

Лекція 7

Транкінгові системи зв'язку

7.1. Загальні відомості про транкінгову систему зв'язку

Транкінг (trunking) – це метод однакового доступу абонентів до загальної для них групи каналів зв'язку, при якому конкретний канал надається абоненту для кожного сеансу зв'язку наново. Іншими словами, це метод доступу багатьох користувачів до загального каналного ресурсу.

Мережі транкінгового зв'язку (МТЗ) до певної міри близькі до стільникових: це також мережі наземного рухливого зв'язку, в першу чергу – радіотелефонного, забезпечуючи необмежену мобільність абонентів в межах великої зони обслуговування.

Основна їх відмінність від стільникових мереж полягає в тому, що МТЗ простіші за принципом побудови і надають абонентам менший набір послуг, проте за рахунок цього вони дешевші за стільникові. МТЗ мають значно меншу місткість, ніж стільникові, і принципово не можуть стати системами масового мобільного зв'язку.

Назва транкінговий зв'язок походить від англійського trunk (стовбур) і відображає ту обставину, що стовбур зв'язку в такій системі містить декілька фізичних (як правило, частотних) каналів, кожний з яких може бути наданий будь-якому з абонентів системи. Саме цією особливістю МТЗ відрізняються від інших систем двостороннього радіозв'язку, в яких кожний абонент мав можливість доступу лише до одного каналу, проте останній повинен був по черзі обслуговувати ряд абонентів. МТЗ порівняно з такими системами мають набагато більшу пропускну спроможність при тих же самих показниках якості обслуговування.

Ідея створення МТЗ з вільним доступом будь-якого абонента мережі до будь-якого з наявних незайнятих частотних каналів була запропонована в 1964 році радянським дослідником Г.А. Гриневим і була реалізована у вітчизняній системі зв'язку "Алтай-ЗМ". Мережа розроблялася не для загального користування з прямим виходом на міські АТС, а для об'єднання ряду відомчих мереж службового зв'язку. Система "Алтай" в модифікованому вигляді аж до наших днів функціонує і в Україні.

В найпростішому випадку МТЗ – це одна комірка стільникової системи, проте при дещо специфічному наборі послуг. Стільникова мережа завжди будується у вигляді безлічі комірок, що замикаються на загальний ЦК, з передачею обслуговування з комірки в комірку в міру переміщення абонента. Крім того, у разі потреби нарощування місткості стільникової мережі комірка додатково дробиться.

На відміну від цього в МТЗ прагнуть гранично збільшити зону дії (до 40 – 50 км і більше), що викликає необхідність мати набагато потужніший передавач, а також значно більші за габаритами і масою абонентні термінали (АТ).

Основна область застосування МТЗ – корпоративний (службовий, відомчий) оперативний зв'язок, наприклад, зв'язок пожежної служби з числом виходів (каналів) в місто, набагато меншим, ніж число абонентів системи.

Основні вимоги, що пред'являються абонентами і операторами до професійних МТЗ:

- Забезпечення зв'язку в заданій зоні обслуговування незалежно від місцезнаходження рухомих абонентів.
- Можливість взаємодії окремих груп абонентів і організації циркулярного зв'язку.

- Оперативність управління зв'язком.
- Забезпечення зв'язку через центри управління.
- Можливість пріоритетного встановлення каналів зв'язку.
- Низькі енергетичні витрати РС.
- Конфіденційність розмов.

Для підвищення пропускну здатності МТЗ на тривалість розмови, як правило, накладаються обмеження, а специфіка корпоративного зв'язку проявляється в системі пріоритетів у наданні користувачам каналу зв'язку в умовах черги і в об'єднанні абонентів у групи з можливістю диспетчерського виклику одночасно всіх абонентів групи. Та ж специфіка обумовлює більш високі в середньому вимоги порівняно з стільниковим зв'язком до оперативності і надійності встановлення зв'язку. По МТЗ, крім передачі мови, можлива також передача цифрової інформації для управління, телеметрії, охоронної сигналізації тощо.

7.2. Принципи побудови транкінгових мереж

Узагальнена структурна схема однозонової транкінгової системи зв'язку (ТСЗ) наведена на **рис. 7.1**. До складу БС цієї системи зв'язку, як видно з цього рисунка, крім радіочастотного обладнання (ретрансляторів, пристрої об'єднання радіосигналів, антени) входять також комутатор, пристрій управління (ПУ) та інтерфейси до різних зовнішніх мереж.

Ретранслятор є набором приймально-передавального обладнання, яке обслуговує одну пару несучих частот, що означає 1, 2 і навіть 4 канали трафіку (КТ).

Антени БС, як правило, мають кругову діаграму спрямованості, причому БС може мати єдину приймально-передавальну антену або роздільні антени для прийому і передачі. Іноді на одній щоглі може розміщуватись декілька приймальних антен для боротьби із завмираннями, викликаними багатопроменевим розповсюдженням хвиль.

Пристрій об'єднання радіосигналів дозволяє використовувати одне і те ж саме антенне обладнання для одночасної роботи приймачів і передавачів на декількох частотних каналах. Рознесення частот прийому і передачі складає від 45 до 3 МГц.

Комутатор в однозоновій ТСЗ обслуговує весь її трафік, включаючи з'єднання РС з телефонним зв'язком загального користування (ТфЗК) і всі виклики, пов'язані з терміналом передачі даних (ПД).

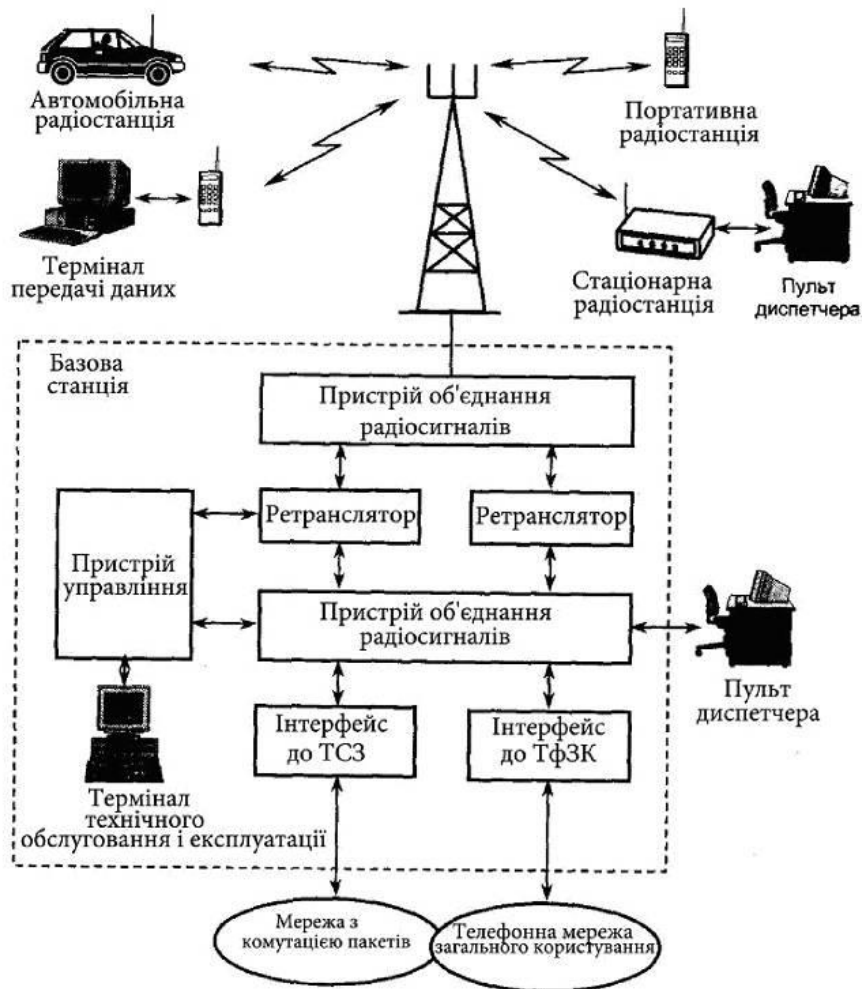


Рис. 9.1. Структурна схема однозонової транкінгової системи

Рис. 7.1

Пристрій управління забезпечує взаємодію всіх вузлів БС, обробляє виклики, здійснює аутентифікацію абонентів, яких викликають, здійснює ведення черги викликів, вносить записи в базу даних (БД) почасової оплати. В деяких системах цей пристрій регулює максимально допустиму тривалість з'єднання з ТС в наперед задані години найбільшого навантаження.

Інтерфейс до ТфЗК реалізується в ТСЗ різними способами: в недорогих системах (наприклад, SmarTrunk) підключення проводиться по двопровідній комутованій лінії, в сучасніших – апаратурою прямого набору номера, що забезпечує доступ до абонентів транкінгової мережі з використанням стандартної нумерації АТС. Ряд систем використовує цифрове імпульсно-кодове (ІКМ)-з'єднання з апаратурою АТС.

Термінал техобслуговування і експлуатації призначений здійснювати контроль за станом системи, проводити діагностику несправностей, тарифікацію, внести зміни в базу даних абонентів.

Диспетчерські пульти використовуються споживачами, які мають диспетчера (служби охорони, швидка медична допомога, пожежна охорона, тощо).

7.3 Класифікація і принципи побудови професійних систем радіозв'язку

7.3.1 Радіомережі

Радіозасоби умовно ділять на 3 групи: 1. професійні; 2. комерційні; 3. любительські. Останні, на відміну від професійних, в яких найважливішими є надійність

і якість зв'язку, і тому потрібна їх "глибоке настроювання", можна практично повністю запрограмувати за допомогою кнопок, клавіатури і допоміжних піктограм на дисплеї.

7.3.2 Диспетчерські мережі

Це мережі радіозв'язку, особливістю яких є те, що одна із станцій (зазвичай стаціонарна з антеною з великим коефіцієнтом посилення і розміщена достатньо високо) є диспетчерською. При цьому абоненти, що не можуть зв'язатися між собою напряму, можуть передати повідомлення через диспетчера.

Існують такі два варіанти організації дистанційного керування стаціонарними радіостанціями:

– локальне, коли керована станція видалена від диспетчерського пульта на відстань до 300 м;

– тональні, коли керована станція видалена на відстань більш ніж на 300 м (до декілька км).

Недолік диспетчерських радіомереж – неефективне використання радіочастот через що намітилася стійка тенденція до створення *транкінгових систем радіозв'язку (ТСР)*.

7.3.3 Транкінг

За принципом дії розрізняють три типи ТСР:

1) **Скануючі.**

2) **З розподіленим каналом управління.**

3) **З виділеним каналом управління.**

Скануючі ТСР. В таких системах радіостанція у разі виклику сама шукає незайнятий канал і займає його, а в режимі чергування вона безперервно перебирає (сканує) всі канали системи, перевіряючи, чи не викликають її на одному з них. Типові приклади таких, простих і дешевих, систем: система "Алтай", американська система Smartrank II.

Недоліки ТСР: із зростанням кількості каналів зростає тривалість встановлення з'єднання, оскільки ця тривалість не може бути меншою за тривалість повного циклу сканування; в цих системах важко реалізувати такі вимоги, як багатозонність, гнучка система пріоритетів, постановка на чергу при зайнятості системи або абонента, якого викликають.

Область застосування: ТСР доцільно використовувати як невелику (на 1 – 8 каналів, 200 абонентів) однозонову систему зв'язку, до якого пред'являються мінімальні вимоги.

ТСР з розподіленим каналом управління. Такими є поширена в США система LTR, розроблена ще наприкінці 70-х років минулого століття фірмою E.F.Johnson та її сучасна модифікація ESAS, розроблена фірмою UNIDEN. В цих ТСР управляюча інформація передається безперервно по всіх каналах, у тому числі і по зайнятих. Це досягається використанням для її передачі частот, менших 300 Гц. Кожний канал є управляючим для радіостанцій, закріплених за ним. В режимі чергування радіостанція прослуховує свій канал управління, в якому БС безперервно передає номер вільного каналу, який радіостанція може використовувати для передачі. Якщо ж на якому-небудь каналі починається передача, яка адресована одній з радіостанцій, то інформація про це

передається на її каналі управління, внаслідок чого ця радіостанція перемикається на канал, де відбувається виклик.

В системах LTR відбувається блокування всієї решти радіостанцій, для яких він був у цей момент управляючим. Передача інформації на частотах, менших 300 Гц одночасно з мовою робить такі системи дуже критичними до точності регулювання внаслідок чого ТСР з розподіленим каналом управління не отримали широкого розповсюдження.

ТСР з виділеним каналом управління. В таких системах зв'язку радіостанція безперервно прослуховує канал управління найближчої до неї БС. У разі надходження виклику БС передає інформацію про це по каналу управління, радіостанція, що викликається, підтверджує прийом виклику, після чого виділяє один з розмовних каналів для з'єднання і інформує про це по каналу управління всі радіостанції, що беруть участь у з'єднанні. Після цього ці радіостанції перемикаються на вказаний канал і залишаються на ньому до закінчення з'єднання. В той час, коли канал управління вільний, радіостанції можуть передавати туди свої запити на встановлення з'єднання.

ТСР з виділеним каналом управління найбільшою мірою відповідає сучасним вимогам завдяки наступному: легко реалізованій багатозоновості (радіостанція вибирає БС з найкращим управляючим каналом); постановці викликів на чергу у випадку зайнятості системи або абонента, якого викликають, що переводить такі ТСР з класу систем з відмовою при зайнятості в клас систем з очікуванням, і тим самим збільшує пропускну спроможність системи.

Рекомендації щодо вибору ТСР. При виборі ТСР слід враховувати такі чинники:

- визначити призначення і мету створення системи, потреби, яку вона повинна задовольняти, тобто, її тип (відомча, виробничо-технологічна, комерційна і т.д.) і обкреслити територію обслуговування;
- провести типологізацію абонентів і оцінити їх число, уточнити необхідність виходу в телефонну мережу і співвідношення радіо- і радіотелефонних абонентів;
- уточнити рівень і пріоритетність вимог, що пред'являються до оперативності, надійності, живучості та інших характеристик системи;
- спрогнозувати напрям і етапи розвитку системи, проаналізувати можливі технічні та фінансові рішення щодо її нарощування і якісного вдосконалення.

7.4. Розвиток транкінгового зв'язку

Можливості широкого розвитку систем радіозв'язку в першу чергу залежать від наявності частотного ресурсу. До 60-х років минулого століття в мережах мобільного зв'язку використовувався принцип "жорсткого закріплення" наявних частотних каналів за окремими абонентами мережі. При цьому транкінгові системи створювалися переважно для надання послуг диспетчерського зв'язку корпоративним абонентам, такими як МВС, транспорт, служби охорони тощо.

З кінця 60-х років минулого століття почався інтенсивний розвиток мереж транкінгового зв'язку на значних територіях з використанням сигналів з частотною модуляцією при ширині смуги частот одного каналу 25...30 кГц. Хоча такі системи були здатні обслуговувати десятки тисяч абонентів, проте на практиці через обмеженість частотного ресурсу аналогові транкінгові системи виявилися малоприматними для створення мереж з числом абонентів понад 3 – 5 тис.

З початку 90-х років в США, а потім і в Європі транкінговий мобільний радіозв'язок став поступово переходити на цифрові технології передачі сигналів, що дозволило багакратно збільшити місткість систем, більш ефективно використовувати радіочастотний спектр, довести швидкість передачі даних через голосові канали до 9,6 – 19,2 кбит/с. З цією метою в США і в Європі були розроблені так звані Відкриті міжнародні стандарти цифрових транкінгових систем.

В наш час існують три сфери застосування систем транкінгового радіозв'язку:

1. Державні служби – поліція, спецслужби, пожежна охорона, швидка допомога.
2. Приватні мережі – комерційні, які належать крупним організаціям.
3. Комерційні системи загального користування.

На початку 2000 року у всьому світі налічувалося близько 14,5 млн. користувачів мереж транкінгового зв'язку, в тому числі в США – 1,5 млн., причому база користувачів аналогових мереж має тенденцію безперервно зменшуватись, а база TETRA – збільшуватись.

На початку 90-х років минулого століття в Україні також були впроваджені аналогові транкінгові системи стандартів SmartTrunk II і MPT-1327, а з 1997 року почато впровадження досконаліших систем стандарту SmartNet, а також систем стандарту MPT 1327. В травні 2002 року Кабмін України прийняв закон "Про Національну систему конфіденційного зв'язку", згідно з яким передбачалась можливість отримання послуг транкінгового зв'язку.

7.5. Модернізована система мобільного радіотелефонного зв'язку "Алтай" в Україні

Модернізована система радіотелефонного зв'язку "Алтай" може надавати такі додаткові послуги:

- прямий міський номер;
- організація конференц-зв'язку;
- переадресація викликів;
- послуги міжміського і міжнародного зв'язку;
- послуги голосової пошти і передачі голосових повідомлень;
- можливість роумінга між всіма містами, де розгорнена система "Алтай";
- можливість посеkundної тарифікації.

Особливості модернізованої системи "Алтай":

- висока швидкість з'єднання мобільних абонентів між собою (близько 1 с);
- можливість утворення віртуальних груп користувачів і організації групового виклику абонентів цих груп;
- освіта для певної групи користувачів пріоритетного доступу до ресурсів системи;
- передачі телеметричної інформації;
- дозвіл або заборона певним абонентам входити в ТфЗК;
- обмеження часу розмови та ін.

Модернізована система "Алтай" розроблена як засіб побудови багатозонових мереж з можливістю з'єднання з різними типами АТС. Кожний вузол комутації дозволяє забезпечити спільну роботу декількох базових радіостанцій з центральним терміналом управління і уніфікованими загальними портами з'єднання з АТС. Ще одна істотна

перевага системи "Алтай" – наявність виділеного діапазону частот по всій території України. В наш час система розгорнена у всіх областях України і ВАТ "Укртелеком" є найбільшим вітчизняним оператором системи зв'язку "Алтай".