

## Практ. заняття 7, 8, 9

### Використання активних ретрансляторів в зонах невпевненого прийому стільникового зв'язку

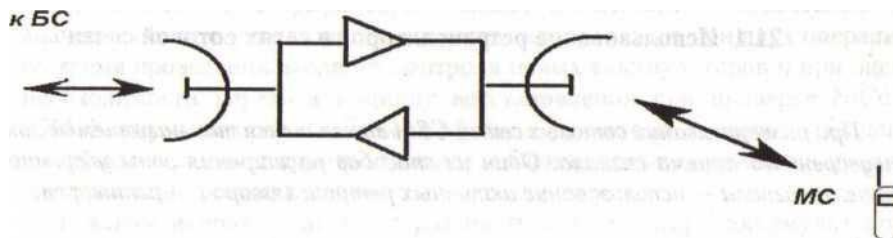
#### 1. Загальні відомості про використання ретрансляторів в мережах стільникового зв'язку

Стандартна БС при ідеальних умовах в змозі забезпечити якісне покриття на площі 30 – 40 квадратних км. Проте в реальних умовах міської забудови і складного рельєфу внаслідок значного загасання сигналу в цегляних, залізобетонних будівлях та в областях тіні, утворених природними складками місцевості ця величина зменшується до 1 – 2 км<sup>2</sup> для міста і 10 – 15 км<sup>2</sup> – поза його межами. Крім того, при експлуатації стільникової мережі виникає потреба у покритті сільських районів з низьким трафіком, приміщень усередині будинків, транспортних магістралей, а також територій, де економічно не вигідно встановлювати БС. Тому в таких випадках доцільно використовувати активні ретранслятори (РР), які суттєво розширюють зону покриття мережі. Їх перевага: простота установки і експлуатації, можливість «дозавантаження» використовуваної БС шляхом більш ефективного використання її обладнання.

Активні ретранслятори прийнято класифікувати за такими ознаками:

- за смугою пропускання – смугові: з фіксованою смугою, з регульованою смугою; каналні. Одним з видів каналних ретрансляторів є регенеративні.
- за видом передачі донорного сигналу (на лінії від БС до РР) – без зсуву частоти, зі зсувом частоти, по ВОЛЗ;
- за умовами розміщення ретрансляторів – у відкритому просторі (outdoor покриття), в закритому приміщенні (покриття indoor).

У загальному випадку активні ретранслятори, які конструктивно складаються з двох приймальнопередавальних модулів, розташованих в одному корпусі, що представляють собою двосторонній підсилювач з коефіцієнтом  $K_u$  (рис.1), що компенсує енергетичні втрати при розповсюдженні радіохвиль одночасно по лінії до абонента (вниз) (DownLink) і по лінії до ретранслятора (вгору) (UpLink).



**Рис.1** Передача сигналу з використанням активних ретрансляторів  
Розглянемо узагальнені характеристики активних ретрансляторів.

#### 1.1. Смугові ретранслятори

Найпоширеніший тип репітерів – смугові, які застосовуються як для стільникового покриття всередині приміщення (Indoor), так і для зовнішнього покриття (Outdoor). Смуга посилення таких ретрансляторів по лінії Uplink і

Downlink становить кілька МГц в діапазонах 1805 – 1880 МГц і 1710 – 1785 МГц відповідно.

Високий коефіцієнт посилення ( $K_u$ ) та необхідна АЧХ досягаються схемою ретранслятора з перетворенням на проміжну частоту (IF) і назад, що забезпечує високоякісну частотну селекцію сигналу. Крім підсилювача проміжної частоти з смуговим фільтром на ПАВ (SAW – surface audio wave), модулі містять малoshумний підсилювач (LNA – low noise amplifier) на вході тракту посилення і підсилювач потужності (PA – power amplifier) на виході.

Широка смуга пропускання даних активного ретранслятора призводить до посилення всіх перешкод і частотних каналів, що потрапляють в робочий діапазон, що небажано з точки зору EMC. Крім того, втрати вихідної потужності при посиленні декількох каналів, можливість виникнення інтермодуляційних спотворень і невеликий  $K_u$  ( $G_{max} = 50 - 80$  дБ) вимагають детального проектування.

## **1.2. Канальні ретранслятори**

З метою задоволення жорстких вимог електромагнітної сумісності (EMC) при щільному розміщенні БС, а також отримання високого  $K_u$  сигналу (90 – 95 дБ), використовуються канальні ретранслятори, що забезпечують посилення одного каналу (для стандарту GSM 1800 – 200 кГц, для CDMA – 1,25 МГц та ін) і високу селективність по сусідніх каналах. Виконуються такі ретранслятори зазвичай 2-х або 4-х канальними, залежно від кількості передавачів донорної БС, як для Indoor, так і для Outdoor покриття. Є можливість перебудови частоти каналів.

Недоліком канальних ретрансляторів є їх дорожнеча, неможливість застосування при впровадженні режиму стрибків по частоті (frequency hopping) і необхідність обов'язкового моніторингу і телекерування.

Основні переваги канальних ретрансляторів:

1. Вони представляють найоптимальніше рішення для внутрішньоміського використання.
2. Високий коефіцієнт посилення ( $G_{max} = 90 - 95$  дБ).
3. Оптимізація вибору донорної соти, як при частотному плануванні, так і при плануванні оптимального навантаження трафіку на соту.

## **1.3. Ретранслятори з частотним зсувом**

Для запобігання самозбудження у смугових і канальних ретрансляторах необхідна достатня розв'язка донорної та обслуговуючої антен. Якщо це складно забезпечити внаслідок обмеженого простору, то використовують ретранслятори з частотним зсувом, в яких ретрансльована частота на лінії DownLink заміщується будь-якою іншою, вільною, з цього ж діапазону з розносом 4 – 5 каналів.

Великий  $K_u$  (100 – 110 дБ), висока вихідна потужність (до 10 Вт), достатня розв'язка (50 – 60 дБ) між обслуговуючою та донорною антенами роблять ретранслятори такого типу більш переважними для Outdoor покриття. До їх недоліків слід віднести такий недолік: розміщення таких ретрансляторів ускладнює частотне планування.

## **1.4. Регенеративні ретранслятори**

До цього типу ретрансляторів відносяться каналні ретранслятори, в яких прийнятий сигнал обробляється цифровим процесором – DSP. При цьому проводиться повна демодуляція сигналу, приведення в цифрову форму і GSMK (Gaussian Minimum Shift Keying) модуляції для подальшої передачі. Це дозволяє досягти високого  $K_u$  (більше 140 дБ) і мінімізує коефіцієнт шуму (менше 3 дБ). Можливе використання як для Indoor рішень, так і для Outdoor використання.

### **1.5. Ретранслятори з волоконно-оптичним інтерфейсом**

Логічним продовженням вищенаведених конструкторських рішень стало виробництво ретрансляторів з волоконно-оптичною системою роздачі донорного сигналу на віддалені радіочастотні модулі. При цьому довжина волокна може складати десятки кілометрів.

Такі ретранслятори – ідеальний варіант для Indoor покриття (великі офіси, метро, тунелі і т.д.). Крім того, вони забезпечують оптимальну якість ретрансляції. Однак висока вартість прокладки кабельних систем не завжди дозволяє отримувати ефективні рішення..

## **2. Використання активних ретрансляторів всередині приміщення і для зовнішнього покриття**

### **2.1 Використання ретрансляторів всередині приміщення (indoor)**

У випадку, коли будівлі знаходяться в зоні радіотіні або екрановані від проникнення радіохвиль (підвальні приміщення) – економічно ефективно застосування активних ретрансляторів. Вихідними даними при розміщенні таких ретрансляторів є наступні дані: необхідна площа покриття будівлі, його конструктивні особливості, а також рівні сигналу від сусідніх БС на запланованому місці розміщення донорної антени.

Для вимірювань рівнів сигналів використовується комплект TEMS (Test for Mobile System) та мобільний телефон з можливістю вимірювання рівнів сигналу. Зі списку сот вибирається та, сигнал БС якої максимальний, за умови, що її конфігурація дозволяє обслуговувати додаткове навантаження.

### **2.2 Використання ретрансляторів для зовнішнього покриття (Outdoor)**

Активні ретранслятори використовуються для покриття автомагістралей або окремих ділянок місцевості з невеликим навантаженням (дачні селища, промислові будівлі, складські та торговельні приміщення, аеропорти), віддалених на деяку відстань від наявної зони покриття. У таких випадках активні ретранслятори дозволяють ретранслювати сигнал БС безпосередньо в заданому напрямку.

Для забезпечення необхідного покриття автотрас можна застосовувати двосекторні БС з мінімальною конфігурацією, тобто з одним прийомопередавачем в кожному секторі. Навантаження таких БС незначне, а відстані, що вимагають покриття, – протяжні. Тому має сенс замість деяких БС встановлювати ретранслятори, що дозволяє більш ефективно використовувати обладнання БС і скорочує витрати оператора на установку нових БС.

Для контролю і управління ретрансляторами використовується віддалений

моніторинг – Operation and Maintenance System (OMS), спеціальне програмне забезпечення, що дозволяє керувати параметрами ретранслятора, отримувати дані про вихідний потужності і навантаженні, що проходить через нього, а також відомості про несправності (самозбудження, температура та ін)

На закінчення відзначимо, що конструктивні і технічні характеристики активних ретрансляторів обумовили їх широке застосування серед операторів мобільного зв'язку країн Західної та східної Європи. В Україні їх використання обмежується їх підвищеною вартістю.