

к.т.н., проф Могилевич Д.І. (ВІТІ НТУУ “КПІ”)

Терезюк О.Е. (ВІТІ НТУУ “КПІ”)

к.т.н., проф. РАЕ Козубцов І.М. (НЦЗІ ВІТІ НТУУ “КПІ”)

## **АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ ПО РОЗРОБЦІ І ЕКСПЛУАТУВАННЯ ЦИФРОВИХ ТРАНКІНГОВИХ СИСТЕМ РАДІОЗВ’ЯЗКУ**

У даний час широко поширені ті транкінгові системи, які з’явилися раніше – аналогові. Цифрові стандарти транкінгового радіозв’язку поки не набули такого широкого поширення у зв’язку з вищою вартістю устаткування. Разом з тим, коло користувачів цифрових транкінгових систем постійно розширюється, що пояснюється їх перевагами перед аналоговими системами, такими, як велика спектральна ефективність за рахунок застосування складних видів модуляції сигналу і низькошвидкісних алгоритмів перетворення мови, підвищена ємність систем зв’язку, вирівнювання якості мовного обміну по всій зоні обслуговування базової станції за рахунок застосування цифрових сигналів у поєднанні з завадостійким кодуванням. Розвиток світового ринку систем транкінгового радіозв’язку сьогодні характеризується широким впровадженням цифрових технологій. Провідні світові виробники устаткування транкінгових систем, оголошують про перехід до цифрових стандартів радіозв’язку, передбачаючи при цьому або випуск

принципово нового устаткування або адаптацію аналогових систем до цифрового зв’язку.

Надамо більш детальну характеристику даних переваг:

Висока оперативність зв’язку. Перш за все, ця вимога означає мінімально можливий час встановлення каналу зв’язку (час доступу) при різних видах з’єднань (індивідуальних, групових і інші). В системах цифрового транкінгового радіозв’язку простіше реалізуються різні режими зв’язку, які підвищують її оперативність. Це такі, як режим безпосереднього (прямого) зв’язку між рухомими абонентами (без використання базової станції), режим відкритого каналу (виділення і закріплення частотних ресурсів мережі за певною групою абонентів) для ведення ними надалі переговорів без виконання якої не будь процедури, в тому числі без затримки, режими аварійних і пріоритетних викликів тощо.

Цифрові системи транкінгового радіозв’язку краще пристосовані до різних режимів передачі даних, що надає

абонентам широкі можливості оперативного отримання відомостей з централізованих баз даних, передачі необхідної інформації, включаючи мультимедійні повідомлення, організації централізованих диспетчерських систем місцезнаходження рухомих об'єктів на основі супутникових радіонавігаційних систем. Швидкість передачі даних в цифрових системах значно вища, ніж в аналогових.

Системи цифрових стандартів забезпечують різні режими передачі мови (індивідуальний зв'язок, груповий зв'язок, широкомовний виклик і тому подібне) і даних (комутовані пакети, передача даних з комутацією ланцюгів, короткі повідомлення тощо) і можливість організації зв'язку з різними системами по стандартних інтерфейсах (з цифровою мережею з інтеграцією послуг, телефонною мережею загального користування, установчими АТС і так далі). У системах радіозв'язку вказаних стандартів застосовуються сучасні способи перетворення мови, суміщені з ефективними методами завадостійкого кодування інформації. Всі системи допускають можливість використання дуплексного радіозв'язку. Виробники радіозасобів забезпечують відповідність їх військовим стандартам по різних кліматичних і механічних діях[1].

Розглянемо найбільш розповсюджені цифрові транкінгові системи зв'язку.

Стандарт APCO 25 - розроблений Асоціацією офіційних представників служб зв'язку органів громадської безпеки США. Стандарт APCO 25 використовує технологію множинного доступу з частотним розділенням (FDMA), орієнтований, перш за все, на системи радіозв'язку для організацій, що забезпечують суспільну безпеку і допомогу населенню в екстрених ситуаціях. Розглянемо найбільш розповсюджені цифрові транкінгові системи зв'язку.

Стандарт APCO 25 передбачає роботу як в транкінговому, так і конвенціональному режимах. А його основа, технологія FDMA, забезпечує зворотно сумісність цифрових абонентських пристроїв з аналоговими. Стандарт передбачає можливість роботи в будь-якому з стандартних діапазонів частот, які використовуються системами рухомого радіозв'язку: 138-174 МГц, 406- 512 МГц, 746- 869 МГц.

Стандарт розроблявся у два етапи: перша реалізація - Фаза I, друга - Фаза II. В Фазі I стандартний крок сітки частот складає 12,5 кГц, а для Фази II - 6 25 кГц. Вид модуляції чотирьохпозиційна фазова (Фаза I) та чотирьохпозиційна фазова зі згладженням фази (Фаза II).

Основний метод доступу до каналів зв'язку частотний, але по заявці фірми Ericsson в Фазу 2 була включена можливість використання множинного доступу з часовим розділенням каналів, оскільки при використанні такого доступу збільшується

канальна ємність на ділянці частот за рахунок утворення часових вікон.

Основні вимоги даного стандарту зводяться до необхідності забезпечення цифрової передачі голосу або даних із швидкістю 9,6 кбіт/с по частотному каналу шириною 12,5 кГц (з можливістю переходу на канал шириною 6,25 кГц), а також підтримка режиму шифрування без втрати якості передачі голосового сигналу або скорочення зони покриття.

Системи радіозв'язку стандарту APCO 25 підтримують декілька типів викликів при передачі голосу і даних в конвенціональному і транкінговому режимах.

Індивідуальні виклики. Кожен абонентський пристрій стандарту APCO 25 повинен мати індивідуальний номер (ідентифікатор), тому виклик можна адресувати не абонентській групі, а безпосередньо абонентові. Безадресні (циркулярні) виклики можна направляти одночасно всім користувачам, що знаходяться в зоні прийому, або всім абонентам мережі. Для цього потрібно адресувати повідомлення в ту абонентську групу, яка за замовчуванням включає всіх абонентів

Стандарт TETRAPOL - описує цифрову транкінгову систему радіозв'язку з виділеним каналом управління. Метод розділення каналів зв'язку в стандарті - частотний. TETRAPOL дозволяє створювати як однозонові, так і багатозонові мережі зв'язку різної

конфігурації. При цьому є можливість прямого зв'язку між рухомими об'єктами без використання інфраструктури мережі і ретрансляції сигналів на фіксованих каналах. Діапазон частот - від 70 до 520 МГц, рознос каналів прийому та передачі складає 10 МГц.

Служби мовного зв'язку забезпечують здійснювати наступні види викликів:

- циркулярний виклик;
- виклик встановлення відкритого каналу;
- груповий виклик;
- індивідуальний виклик;
- множинний доступ з використанням списку абонентів;
- аварійник виклик.

TETRAPOL передбачає забезпечення зв'язку як в зоні обслуговування мережі, так і за її межами. Для цього у складі обладнання є переносний цифровий радіошлюз, який забезпечує прив'язку винесеної групи абонентів ДО найближчої базової станції. Крім того, портативний одноканальний репітер який теж входить до складу обладнання, дозволяє організувати мобільну автономну зону з дальністю зв'язку між абонентами до 20 км. В решти • стандартів цього не передбачено. Досить зручним є те, що абонентські термінали TETRAPOL мають аксесуари для їх використання "вільні руки".

EDACS один з перших стандартів цифрового транкінгового радіозв'язку. Розроблений фірмою Ericsson.

Першочергово він передбачай тільки аналогову передачу мови, але пізніше була розроблена спеціальні цифрова модифікація системи EDACS Aegis. Діапазони частот стандарту 138 – 174 МГц, 403 - 423 МГц, 450 – 470 МГц, 806 - 870 МГц

TETRA - це повністю цифрова радіосистема. TETRA відрізняється високою якістю передачі мови і економнішим використанням радіочастот. Стандарт можна назвати аналогом GSM серед транкінгових стандартів. TETRA забезпечує високу гнучкість у побудові професійних рухомих систем зв'язку. Використовується багато станційний доступ з часовим розподілом, при цьому виділяється 4 часових вікна.

Серед додаткових послуг систем TETRA є режим прямого виклику (Direct mode), розробці якого було приділено особливу увагу. Розмова в цьому випадку йде без "посередництва" базової станції, безпосередньо між двома радіостанціями. Існує декілька рівнів пріоритету (зокрема примусове роз'єднання абонентів з нижчим рівнем пріоритету), режим скороченого набору (менше 300 мс), перешкодостійке кодування (метод CELP найбільш завадостійкий з відомих) і декілька рівнів секретності. Засекречування може відбуватися за допомогою зовнішньої апаратури від абонента до абонента і може здійснюватися в радіоканалі. Окрім цього при з'єднанні можлива ідентифікація абонента в мережі.

З нестандартних особливостей можна відзначити режим "псевдовідкритого" каналу. У цьому режимі, на відміну від "відкритого", розподіл навантаження і ресурсів мережі здійснюється на вимогу абонента (з урахуванням пріоритетності, утримання виклику і інших особливостей стандарту. Широкі можливості по передачі даних дозволяють підключати в абонентський інтерфейс різні види термінального устаткування: переносні комп'ютери, пристрої PDA (цифрові асистенти), факси, принтери і так далі. У стандарті TETRA специфіковані всі інтерфейси транкінгової системи: радіоінтерфейс, міжсистемний, інтерфейс лінія/станція, шлюзи з існуючою мережею загального користування і з мережею ISDN, а також інтерфейс з центром мережевого обслуговування і управління.

Таким чином, при оцінці транкінгових систем відносно інших СЗРО варто виділити їх основні переваги та недоліки.

В порівнянні із стільниковими системами перевагами є:

- безпосередній зв'язок;
- можливість зв'язку одночасно з декількома абонентами (групові виклики);
- висока оперативність встановлення з'єднання (0,2-1 с);
- організація черг до ресурсів системи при зайнятості і автоматичне з'єднання після появи можливості доступу;
- доступ до системи, виходячи зі встановлених пріоритетів і невідкладне

надання каналу зв'язку абонентові з вищим пріоритетом;

- менші витрати на розгортання і експлуатацію систем.

Переваги в порівнянні зі "звичайними" системами радіозв'язку:

- економія частотних ресурсів;
- вищий рівень сервісу - індивідуальні виклики, пріоритети, інтеграції з іншими мережами;
- можливість передачі цифрових даних;
- покриття зв'язком великих площ

завдяки багатозоновій конфігурації [2].

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. *Весоловсий Кишишов.* Системы подвижной радиосвязи / Весоловсий К. – М.: Горячая линия–Телеком, 2006. – 536 с.
2. *Luc Kuai-man.* Analysis of the cylinder-rectangular patch Antenna / Luc Kuai-man, Lee Kai-Fang, Dashele J. S. – IEEE Trans on antennas and propagations, 1989. – № 2. P. 143–147.