ruchomych.

Przewiduje się realizację dodatkowych wersji urządzeń stacji bazowej, różniącej się od opisanej:

- zwiększoną liczbą stanowisk dyspozytorskich

- zastosowaniem koncentratora.

Realizacja tych zamierzeń pozwoli na stworzenie sprzętu umożliwiającego tworzenie zbiorowych sieci dyspozytorskich grupujących wielu użytkowników.

5.3. Sieć automatyczna jednokanałowa

Urządzenia tej sieci umożliwiają budowę jednokanałowych automatycznych systemów łączności pracujących w dowolnym pasmie częstotliwości.

Zestaw eksploatacyjny, w skład którego wchodzą:

- centrala radiotelefoniczna CR-8202
- urządzenia ruchome z manipulatorami sterującymi

umożliwia, dzięki współpracy centrali CR-8202 z automatyczną centralą telefoniczną, automatyczne zestawianie połączeń bez udziału operatora w obu kierunkach między dowolnym abonentem telefonicznym a abonentem radiotelefonicznym pracującym w sieci.

Aktualnie realizowana wersja centrali jest przystosowana do pracy w pasmie 300 MHz, istnieją jednak możliwości wykorzystywania jej w dowolnym pasmie pod warunkiem zapewnienia możliwości współpracy łącznicy radiotelefonicznej z jednokanałowym dupleksowym radiotelefonem stacjonarnym.

Zastosowanie w urządzeniach pracujących w sieci nowoczesnych elementów tranzystorowych, układów monolitycznych oraz minimalizacja liczby przekaźników stykowych gwarantują niezawodną pracę sieci.

5.3.1. Centrala radiotelefoniczna CR-8202

Centrala radiotelefoniczna CR-8202 spełnia rolę stacji bazowej w jednokanałowych automatycznych systemach łączności radiotelefonicznej.

Zestaw eksploatacyjny centrali tworzą:

- dupleksowy radiotelefon bazowy
- łącznica radiotelefoniczna 8242.

Centrala radiotelefoniczna współpracując z automatycznymi centralami telefonicznymi wewnętrzną /CW/ i miejską /CM/ umożliwia realizację połączeń w następujących relacjach

- abonent radiotelefoniczny - abonent telefoniczny CW
- abonent radiotelefoniczny - abonent telefoniczny CM
- abonent radiotelefoniczny - abonent radiotelefoniczny
- abonent telefoniczny - abonent radiotelefoniczny

realizowanych automatycznie bez udziału operatora oraz realizowane za pośrednictwem operatora /telefonistki/ połączenia w relacji między abonentem telefonicznym CM a abonentem radiotelefonicznym.

Łącznica radiotelefoniczna 8242 umożliwia realizację funkcji związanych z procesem łączenia abonentów ruchomych z abonentami automatycznych central telefonicznych. Dla wykonania tych zadań zawiera ona następujące układy:

- układ przetwornika kodu telefonicznego na kod selektywnego wywołania /SW/
- układ przetwornika kodu SW na kod telefoniczny

- odbiorniki SW i częstotliwości sygnalizacyjnych
- układy łącznicowe
- układy sygnalizacyjne
- układy rozwidlenia telefonicznego.

Proces wyboru numeru abonenta radiowego lub telefonicznego realizowany jest w łączu radiotelefonicznym w oparciu o trójelementowy czasowo-częstotliwościowy kod selektywnego wywołania.

Częstotliwości tego kodu opartego na kodzie SSFC i uzupełnionego dodatkowymi częstotliwościami przedstawiają się następująco:

f_1 = 1124 Hz	f_6 = 1540 Hz	f_{11} = 2110 Hz
f_2 = 1197 Hz	f_7 = 1640 Hz	f_{12} = 2220 Hz
f_3 = 1275 Hz	f_8 = 1747 Hz	f_{13} = 2350 Hz
f_4 = 1358 Hz	f_9 = 1860 Hz	f_{14} = 2510 Hz
f_5 = 1446 Hz	f_{10} = 1881 Hz	

Wykorzystywane są one w następujący sposób:

$f_1 \div f_{10}$ - określają poszczególne cyfry numeru od 1 do 0

f_{11} - częstotliwość powtórzenia cyfry w numerze /np. nr 331 przesyłany jest w postaci f_3, f_{11}, f_1/

f_{12} - sygnał niezajętości kanału

f_{13}, f_1, f_5 - rejestr miejski /M/

f_{13}, f_2, f_6 - rejestr wewnętrzny /W/

f_{13}, f_3, f_7 - rejestr radiotelefoniczny /R/

f_{14}, f_4, f_8 - sygnał potwierdzenia

f_{14}, f_{13}, f_{14} - sygnał zakończenia rozmowy.

Łącznica radiotelefoniczna współpracuje ze stacjonarnymi urządzeniami transmisyjnymi i centralą telefoniczną za pośrednictwem linii telefonicznych o następujących parametrach:

- poziom wejściowy - 0,4 ÷ - 2,0 Np
- poziom wyjściowy - 0 ± 0,2 Np
- oporność - 600Ω ± 20%

zasilana jest ona z sieci o napięciu 220 V/50 Hz.

5.3.2. Radiotelefon przewoźny

Rolę radiotelefonu przewoźnego wykorzystywanego w sieci automatycznej spełniać może dowolny jednokanałowy radiotelefon pracujący sposobem semidupleksowym pod warunkiem przystosowania go do współpracy ze specjalnym /typowym dla sieci automatycznej/ manipulatorem sterującym. Opracowano dwie wersje manipulatorów sterujących, różniących się od siebie stopniem wyposażenia:

- manipulator z pełnym wyposażeniem MSR 8262
- manipulator uproszczony MSR 8263.

Manipulator MSR 8262 umożliwia realizację wszystkich rodzajów połączeń omówionych w rozdz. 5.3.1. Wyposażony jest on w podstawowe elementy manipulacyjne i sterujące typowego radiotelefonu oraz dodatkowe elementy związane z automatyzacją procesu zestawiania połączeń:

- przyciski rejestrów W, M i R
- dziesięcioprzyciskowa klawiatura do wybierania numeru abonentów

- układy sygnalizacji stanu sieci /niezajętości kanału/ i selektywnego wywołania.

Manipulator MSR 8263 jest uproszczoną wersją manipulatora 8262 umożliwiającą uzyskiwanie abonentowi radiotelefonicznemu połączenia z ustalonym abonentem telefonicznym /dyspozytorem/. W związku z tym manipulator wyposażony jest tylko w jeden klawisz, przyciśnięcie którego powoduje przesłanie numeru dyspozytora.

5.3.3. Sposób pracy sieci

Praca sieci w poszczególnych relacjach przedstawia się następująco:

Połączenie między abonentem radiotelefonicznym a abonentem telefonicznym centrali wewnętrznej

W przypadku niezajętości stacji bazowej /nadajnik modulowany częstotliwością f_{12}/ sygnalizowanej w manipulatorze radiotelefonu przewoźnego odpowiednim sygnałem optycznym operator stacji ruchomej /AR/, chcąc uzyskać połączenie z abonentem telefonicznym centrali wewnętrznej, naciska klawisz rejestru "W", powodując przesłanie kombinacji częstotliwościowej f_{13}, f_2, f_6. Następuje wyłączenie sygnału niezajętości, połączenie wyjścia przetwornika kodu SW na kod telefoniczny z centralą telefoniczną /CW/. Jednocześnie w stronę AR zostaje przesłany sygnał zgłoszenia CW.

Operator radiotelefonu wybiera za pomocą klawiatury numer abonenta telefonicznego /AT/. Numer ten po przekodowaniu w układzie przetwornika kodu powoduje po wybraniu abonenta przesłanie do AT sygnału dzwonienia słyszalnego jednocześnie w głośniku AR.

Po podniesieniu mikrotelefonu przez AT następuje wymiana korespondencji, po zakończeniu której odwieszenie mikrotelefonu przez AR powoduje przesłanie sygnału zakończenia rozmowy /kombinacja tonowa f_{14}, f_{13}, f_{14}/ i powrót urządzeń sieci do stanu wyjściowego.

Połączenie między abonentem radiotelefonicznym a abonentem telefonicznym centrali miejskiej

W przypadku niezajętości kanału AR naciska klawisz rejestru "M", przesyłając do stacji bazowej kombinację tonową f_{13}, f_1, f_5. Układ przetwornika kodu połączony zostaje z CW, powodując jednocześnie automatyczne przesłanie impulsów telefonicznych odpowiadających cyfrze "0", powodujących połączenie poprzez CW z CM /centrala miejska/. AR po odebraniu sygnału zgłoszenia CM wybiera sześciocyfrowy numer abonenta miejskiego. Dalszy przebieg połączeń przebiega analogicznie jak w poprzedniej relacji.

Połączenie między abonentami radiotelefonicznymi

AR inicjujący połączenie naciska klawisz rejestru "R", przesyłając sygnał f_{13}, f_3, f_7. Następuje połączenie urządzeń transmisyjnych centrali do pracy w reżimie retransmisji.

AR inicjujący połączenie po usłyszeniu w swoim głośniku sygnału zgłoszenia centrali wybiera trójelementowy numer AR, z którym chce uzyskać połączenie.

Sygnał selektywnego wywołania retransmitowany przez stację bazową po odebraniu przez odbiornik SW abonenta alarmowanego powoduje automatyczne uruchomienie nadajnika radiotelefonu abonenta wywoływanego i przesłanie sygnału potwierdzenia /częstotliwości f_{12}, f_2, f_8/. Sygnał ten odebrany przez odbiornik stacji

bazowej powoduje uruchomienie generatora sygnału dzwonienia słyszalnego w odbiornikach obu radiotelefonów. Podniesienie mikrotelefonu przez abonenta wywoływanego powoduje powtórne przesłanie sygnału potwierdzenia, wyłączającego sygnał dzwonienia. Następuje wymiana korespondencji, po której odwieszenie mikrotelefonu powoduje przesłanie sygnału zakończenia rozmowy i powrót do stanu wyjściowego.

Połączenie między abonentem telefonicznym CW a abonentem radiotelefonicznym

Abonent telefoniczny CW po podniesieniu mikrotelefonu wybiera cyfrę kierunkową, powodując połączenie własnego aparatu poprzez układ translacji z łącznicą radiotelefoniczną /układ przetwornika kodu telefonicznego na kod SW/. Wybierając tarczą numerową trójcyfrowy numer abonenta ruchomego, przesyła drogą radiową odpowiednią kombinację tonów SW. Sygnał ten odebrany przez odbiornik abonenta wywoływanego powoduje automatyczne przesłanie sygnału potwierdzenia uruchamiającego generator dzwonienia. Podniesienie przez abonenta wywoływanego mikrotelefonu powoduje ponowne przesłanie sygnału potwierdzenia wyłączającego sygnał dzwonienia. Po zgłoszeniu AR następuje wymiana korespondencji zakończona przesłaniem sygnału zakończenia rozmowy.

Połączenie między abonentem telefonicznym CM a abonentem radiotelefonicznym

Abonent telefoniczny CM, pragnąc uzyskać połączenie z AR, wybiera numer centrali telefonicznej współpracującej z łącznicą. Po zgłoszeniu się telefonistki połączenie to realizowane jest przez nią za pośrednictwem układu awiza w sposób analogiczny dla po-

przednio opisanej relacji łączności między AT centrali wewnętrznej a AR.

Urządzenia centrali wyposażone są w układy uniemożliwiające włączenie się innych abonentów w trakcie prowadzonej wymiany korespondencji, zabezpieczając tym samym tajność rozmów.

System łączności radiotelefonicznej realizowany w oparciu o centralę radiotelefoniczną CR-8202 jest nowoczesnym niezawodnym systemem sieci resortowej półotwartej lub dyspozytorskiej /przy wykorzystaniu manipulatorów 8263/, charakteryzującym się prostotą obsługi i niezawodnością zestawiania połączeń.

Preferowany jest on dla organizacji sieci w obszarach miejskich.

WYKAZ LITERATURY

1. Kossakowski Z., Derulski Z.: Radiokomunikacja ruchoma - - Przegląd Zagadnień Łączności IŁ Warszawa 1964 t. 4 nr 5/32/, s. 1-95.

2. Zienkiewicz R. i inni: Radiokomunikacja ruchoma - Przegląd Zagadnień Łączności IŁ, Warszawa 1966 t. 6 nr 1/52/, s.1-124.

3. Zienkiewicz R. i inni: Systemy sieci zbiorowych lądowej radiokomunikacji ruchomej - Problemy Łączności IŁ, Warszawa 1972 t. 12 nr 74, s. 1-152.

4. Rutkowski J. i inni: Radiokomunikacja ruchoma lądowa . WKiŁ Warszawa, 1969.

5. Praca zbiorowa: Zbiór referatów wygłoszonych na II Krajowej Konferencji naukowo-technicznej pod hasłem "Radiokomunikacja ruchoma lądowa, morska i lotnicza". II. Warszawa, 1971 r.

6. Lisicki W.: Metodyka planowania sieci służb ruchomych lądowych w zakresie 30-350 MHz. Opracowanie BSiPRiTV Warszawa 1970 r.

7. Lisicki W.: Podział zakresów częstotliwości 300-308 MHz 336-344 MHz przy założeniu aktualnych parametrów sprzętu. Opracowanie BSiPRiTV Warszawa 1971 r.

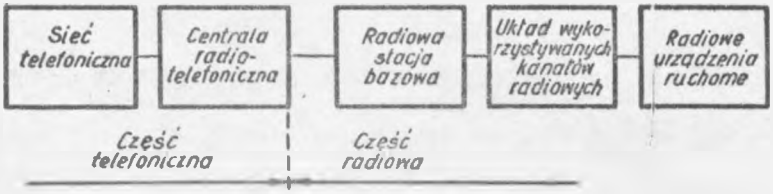
8. Zienkiewicz R.: Zakłócenia intermodulacyjne w sieciach radiokomunikacji ruchomej. Prace Instytutu Łączności. Warszawa 1971, Zeszyt 1/61/, 2/62/.

9. Wojtyński B.: Wykorzystanie kanałów w systemach sieci radiotelefonicznych zbiorowych resortowych. Praca IŁ - 1971, dokum. pracy II-201.

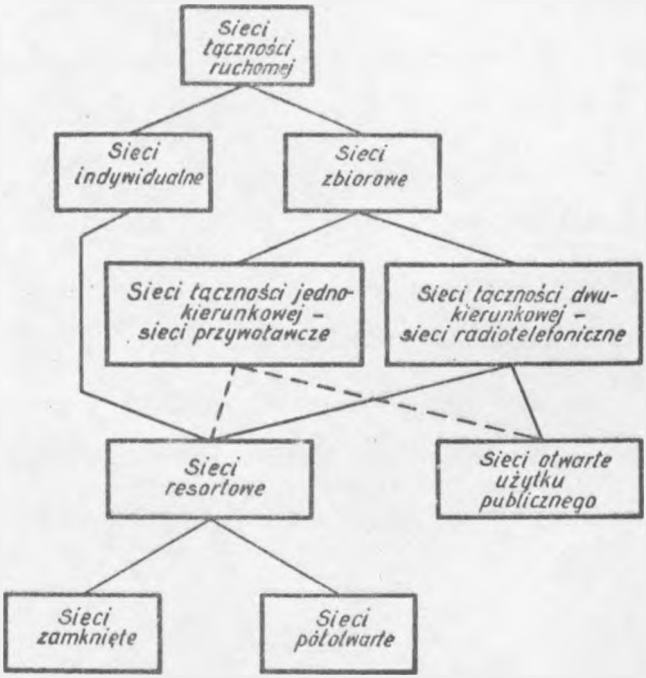
10. Pagni G.: Considerazioni generali sici servizi radiomobili. Telecommunicazioni 1970 nr 35, s. 3-12.

11. Maag H.: Ein öffentliches Personenfunkrufnetz. Tech. Mitt. PTT 1972 t. 50 nr 4, s. 132-140.

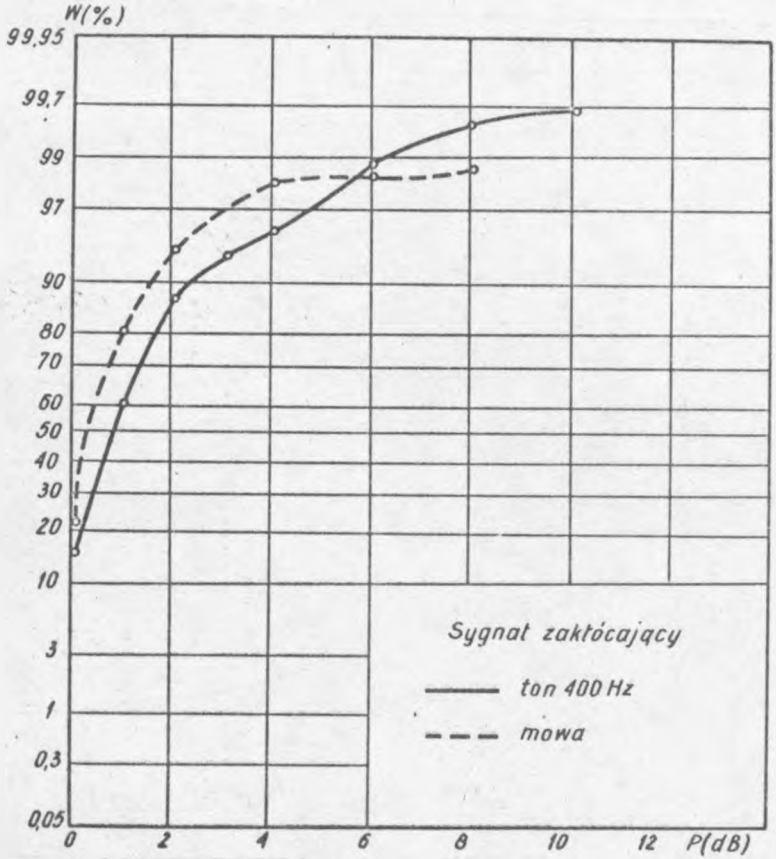
12. Kimura H., Nakamura Ch.: "Pocket Bell" Radio paging service. Jap. Telecomm. Rev. 1969 t. 11 nr 4, s. 233-241.



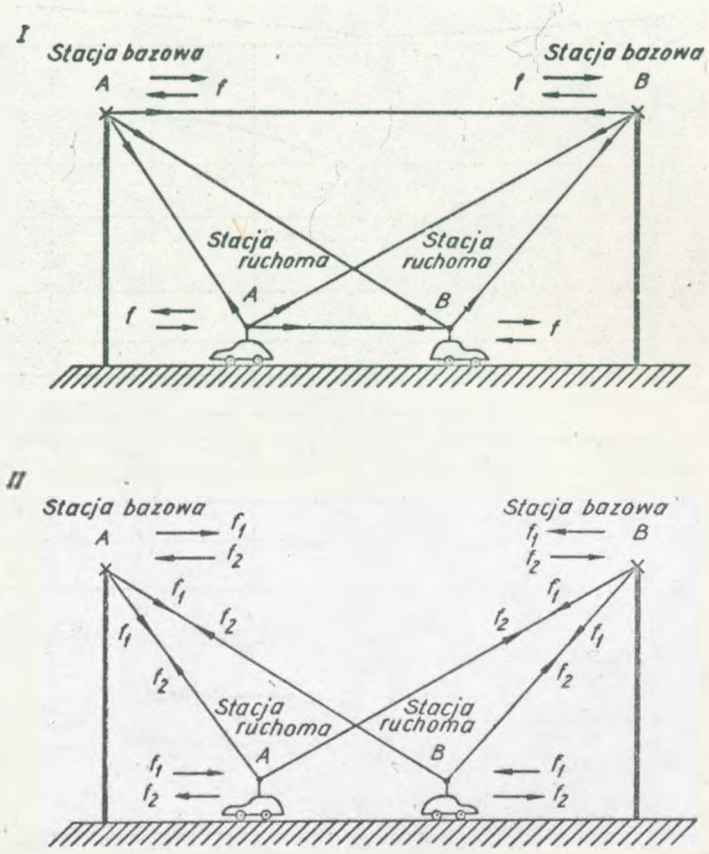
Rys. 1. Ogólny schemat blokowy sieci łączności ruchomej



Rys. 2. Podział sieci ruchomych



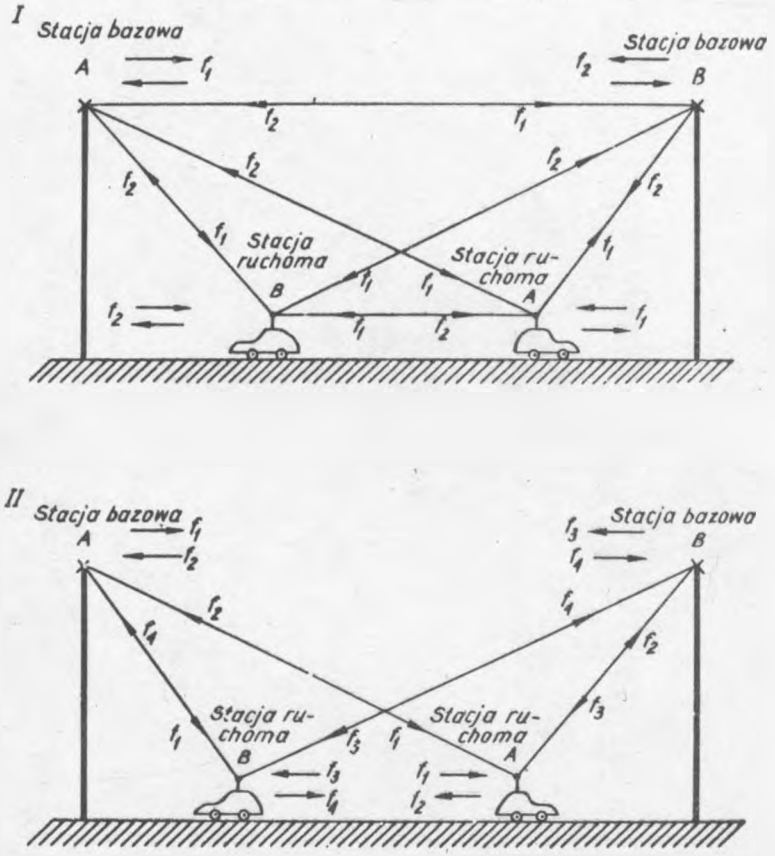
Rys. 3. Wyrazistość quasi-zgłoskowa w zależności od wartości współczynnika ochronnego wspólnokanałowego



Rys. 4. Schemat powstawania zakłóceń wspólnokanałowych:

I - w sieciach wykorzystujących kanały jednoczęstotliwościowe

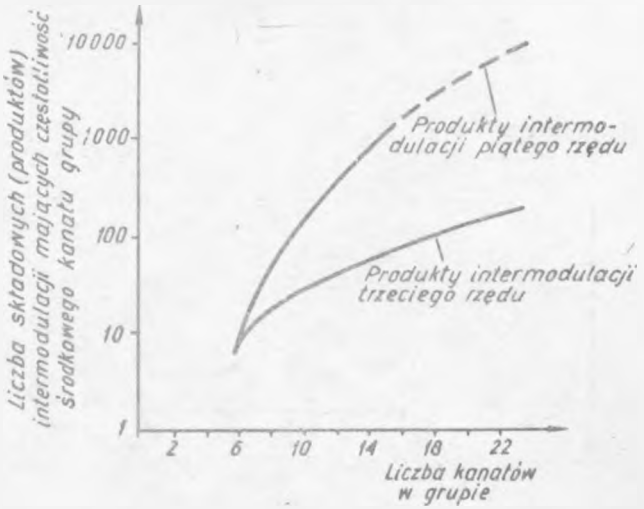
II - w sieciach wykorzystujących kanały dwuczęstotliwościowe



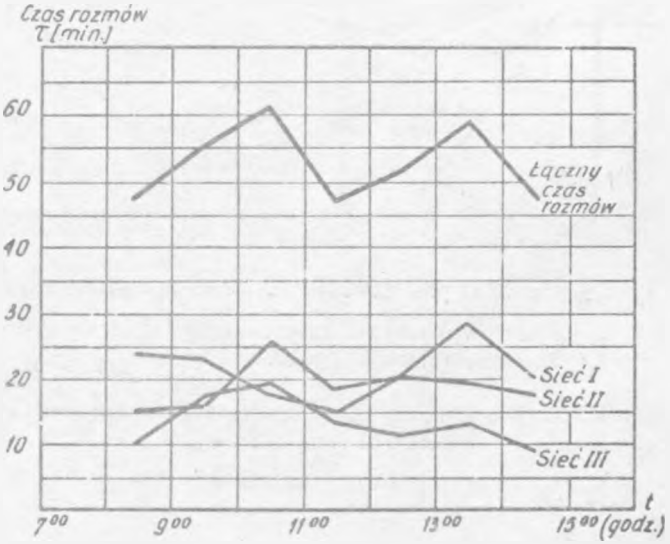
Rys. 5. Schemat powstawania zakłóceń sąsiedniokanałowych:

I - w sieciach wykorzystujących kanały jednoczęstotliwościowe
f_1 i f_2 - częstotliwości sąsiednie

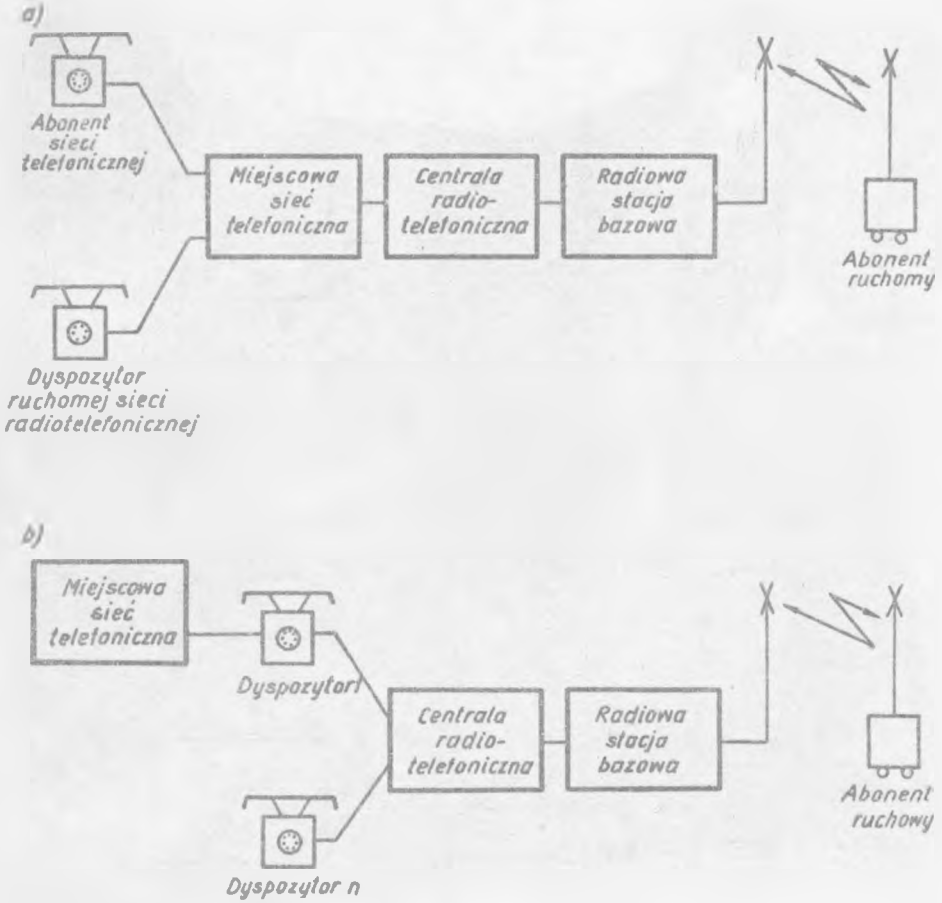
II - w sieciach wykorzystujących kanały dwuczęstotliwościowe
f_1 i f_3 - częstotliwości sąsiednie
f_2 i f_4 - częstotliwości sąsiednie



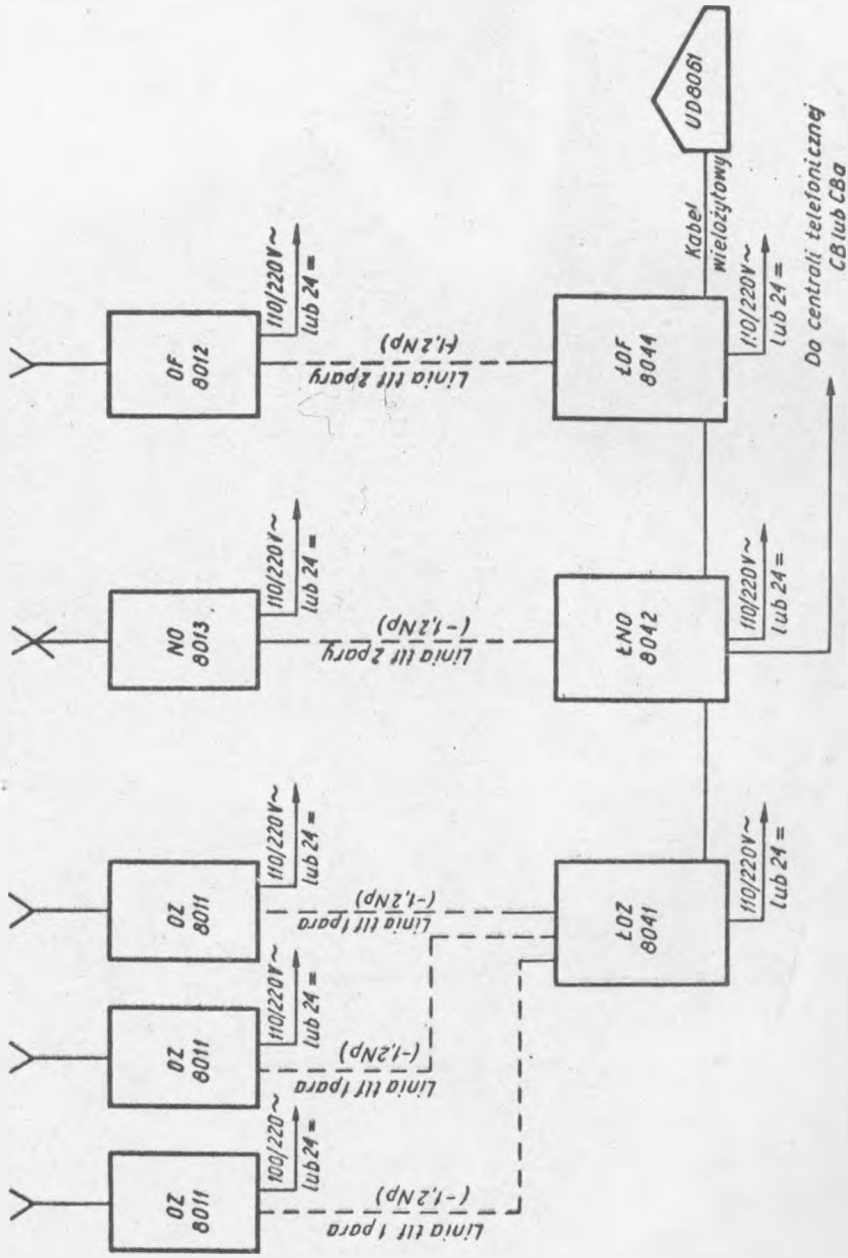
Rys. 6. Liczba składowych /produktów/ intermodulacji o częstotliwości środkowego kanału grupy, w zależności od liczby kanałów w grupie



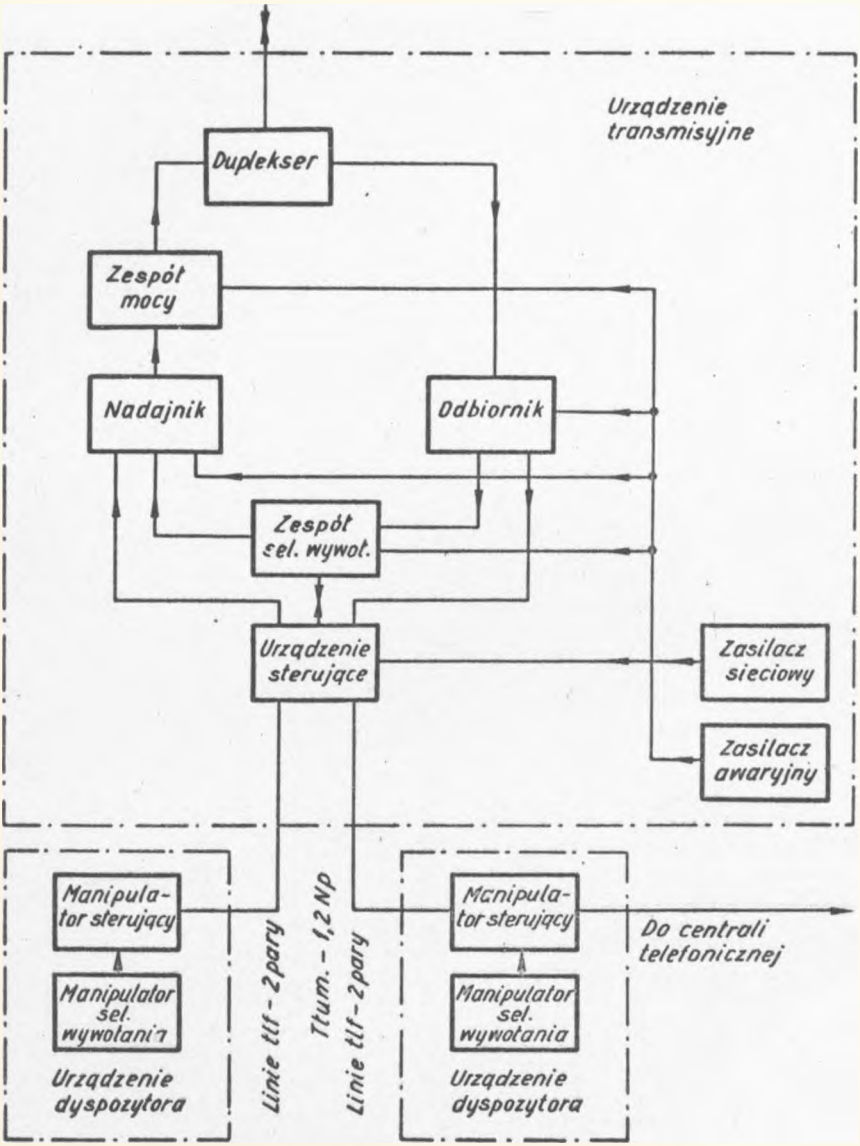
Rys. 7. Wykorzystanie kanałów w trzech różnych sieciach indywidualnych, eksploatowanych na terenie Warszawy



Rys. 8 Warianty rozwiązania systemu zbiorowej sieci radiotelefonicznej



Rys. 9. Schemat blokowy centrali radiotelefonicznej CR-8001



Rys. 10. Schemat blokowy radiotelefonu 3201 /pełne ukompletowanie wersji dupleksowej/