

Лекция

Сотовая система связи

2-го поколения

CDMAOne

Общие представления о системах с кодовым разделением каналов. Стандарт CDMAOne (IS-95)

Передача MS→BS 824-849 МГц

Передача BS→MS 869-894 МГц

20 дуплексных каналов

Число каналов на несущей 55

Метод модуляции QPSK, DQPSK

Канальный разнос 1250 кГц

Теоретические основы функционирования сетей связи с кодовым разделением каналов

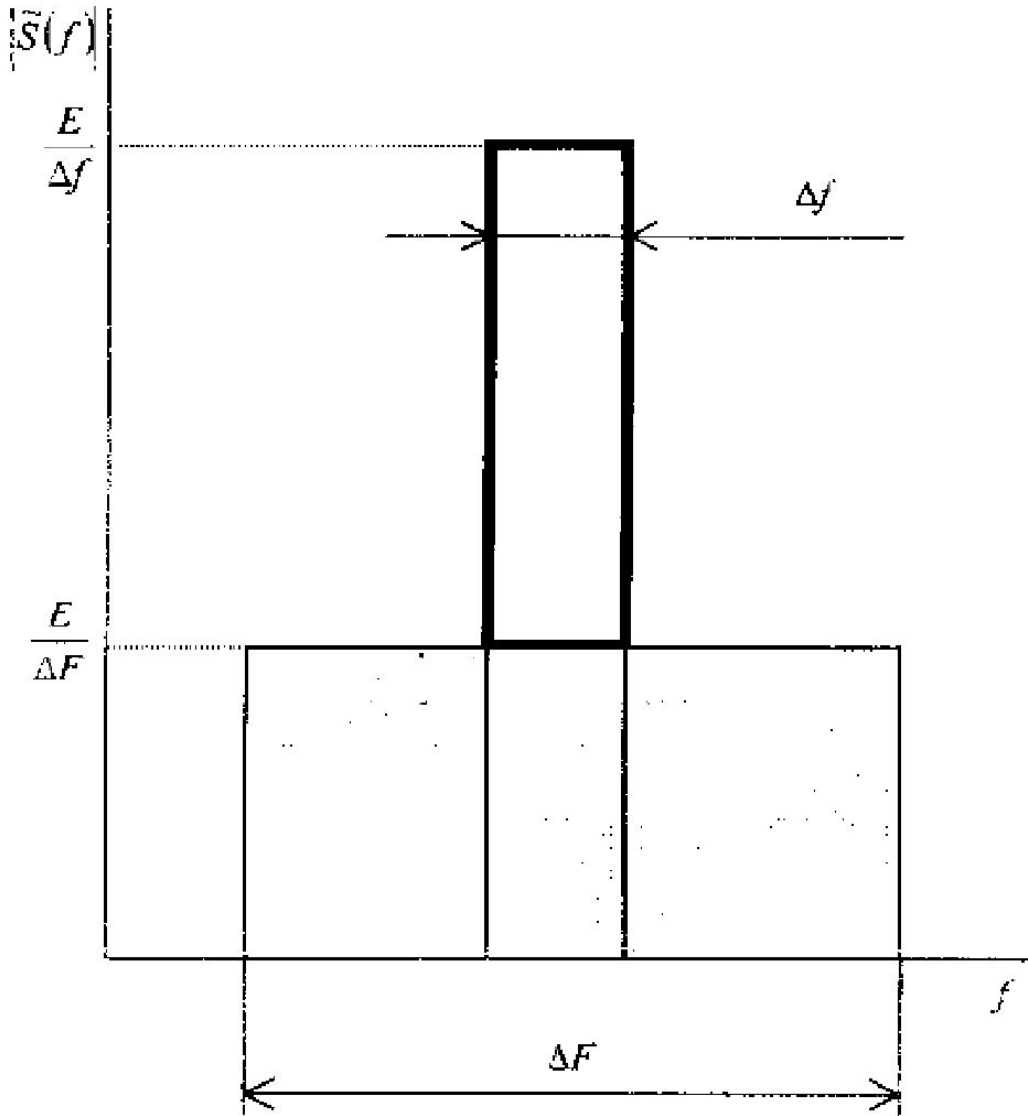
Сложные сигналы:

$$B = \Delta F \times T$$

ΔF – ширина спектра сигнала,

T – длительность сигнала

Преобразования ширины спектра сигналов



Преимущества сигналов с большой базой

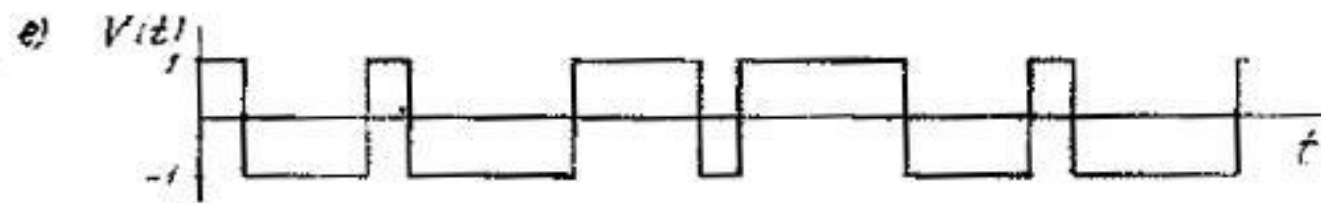
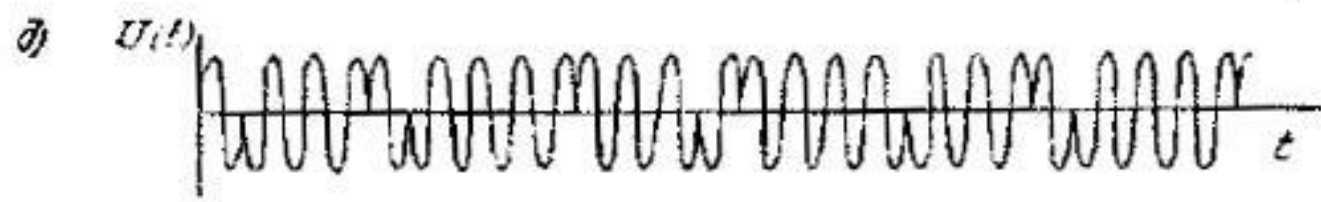
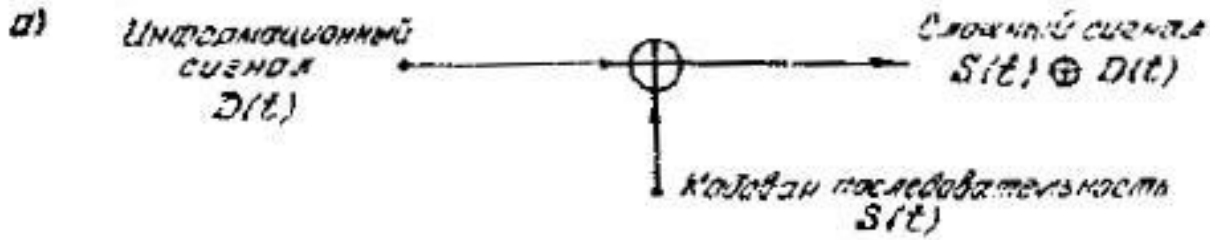
- Высокая помехозащищенность систем связи
- Эффективная борьба с искажениями в канале связи
- Одновременная работа многих абонентов в общей полосе частот за счет кодового разделения каналов
- Совместимость передачи информации одновременно с измерением параметров движения объектов
- Более эффективное использование спектра частот на ограниченной территории

Основные способы расширения базы сигналов

- Быстрое скачкообразное изменение несущей частоты (каждый символ передается набором дискретных частот)
- Прямое расширение спектра частот (умножение узкополосного сигнала на псевдослучайную последовательность (ПСП))

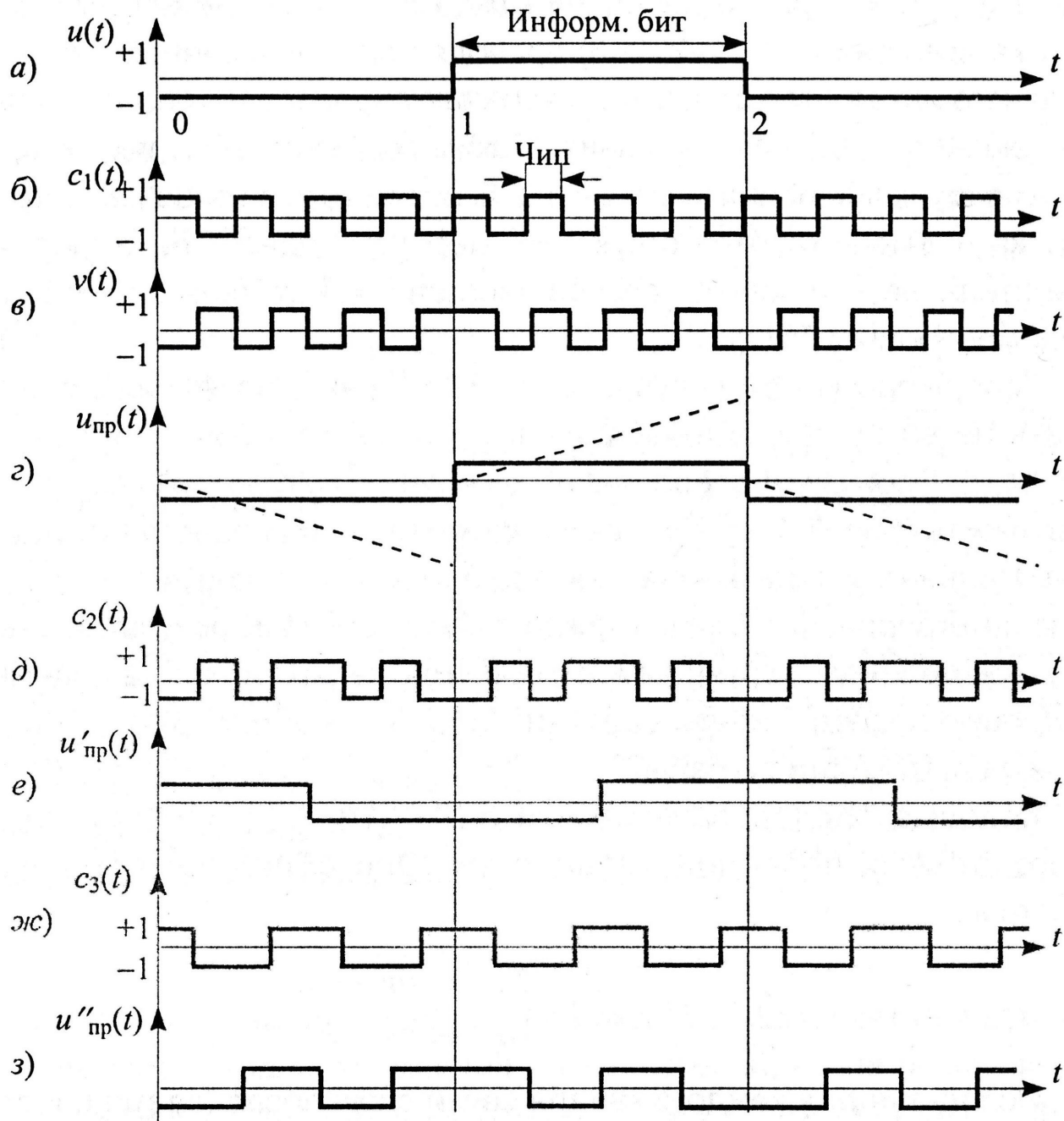
Условия для организации систем со сложными сигналами:

- Расширение базы сигнала посредством кода
- Кодовая синхронизация передающей и приемной сторон
- Уровень взаимных помех в системе не выше порогового
- Применение оптимальных кодовых последовательностей с целью улучшения характеристик системы



- а) кодовый модулятор
- б) информационный сигнал
- в) кодовая последовательность
- г) информационный сигнал, манипулированный кодом
- д) фазоманипулированный сложный сигнал
- е) комплексная огибающая фазоманипулированного сигнала

Принцип CDMA



Выбор кодовых последовательностей

- **Прямой канал (от БС к МС)**

поддержка тактовой и кадровой синхронизации адресных последовательностей рабочих каналов одной БС. На входе приемника МС сохраняется режим синхронизации –

адресные последовательности – ансамбли ортогональных сигналов – *функции Уолша*

- **Обратный канал (от МС к БС)**

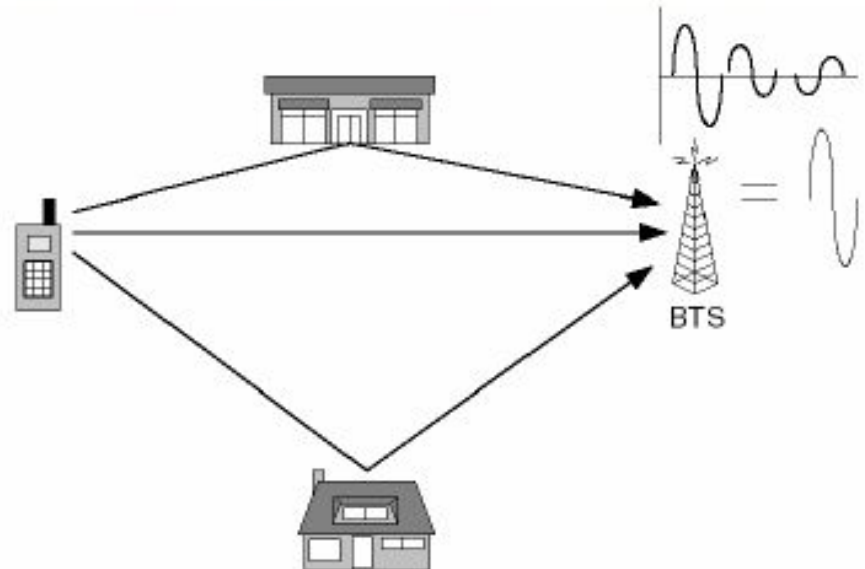
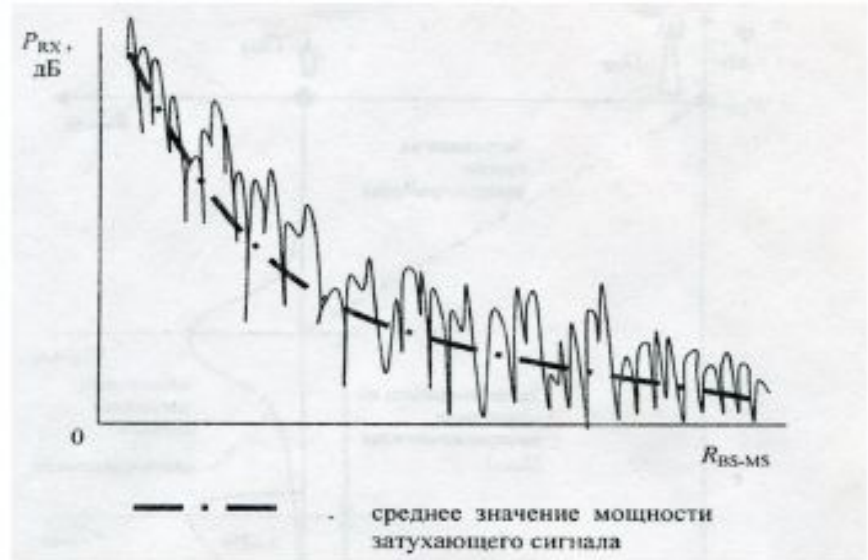
У адресных последовательностей разных МС сдвиги произвольные. Бинарные коды на основе M-последовательностей с хорошими свойствами периодической автокорреляционной функции

Характеристика канала связи

- Зона действия сотовой связи – города и пригороды – сильно различается плотность застройки
- МС обычно находятся вне зоны прямой радиовидимости БС, сигналы к МС приходят в ходе переотражений и дифракции
- МС постоянно в движении, во время сеанса связи вносятся доплеровские частотные сдвиги
- Многолучевое распространение – МС принимает множество интерферирующих сигналов - копий

Вследствие указанных явлений возникают:

- Затухания сигналов
- Медленные замирания
- Быстрые замирания



Затухания сигналов

Расчет средних потерь мощности на трассе (потери зависят от дальности связи, типа и плотности застройки, несущей частоты)

1) Модель Окумуры-Хата

(не учитывает этажность зданий, ширину улиц)

2) Модель Кся-Бертони (на основе уравнений волновой оптики) Учитывает отражение от стен зданий, дифракцию на кромках крыш

Медленные замирания

Возникают из-за перемещения абонента на большие расстояния (больше 10 длин волн)

Моделируются логарифмическим нормальным законом

Быстрые замирания

(интерференция в локальной зоне)

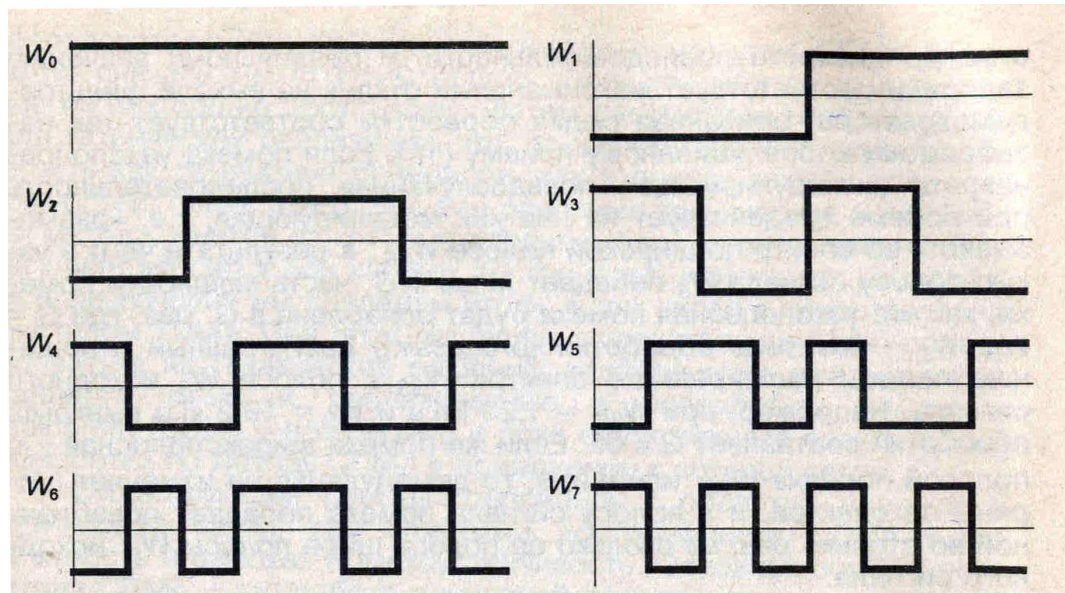
Моделируются законом распределения Релея-Райса

CDMAOne

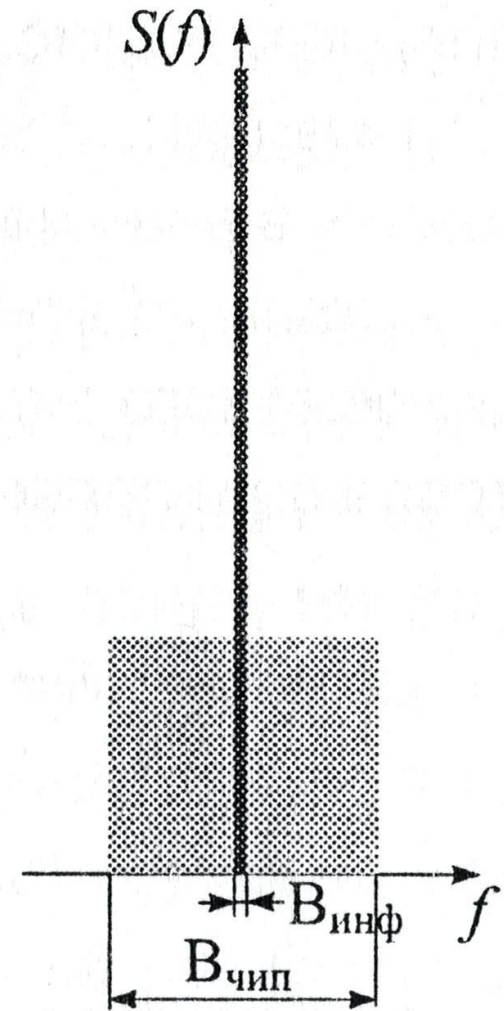
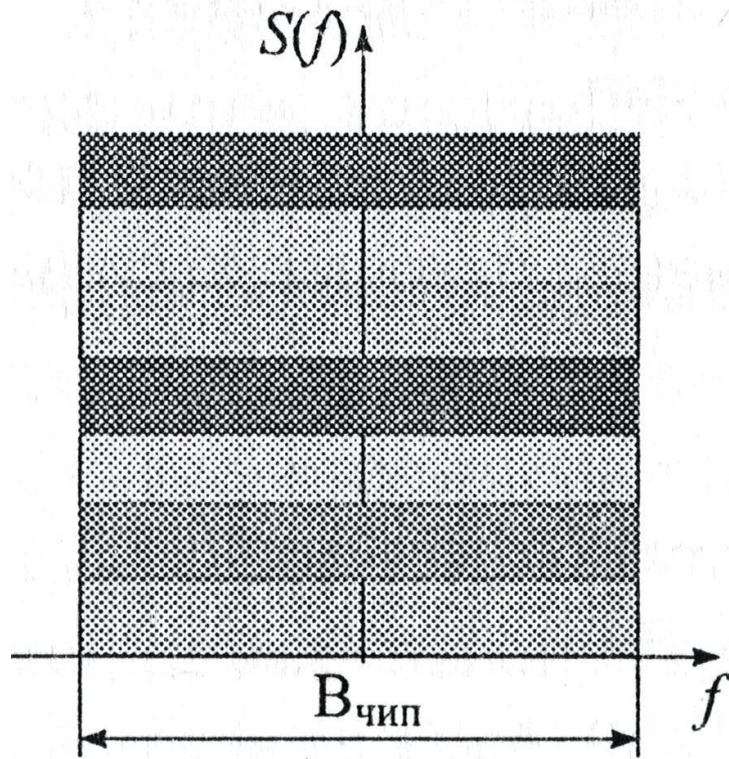
- $V_{\text{симв}} = 19.2$ ксимв./с
- $V_{\text{чип}} = 1.2288$ Мчип/с
- $SF = 64$ - коэффициент расширения спектра

От БС к МС

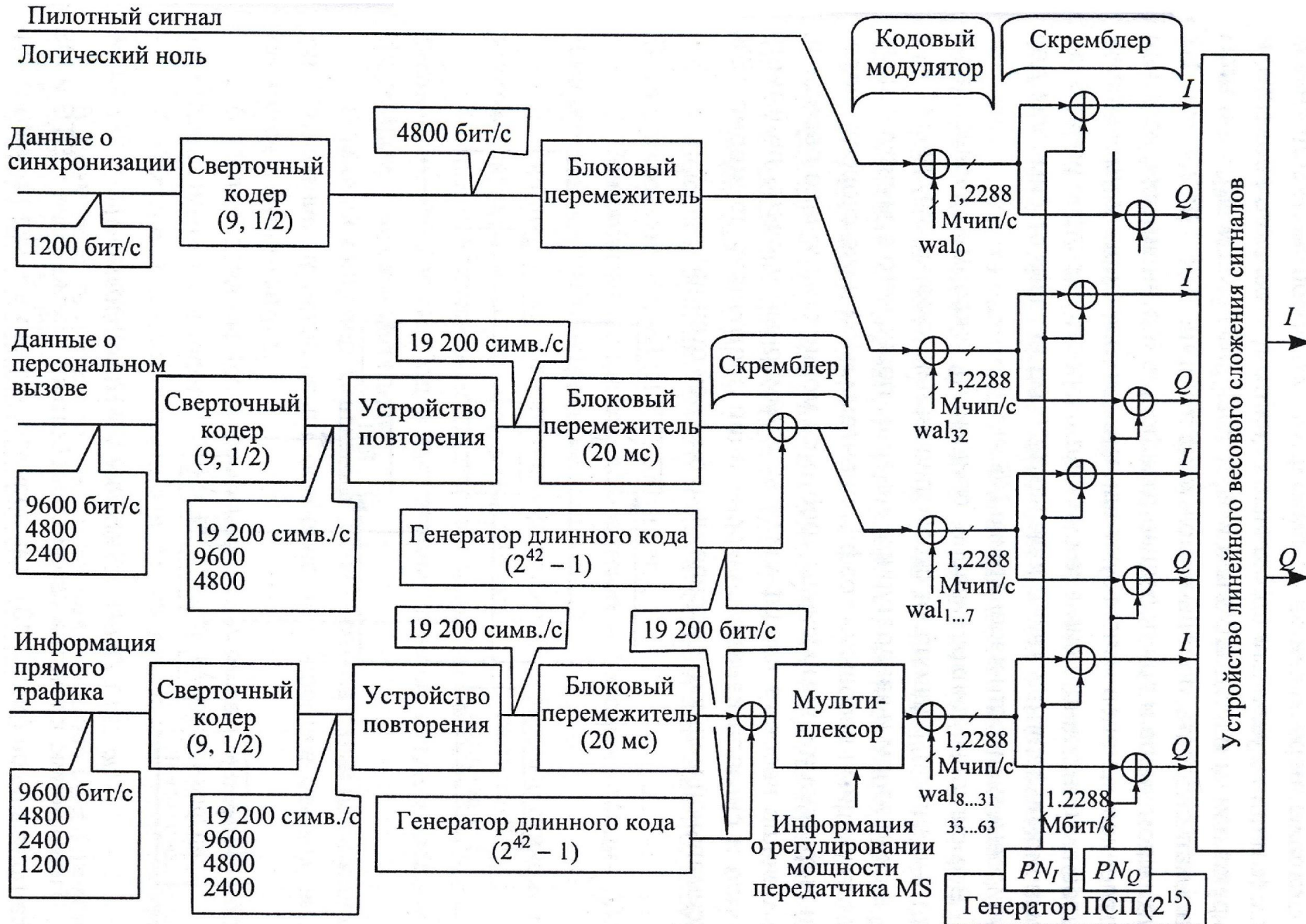
- Каналообразующие последовательности - 64 ортогональные последовательности функций Уолша
- Скремблирующие коды – m-последовательности $L=2^{15}-1$ элементов закрывают БС со сдвигом на 64 элемента. Всего 512 БС
- Длинный скремблирующий код $L=2^{41}-1$ для выделения и шифрации отдельных каналов



Спектры сигналов на входе и выходе приемника



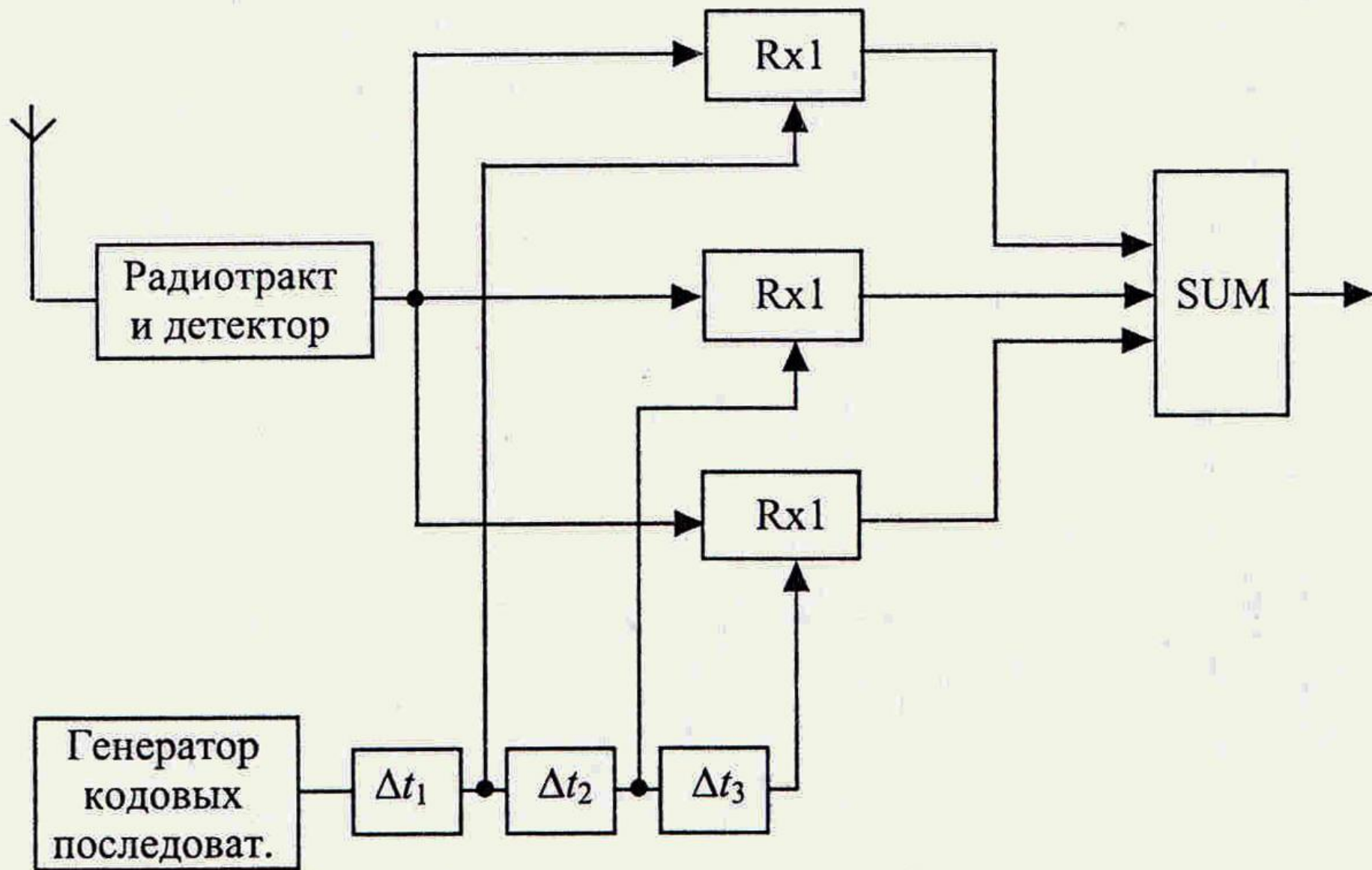
Структура передающего тракта БС CDMAOne



Структура передающего тракта МС CDMAOne



Принцип построения Rake-приемника



Преимущества CDMA

- Высокая эффективность использования канального ресурса. Возрастание пропускной способности сети.
- Пониженная мощность абонентских и базовых станций. Меньший уровень помех для других электронных устройств.
- Упрощение частотного планирования. Все базовые станции используют один и тот же канальный ресурс.
- Простота изменения скоростей передачи «вверх» и «вниз» для различных абонентов. Поддержка ассиметричных видов передачи информации.
- Мягкий хэндовер. Снижение числа обрывов связи из-за хэндовера. Улучшение качества связи при передаче данных, видеосигналов и мультимедиа.
- Использование Rake-приемника для выделения и обработки наиболее сильных сигналов при многолучевом распространении.
- Улучшение качества передачи телефонии за счет устранения замираний при многолучевом распространении.
- Упрощение передачи каналов управления.

Сложности в реализации сетей CDMA

- Жесткие требования к синхронизации кодирующих последовательностей в приемниках. Необходимость когерентной обработки принятых сигналов.
- Необходимость быстрой регулировки мощности передатчика мобильной и базовой станций.
- Зависимость дальности связи от скорости передачи и скорости перемещения абонента.
- Динамические снижения качества связи при перегрузке соты. Необходимость адаптивного управления сетью в реальном времени.
- Необходимость в сетях на основе CDMA временной синхронизации всех базовых станций от системы глобального позиционирования GPS.