**2. ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБРАНОГО НАПРЯМКУ**

 Згорткові коди знайшли широке застосування в стільникових і в супутникових системах зв'язку.

Системи стільникового рухомого зв'язку (ССРЗ) вперше стали експлуатуватися в кінці 70-х на початку 80-х років. Стільниковий принцип топології мережі з повторним використанням частот в сотах в чомусь вирішив проблему дефіциту частотного ресурсу і в даний час є основним у створюваних системах рухомого зв'язку загального користування. Стандартизація в області ССРЗ призвела до того, що на зміну дев'яти окремим аналоговим стандартам стільникового зв'язку першого покоління прийшли три цифрових стандарту другого покоління (GSM, D-AMPS, JDC), один з них - GSM визнаний «глобальним». У зв'язку з широким розповсюдженням цього стандарту у всьому світі, GSM стали розшифровувати як Global System for Mobile Communications (глобальна система для мобільного зв'язку).

Канали зв'язку в стандарті GSM розділяються на фізичні і логічні. Фізичний канал утворюється шляхом комбінування тимчасового (ТРК) і частотного (ЧРК) розділення сигналів.

До формування фізичного каналу повідомлення дані, представлені в цифровому вигляді, групуються і об'єднуються в логічні канали двох типів:

* Канал зв'язку - для передачі кодованої мови і даних;
* Канал управління - для передачі сигналів управління і синхронізації.

Кодування та перемноження є важливими ступенями тракту обробки інформаційних цифрових сигналів і сигналів управління. В цифрових ССРЗ здійснюється перетворення аналогового мовного сигналу в цифрову послідовність, яка піддається шифруванню та кодування, що необхідно для захисту інформації від помилок в процесі передачі і прийому. Для цього використовуються:

* Блочне кодування - для швидкого виявлення помилок при прийомі;
* Згорткове кодування - для виправлення одиночних помилок;
* Перемноження - для перетворення пакета помилок в одиночні помилки.

В цифрових ССРЗ кодуються всі передані по радіоканалу сигнали. В аналогових ССРЗ кодують цифрові сигнали управління.

При кодуванні переслідують різні цілі. Найнижчий рівень має виявлення (ви’явлення) помилок в повністю прийнятому сигналі. У порівнянні з ним більш високим рівнем володіє виявлення помилок в окремих сегментах сигналу, яке може бути виконано за допомогою простих блокових кодів, наприклад, з перевіркою на парність. У сучасних системах використовують коди з виправленням помилок. Це можуть бути блокові коди (канали сигналізації в NMT-450, DECT) і згорткові коди (GSM, системи з кодовим поділом - CDMA). Вибір коду визначає велике число чинників: характеристики каналів, швидкість передачі, вид модуляції і т.п.. Важливе значення набуває елементно-технологічна база. Застосування швидкодіючих процесорних НВІС відкрило шлях до використання потужних згортальних кодів при обробці сигналів у реальному часі. Згорткові коди добре виправляють випадкові поодинокі помилки, але дають погані результати при пакетах помилок. Тому згорткове кодування і суміщають з перемноженням (перетасовкою) інформаційних символів, яке забезпечує перетворення пакетів помилок в одиночні.

В ССРЗ основні властивості мовних каналів і каналів управління значно відрізняються один від одного. Для мовних каналів необхідна зв'язок в реальному масштабі часу з короткими затримками при порівняно низьких вимогах до ймовірності помилки в каналі. Для каналу управління потрібно абсолютна достовірність даних і виправлення помилок, але допускається більш тривалий час передачі і затримки.

В різних логічних каналах використовуються різні згорткові коди, оскільки швидкості передачі і вимоги щодо захисту від помилок також різні. Для спрощення процедур кодування і декодування при формуванні кодів використовуються тільки кілька поліномів. Це дозволяє використовувати в стандарті GSM згорткових код з однією швидкістю R = 1/2. У ряді режимів для вирівнювання швидкості в мовному каналі до R = 1/2 застосовують проріджування, тобто, періодичний пропуск (перфорацію) кодованих символів. Оскільки складність декодування за найбільш вигідним, з точки зору реалізації, алгоритму Вітербі зростає експоненціально із збільшенням довжини кодового обмеження l, то типові значення ДКО малі і лежать в інтервалі *l* = 3 - 10.

Згорткові коди і алгоритми декодування по максимуму правдоподібності, алгоритм Вітербі знаходять основне застосування в системах космічної та супутникового зв'язку. Це пояснюється тим, що канали зв'язку в цих системах близькі за своїми властивостями до каналам з білим гаусовським шумом, які є симетричними каналами без пам'яті. Для подібних систем характерні жорсткі обмеження по потужності переданого сигналу, тому для них важливо здійснити найбільш ефективне кодування і декодування, що дозволяє зменшити ймовірність помилки на перекодованим інформаційний символ при малому енергетичному потенціалі.

Для істотного поліпшення завадостійкості при використанні згортальних кодів необхідно збільшувати швидкість передачі символів, а отже, і ширину смуги, наприклад, в 2 рази при відносній швидкості передачі коду 1/2 або в 4/3 рази при відносній швидкості 3/4. Таким чином, застосування згортальних кодів виявляється особливо вигідним в супутникових системах зв'язку, енергетичний потенціал яких обмежується потужністю бортового ретранслятора, тобто в каналах, де визначальним фактором є обмеження потужності, а не смуги частот. В системах з обмеженою енергетикою кодування дозволяє зменшити необхідне відношення сигнал - шум, оптимальним чином розподілити потужність ретранслятора між каналами і збільшити число каналів.

Велика затримка на трасах розповсюдження в цифрових супутникових системах зв'язку (ССС) не дозволяє використовувати для підвищення вірності системи з автозапит (із зворотним каналом), в яких коди служать для виявлення помилок. Тому в ССС і використовуються, в основному, згорткові коди, вирішальні задачу безпосереднього виправлення помилок.

Таким чином, згорткові коди застосовуються в широкому спектрі сучасних систем зв'язку.