

## Лекція 3. Основні режими роботи системи стільникового зв'язку

ЦК і базові станції за рахунок резервування працюють цілодобово і безперервно, а рухомі станції працюють з перервами і відключеннями. У найпростішому випадку, коли РС працює в межах однієї комірки своєї (домашньої) системи передача обслуговування відсутня, в роботі РС можна виділити чотири етапи, яким відповідають чотири режими роботи рухомої станції:

- 1) включення РС і ініціалізація;
- 2) режим очікування;
- 3) режим встановлення зв'язку (виклику);
- 4) режим ведення зв'язку (телефонної розмови).

Розглянемо докладніше ці етапи.

### 1. Включення РС і ініціалізація.

Після включення РС (замикання ланцюга живлення) проводиться **ініціалізація**, тобто початковий запуск РС, протягом якого відбувається настройка РС на роботу у складі системи за сигналами, які регулярно передаються базовими станціями по відповідних каналах управління, після чого РС переходить в режим очікування.

Конкретний зміст етапу ініціалізації залежить від використовуваного стандарту стільникового зв'язку.

Так, в стандарті D-AMPS версії IS-54 PC починає сканувати **виділені канали управління** і вибрати з них канал з найсильнішим сигналом; потім за інформацією яка передається в цьому каналі PC визначає номери каналів виклику, знаходить серед них канал з найсильнішим сигналом, налаштовується на його частоту і залишається в режимі очікування.

У версії IS-136 алгоритм настройки PC на цифровий канал управління більш складний і гнучкий – з метою найшвидшої настройки максимально використовується інформація про положення каналу управління, а саме: де він знаходився в минулому сеансі роботи, покажчик положення каналу управління, якщо він є, тощо.

В стандарті GSM PC сканує всі наявні частотні канали, налаштовується на канал з найсильнішим сигналом і за наявності пачки корекції частоти визначає, чи передається в цьому частотному каналі інформація каналу BCCH. Якщо ні, то PC переналаштовується на наступний по рівню сигналу частотний канал, і так продовжується доти, поки не буде знайдений канал BCCH. Потім PC знаходить пачку синхронізації, синхронізується з вибраним частотним каналом, розшифровує додаткову інформацію про БС і ухвалює остаточне рішення про продовження пошуку або про роботу в даній комірці.

Таблиця 2.3. Спрощена структура логічних каналів стандарту GSM

Види логічних каналів	Типи каналів в межах видів
Канали трафіку TCH	TCH/FS, TCH/HS
Канали управління CCH	BCCH: FCCH, SCH, CCCH: PCH, RACH, AGCH SDCCH ACCH: FACCH, SACCH

## 2. Режим очікування.

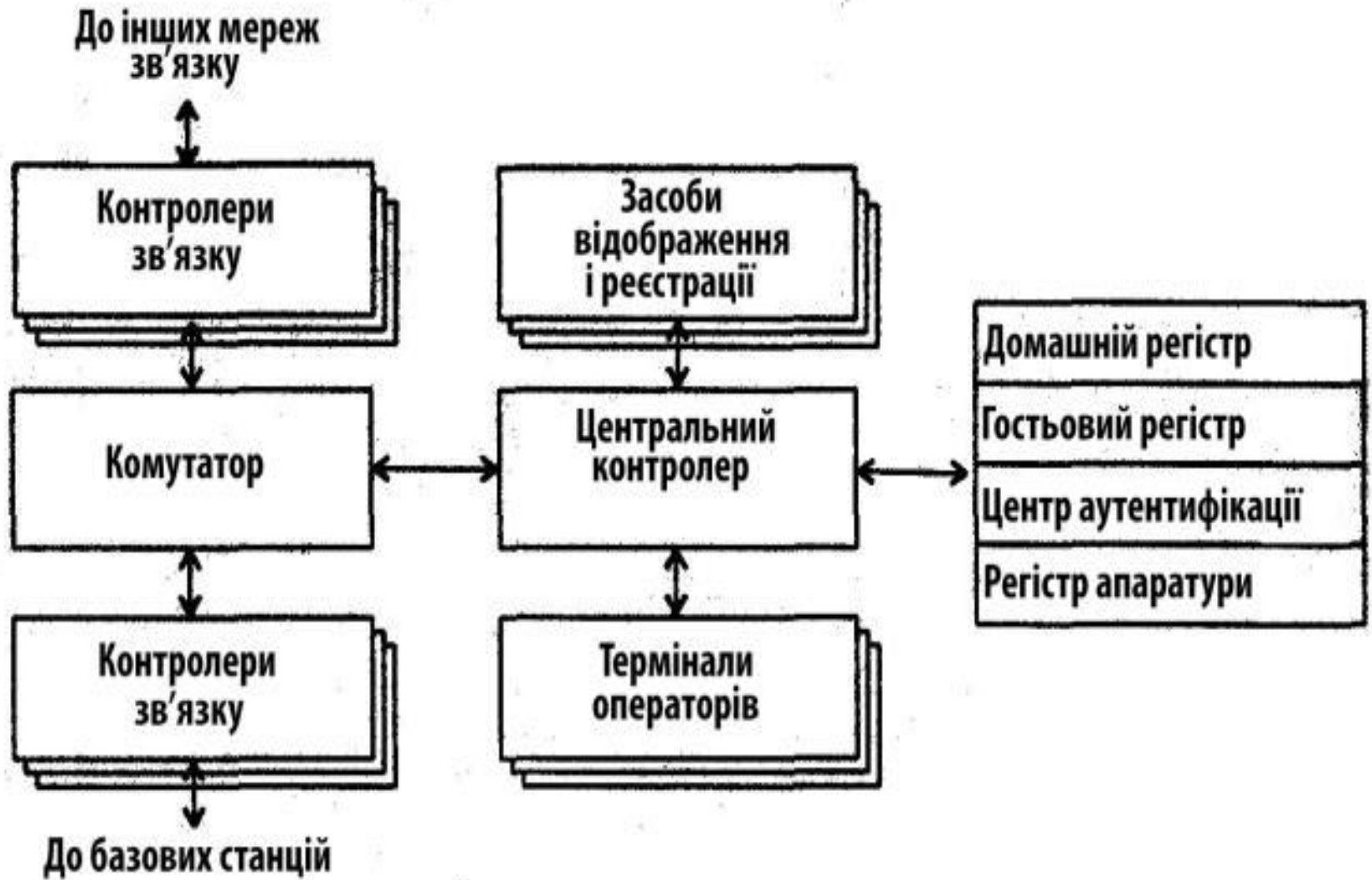
Перебуваючи в режимі очікування, РС відстежує:

- змінювання інформації системи, яке може бути пов'язане як із змінюванням її режиму роботи, так і з переміщеннями самої РС, наприклад, з переходом її в іншу комірку;
- команди системи, наприклад, команду підтвердити свою працездатність (реєстрація в конкретній комірці);
- отримання виклику з боку системи;
- ініціалізацію виклику з боку власного абонента.

Дві останні ситуації – отримання або ініціалізацію виклику – будуть далі розглянуті докладніше.

Крім того, РС може періодично (раз на 10... 15 хв) підтверджувати свою працездатність, передаючи відповідні сигнали на БС (підтвердження реєстрації або уточнення місцеположення). В ЦК для кожної з рухомих станцій фіксується комірка, в якій вона зареєстрована, що значно полегшує організацію процедури виклику РС. Якщо РС не підтверджує свою працездатність протягом певного проміжку часу (пропускає 2 або 3 підтвердження реєстрації підряд) ЦК вважає її вимкненою, і на її номер виклик не передається.

Рис.8. Блок-схема центра комутації



В стандарті GSM PC вимірює і періодично передає на БС такі параметри:

- рівень сигналу БС робочої (своєї) комірки і до 16 суміжних комірок, який вимірюється за сигналом мовного каналу управління;
- код якості сигналу, що приймається, в робочій комірці – функцію оцінки частоти бітової помилки по прийнятому сигналу перед канальним декодуванням.

В стандарті D-AMPS вимірювання рівня сигналу і частоти бітової помилки виконуються за командою з БС для забезпечення процедури передачі обслуговування.

### **3. Режим встановлення зв'язку (виклику).**

Якщо з боку системи поступає виклик номера РС, ЦК направляє цей виклик на комірку тієї БС, в якій зареєстрована РС, або на декілька БС в околиці цієї комірки – з урахуванням можливого переміщення РС за час, що пройшов з моменту останньої реєстрації, а БС передають цей виклик по відповідних каналах виклику. РС, що перебуває в режимі очікування, отримує виклик і відповідає на нього через свою БС, передаючи одночасно дані, необхідні для проведення процедури аутентифікації. При позитивному результаті аутентифікації призначається канал трафіку, і РС повідомляється номер відповідного частотного каналу. РС налаштовується на виділений канал і спільно з БС здійснює підготовку сеансу зв'язку. На цьому етапі РС налаштовується на заданий номер слота в кадрі, уточнює затримку в часі, підстроює рівень випромінюваної потужності тощо.

В стандарті D-AMPS при виборі часової затримки робота здійснюється укороченими пачками. Початкове значення затримки складає 88 біт; воно може зменшуватися на величину до 30 біт з кроком 1 біт (20,55 мкс).

В стандарті GSM при виборі затримки використовуються пачки доступу. Затримка регулюється в межах від 0 до 63 біт з дискретом 1 біт (3,69 мкс). Надалі БС відстежує змінювання відстані до РС і регулює величину затримки відповідними командами на РС. В цьому стандарті проводяться також прив'язка РС до БС за частотою з використанням пачки корекції частоти і часова синхронізація РС з БС з точністю до 1/4 біта.

#### **4. Режим ведення зв'язку (телефонної розмови).**

На цьому етапі БС повідомляє про подачу сигналу виклику (дзвінка), яка підтверджується РС, і РС, яка викликає іншого абонента, отримує сигнал виклику, відповідає на виклик натиском на відповідну кнопку на панелі управління мобільного телефону. Коли РС видає запит на завершення з'єднання, то після цього починається сеанс зв'язку – абоненти ведуть розмову.

В процесі розмови РС проводить обробку мовних сигналів, які передаються і приймаються, а також сигналів управління, які передаються одночасно з мовою. Після закінчення розмови відбувається обмін службовими повідомленнями між РС і БС (запит або команда на відключення з підтвердженням), після чого передавач РС вимикається і станція переходить в режим очікування.

Якщо виклик ініціюється з боку РС, тобто абонент набирає номер абонента, що викликається, переконується в правильності набору по відображенню на дисплеї і натискає відповідну кнопку ("виклик") на панелі управління, то РС передає через свою БС повідомлення з вказівкою номера, що викликається, і даними для аутентифікації РС абонента. Після аутентифікації БС призначає канал трафіку, і виконуються ті ж подальші кроки щодо підготовки сеансу зв'язку, як і під час вступу виклику з боку системи.

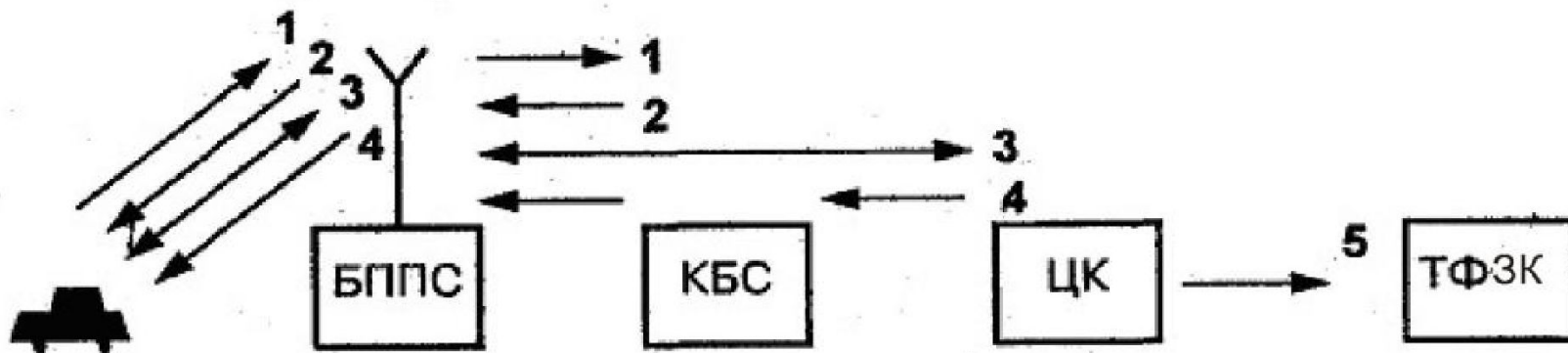
Потім БС повідомляє ЦК про готовність РС, ЦК передає виклик в мережу, а абонент РС дістає можливість стежити за ходом виконання цієї команди (чує сигнали – виклик або зайнято). З'єднання завершується на боці мережі.

Описана процедура схематично ілюструється рис. 3.1, де цифри позначають таку послідовність дій:

- 1 – РС через канал випадкового доступу запрошує виділений закріплений канал управління для встановлення зв'язку.
- 2 – Контролер БС через канал дозволу доступу призначає виділений закріплений канал управління.



- 3 – РС через призначений виділений закріплений канал управління проводить аутентифікацію і видає запит на виклик (з номером абонента, що викликається).
  - 4 – ЦК видає команду на призначення каналу трафіку.
  - 5 – ЦК видає номер, що викликається, на стаціонарну телефонну мережу, і після відповіді абонента, що викликається, завершує з'єднання.
- Процес розмови і завершення сеансу зв'язку не відрізняються від попереднього випадку. Якщо рухомий абонент розмовляє з іншим рухомим абонентом, то процедура встановлення зв'язку і проведення сеансу зв'язку залишаються практично такими ж самими.



**Рис.3.1.** Спрощена схема встановлення зв'язку (первинний виклик; стандарт GSM):

БППС – базова приймально-передавальна станція; КБС – контролер базової станції; ЦК – центр комутації; ТФЗК – стаціонарна телефонна мережа загального користування

Таблиця 2.3. Спрощена структура логічних каналів стандарту GSM

Види логічних каналів	Типи каналів в межах видів
Канали трафіку TCH	TCH/FS, TCH/HS
Канали управління CCH	BCCH: FCCH, SCH, CCCH: PCH, RACH, AGCH SDCCH ACCH: FACCH, SACCH

## **Канали управління ССН (Control Channels) поділяються на 4 типи:**

- *мовні канали управління BCCH (Broadcast Control Channels)*
- *спільні канали управління CCCH (Common Control Channels)*
- *виділені закріплені канали управління SDCCH (Standalone Dedicated Control Channels)*
- *суміщені канали управління ACCH (Associated Control Channels).*

**Мовні канали управління BCCH** призначені для передачі інформації від БС до РС в мовному режимі, тобто без адресації до якої-небудь конкретної РС. До їх числа входять:

- канал корекції частоти FCCH (Frequency Correction Channel) – для підстроювання частоти РС під частоту БС;
- канал синхронізації SCH (Synchronization Channel) – для кадрової синхронізації РС;
- канал загальної інформації, що не має окремого найменування.

### **Загальні канали управління ССН включають:**

- канал виклику РСН (Paging Channel), що використовується для виклику РС базовою станцією;
- канал дозволу доступу АГСН (Access Granting Channel) – для призначення закріпленого каналу управління, яке також передається від БС на РС;
- канал випадкового доступу РАСН (Random Access Channel) – для виходу з РС на БС із запитом про призначення виділеного каналу управління. При передачі інформації по загальних каналах управління прийом інформації не супроводжується підтвердженням.

### **Виділені закріплені канали управління SDCCH**

- (використовуються в двох варіантах, не відображених в табл. 2.3)
- автономні канали управління для передачі інформації з БС на РС і у зворотному напрямі.

**Суміщені канали управління АССН**, також такі, що використовуються для передачі інформації в обох напрямках (від БС до РС і від РС до БС) і декілька таких, що мають, варіанти, не відображені в табл. 2.3, включають:

- повільний суміщений канал управління SACCH (Slow Associated Control Channel) – **об'єднується з каналом трафіку** (кадр 13 мультикадра каналу трафіку) або з каналом SDCCH;
- швидкий суміщений канал управління FACCH (Fast Associated Control Channel) – **поєднується з каналом трафіку**, замінюючи у відповідному слоті інформацію мови, причому ця заміна позначається прихованим прапорцем (поле S на рис. 3.3):

Рис.8. Блок-схема центра комутації

