

## Лекція 8

Перспективні методи множинного доступу

Модуляція й завадостійке кодування

Бортова апаратура ШСЗ

Земна апаратура систем супутникового зв'язку

Принцип спостереження антен за супутником

### Перспективні методи множинного доступу

Більше універсальним і перспективним методом множинного доступу є технологія CDMA. Основні достоїнства технології: невисока пікова потужність сигналу, гнучкість перебудови каналів і вибору смуги каналу, простота переходу з каналу на канал, можливість роботи декількох станцій в одному частотному діапазоні. Характерні приклади його систем, що використовують - CC3 Globalstar Ellipso.

Крім того, багатьом користувачам не потрібен постійний доступ до супутникового зв'язку. Цим користувачам канал зв'язку (таймслот) виділяється на вимогу за допомогою технології DAMA (Demand Assigned Multiple Access — множинний доступ з наданням каналів на вимогу).

Ще один перспективний метод множинного доступу - мультиплексування за допомогою ортогональних несучих (OFDM). Він вимагає щодо складних засобів цифрової обробки сигналу. На основі даної технології побудований стандарт цифрового телевізійного віщання DVB, у тому числі і його супутниковий варіант DVB-S.

Основні вимоги до систем багатостанційного доступу:

1. Ефективне використання потужності ретранслятора.
2. Максимально можливе використання смуги частот ретранслятора.
3. Припустимий рівень перехідних перешкод.
4. Гнучкість системи за допомогою керування мережею зв'язку при перерозподілі каналів і зміні трафіка з урахуванням економічних факторів. Для забезпечення гнучкості доцільно забезпечити роботу з незакріпленими каналами, тобто такі, які тимчасово утворюються на вимогу абонента для з'єднання будь-яких пар земних станцій, це приводить до ускладнення встаткування.

Можлива багатоадресна й одноадресна побудова групового повідомлення. При багатоадресній побудові кожний з  $n$  земних станцій передає в одному стовбурі всі повідомлення, призначені іншим  $n - 1$  станціям. На прийомі ці станції виділяють із групового сигналу "свої" повідомлення. Така побудова вимагає наявності на кожній станції  $n - 1$  комплекту прийомного встаткування. При одноадресній системі передачі кожна станція займає "свої" канали в  $n - 1$  стовбурах ретранслятора, призначених кожній певній станції. На прийомі всі сигнали даної станції виявляються в одному стовбурі, що істотно зменшує обсяг прийомного встаткування. Однак при цьому істотно ускладнюється

### Модуляція й завадостійке кодування

Особливістю супутникових систем зв'язку є необхідність працювати в умовах порівняно низького відношення сигнал/шум, викликаного декількома факторами:

- значною далекістю приймача від передавача,
- обмеженою потужністю супутника (неможливістю вести передачу на великій потужності).

У зв'язку із цим супутниковий зв'язок погано підходить для передачі аналогових сигналів. Тому для передачі мови її попередньо оцифровують, використовуючи, наприклад, імпульсно-кодову модуляцію (ІКМ).

Для передачі цифрових даних по супутниковому каналі зв'язку вони повинні бути спочатку перетворені в радіосигнал, що займає певний частотний діапазон. Для цього застосовується модуляція (цифрова модуляція називається також *маніпуляцією*). Найпоширенішими видами цифрової модуляції для додатків супутникового зв'язку є фазова маніпуляція і квадратурна амплітудна модуляція.

Через низьку потужності сигналу виникає необхідність у системах виправлення помилок. Для цього застосовуються різні схеми завадостійкого кодування, найчастіше різні варіанти згортуючих кодів (іноді в сполученні з кодами Рида-Соломона), а також турбо-коди.

### **Бортова апаратура ШСЗ**

Основні вимоги й принципи побудови бортових апаратів ШСЗ:

1. Мінімальна маса й габарити;
2. Великий ККД, мале споживання енергії.
3. Висока надійність. Наробіток на відмову не менш 3-5 років;
4. Стабілізація супутника на орбіті.

Структурна схема бортових апаратів з негайною ретрансляцією має вигляд рис. 8.1.

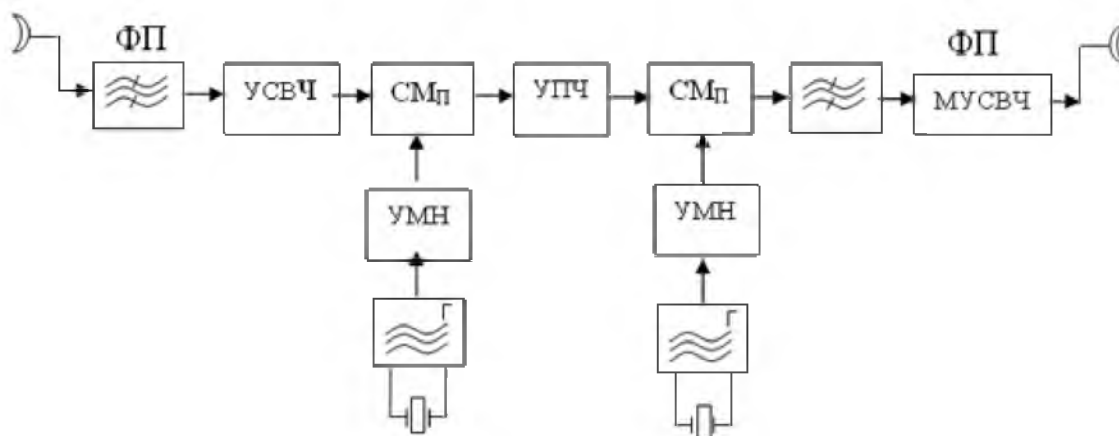


Рис.8.1

Якщо основне посилення здійснюється на НВЧ, то сигнал через ФП2 і ферритовий вентиль надходить на МУСВЧ (звичайно ЛБВ) і потім на антену. Використовується для прийому й передачі одна антена. Для розв'язки потужного вихідного й слабкого вхідного сигналу служить спеціальний пристрій, що розв'язує.

При багатостовбурному ретрансляторі апаратури ускладнюється й основне посилення здійснюється на НВЧ (тобто без перетворення на ПЧ).

### **Земна апаратура систем супутникового зв'язку**

Земні апаратури систем з ШСЗ будується аналогічно тропосферних РРС, тобто використовуються потужні підсилювачі на передачі й малешумливі підсилювачі на вході. Крім того в системах з ШСЗ передбачаються пристрої спостереження за ШСЗ і контролю й т.д.

Від ШСЗ сигнал приходить із обертаючою поляризацією й надходить на антену з діаметром  $12 \text{ м}^2$  або  $25 \text{ м}^2$  (залежно від ємності станції) шумова температура не більше 10 ДО. Антена переміщається й стежить за ШСЗ.

Проходячи обертові з'єднання ВР сигнал кругової поляризації перетворюється в лінійно поляризоване в Поляризаційному блоці. Далі через блок фільтрів надходить на МШУ - малешумливий пристрій. Він являє собою 4-х каскадний параметричний підсилювач. Перші два каскади охолоджені рідким азотом до 77 ДО. Шумова температура не більше 90 ДО.  $f_{\text{пч}} = 70 \text{ Мгц}$ . Стовбури резервуються. У ТВ стовбурі відео сигнал і звуковий супровід ущільнюється за часом.

На передачі:

КУ - потужний клістроний підсилювач 3 кВт;

ФГ - фільтр гармонік;

МС - міст додавання.

#### ***Анени супутникових систем зв'язку***

Найбільше застосування в земних станціях супутникових систем зв'язку знайшли модифіковані двохдзеркальні антени з високим використанням поверхні (до 0,7). Розміри дзеркала досягають до 32 м, а G до 60 дБ.

Анени ЗС монтуються на опорно-поворотному пристрої, що забезпечує напрямок антени убік супутника. Для супутникових систем передачі в основному використовуються азимутально – кутові поворотні пристрої, за допомогою яких антени обертаються навколо осей: по азимуті й куту місця.

До фідерного тракту антеною системи ЗС пред'являються специфічні вимоги, обумовлені наявністю декількох стовбурів, високою рівнем переданої потужності (до 10 кВт), малим рівнем прийнятого сигналу й обертанням антени.

#### ***Принцип спостереження антен за супутником***

Одним з основних відмінностей антеною системи ЗС є забезпечення спостереження променем діаграми спрямованості за супутником. Спостереження здійснюється як у повно поворотних антенах при використанні еліптичних орбіт, так і при неповноповоротних антенах великого діаметра (більше 2,5 м у смузі 4/6 ГГц) при використанні геостаціонарних орбіт.

Ширина лучачи антени ЗС, як правило, досить мала. Наприклад, в антен з діаметром 12 м на частоті 3 дБ становить  $16^\circ$ . Прийнято, що відхилення осі лучачи ДН від напрямку на супутник не повинна перевищувати десятої частки ширини лучачи на рівні 3 дБ, тобто точність наведення повинна збігатися 1,6 кутових хвилин. Для забезпечення такої точності наведення можливе застосування наступних способів:

1. ручне наведення;
2. програмне наведення з ручною корекцією;
3. автосупроводження.

На практиці в основному застосовується автосупроводження.

При цьому способі на супутнику передбачається або спеціальний маяк або спостереження здійснюється по інформаційному сигналі. У другому випадку апаратури простіше, тому що сполучено із приймачем інформаційного сигналу.

У свою чергу система автосупроводження має різновиди, які мають різні особливості й вибір залежить від конкретних умов. У випадку виходу з ладу автосупроводження переходять на ручне наведення.