

# Способы организации множественного доступа

Галина Редько

Анастасия Полтаржицкая

Один из способов увеличения пропускной способности ресурса связи – повышение эффективности распределения.

Одна из его реализаций – множественный доступ.

Уплотнение = множественный доступ

Частотное разделение (**frequency division - FD**)

Временное разделение (**time division - TD**)

Кодовое разделение (**code division - CD**)

Пространственное разделение (**space division - SD**)

Поляризационное (**polarization division - PD**)

# Основные преобразования цифровой СВЯЗИ



Ключевым моментом во *всех* схемах уплотнения и множественного доступа является то, что при использовании ресурса различными сигналами интерференция не дает неуправляемых взаимных помех, которые делают невозможным процесс детектирования. Интерференция допустима до тех пор, пока сигналы одного канала незначительно увеличивают вероятность появления ошибок в другом канале. Избежать взаимных помех между разными пользователями позволяет использование в разных каналах ортогональных сигналов. Сигналы  $x_i(t)$ , где  $i = 1, 2, \dots$ , являются ортогональными, если во временной области выполняется условие:

$$\int_{-\infty}^{\infty} x_i(t)x_j(t)dt = \begin{cases} K & \text{при } i = j \\ 0 & \text{при } i \neq j \end{cases}, \quad (11.1)$$

где  $K$  — ненулевая константа. Подобным образом сигналы ортогональны, если в частотной области выполняется условие:

$$\int_{-\infty}^{\infty} X_i(f)X_j(f)df = \begin{cases} K & \text{при } i = j \\ 0 & \text{при } i \neq j \end{cases}, \quad (11.2)$$

где функции  $X_i(f)$  являются Фурье-образами сигналов  $x_i(t)$ . Распределение по каналам, характеризующееся ортогональными спектрами, для которых выполняется условие (11.1), называют *уплотнением с временным разделением* (time-division multiplexing — TDM) или *множественным доступом с временным разделением* (time-division multiple access — TDMA). Распределение по каналам, характеризующееся ортогональными волнами, для которых выполняется условие (11.2), называют *уплотнением с частотным разделением* (frequency-division multiplexing — FDM) или *множественным доступом с частотным разделением* (frequency-division multiple access — FDMA).

При построении современных сотовых систем связи как правило используют несколько методов множественного доступа, в чистом виде используют крайне редко, в частности при построении сотовых систем 1-го поколения таких как AMPS, NMT используется метод FDMA, а в системах 2-го поколения FDMA, TDMA и PDMA. В системах 3-го поколения- это сочетание FDMA, CDMA (PDMA)

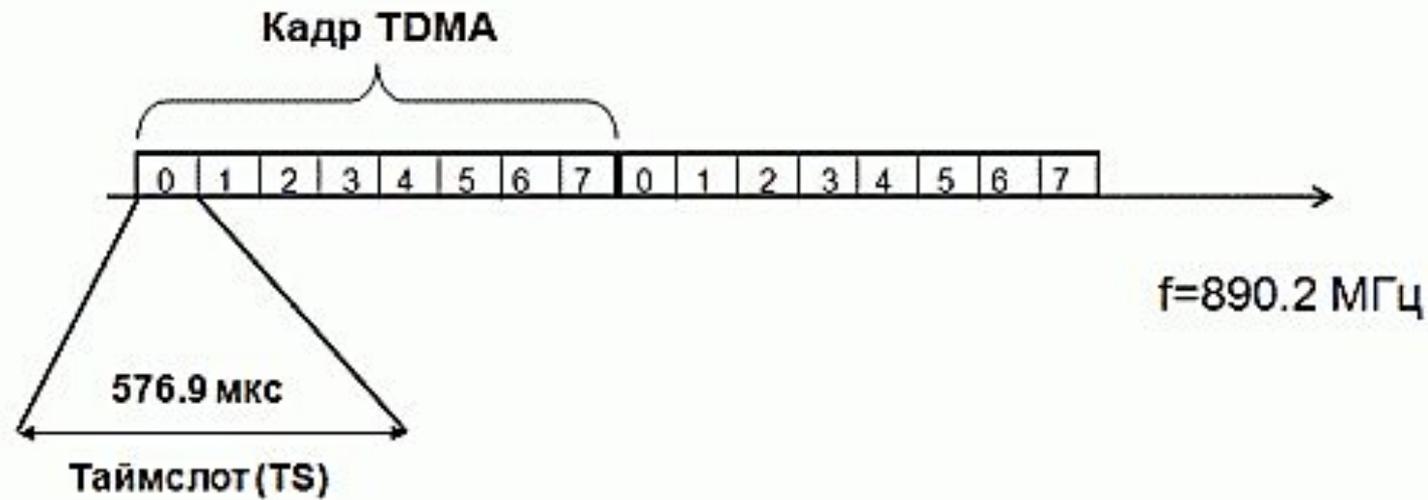
В системах 4-го поколения : FDMA,CDMA,SDMA

стандарт	NMT	AMPS	TACS	D-AMPS	GSM	IS-95	UMTS	DECT
Тип множественного доступа	FDMA	FDMA	FDMA	TDMA	TDMA	CDMA	CDMA	CDMA
$\Delta F$	25 КГц	30 КГц	25 КГц	30 КГц	200 КГц	1.23 МГц	3.84 МГц	1.73 МГц
поколение	1-е поколение			2-е поколение			3-е поколение	

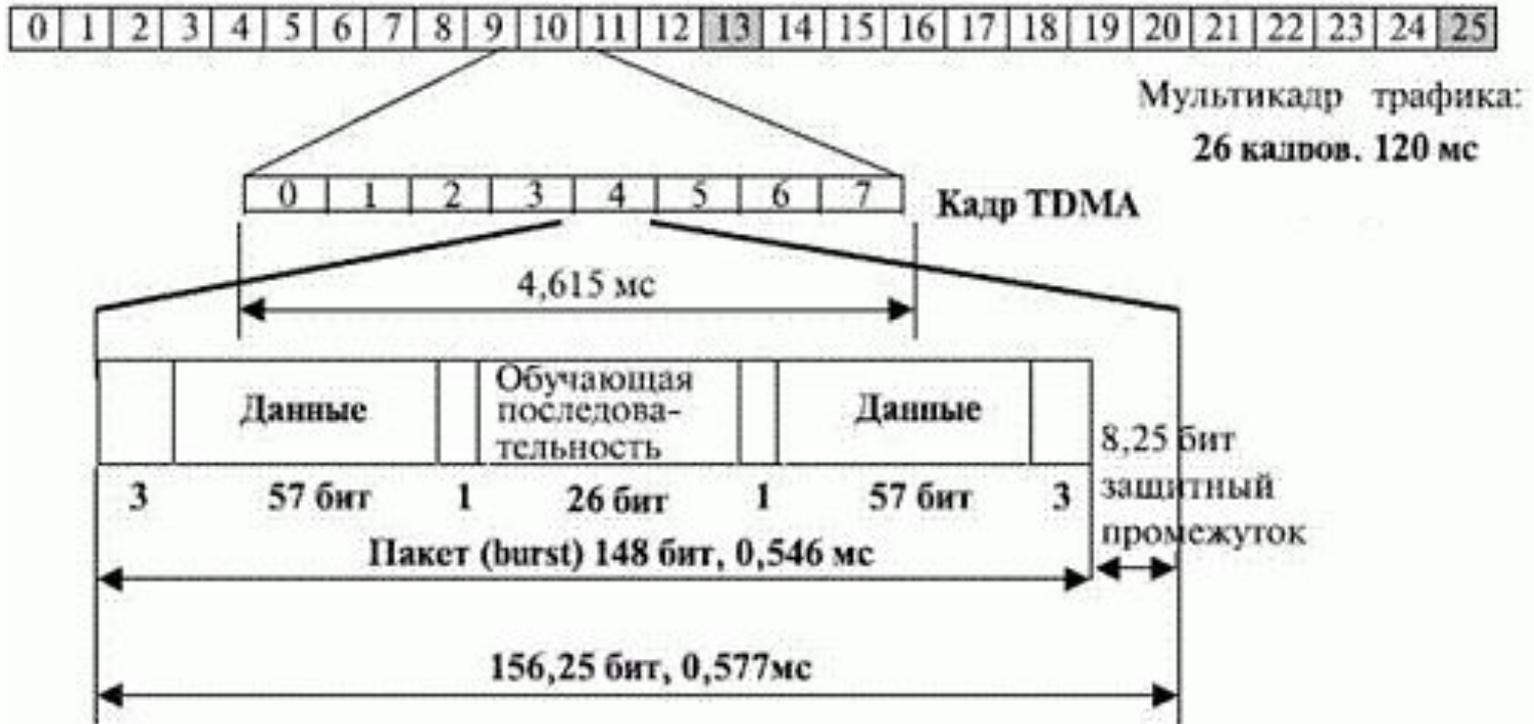
Множественный доступ с  
разделением по времени

**TDMA - TIME DIVISION  
MULTIPLE ACCESS**

# Способ разделения



# Мультикадр TDMA



# Применение TDMA

- Цифровые стандарты сотовой связи
  - D-AMPS
  - GSM-900/1800 .

# Преимущества TDMA

- Помехозащищенность;
- Наличие возможности повторно использовать на одной территории одни и те же полосы частот.

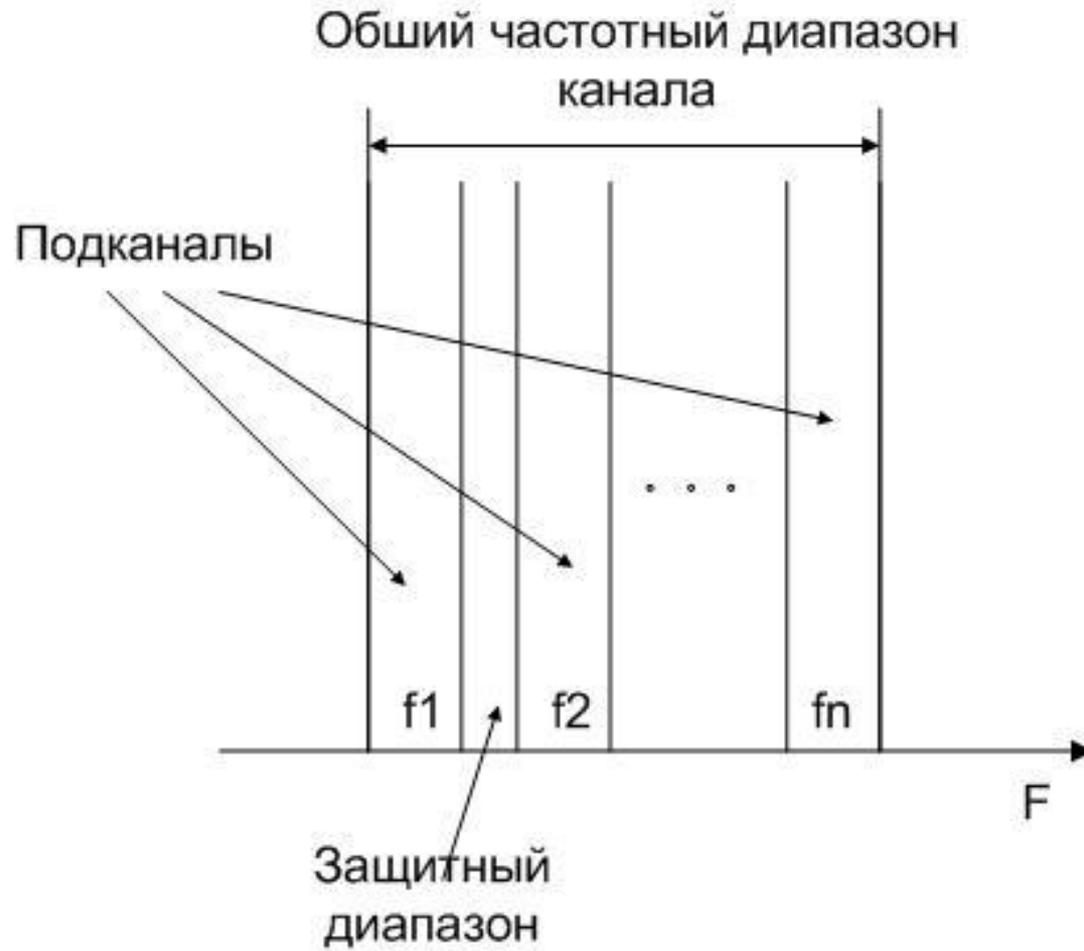
# Недостатки TDMA

- Сохранение относительной узкополосности;
- Малоэффективное использование частотного спектра.

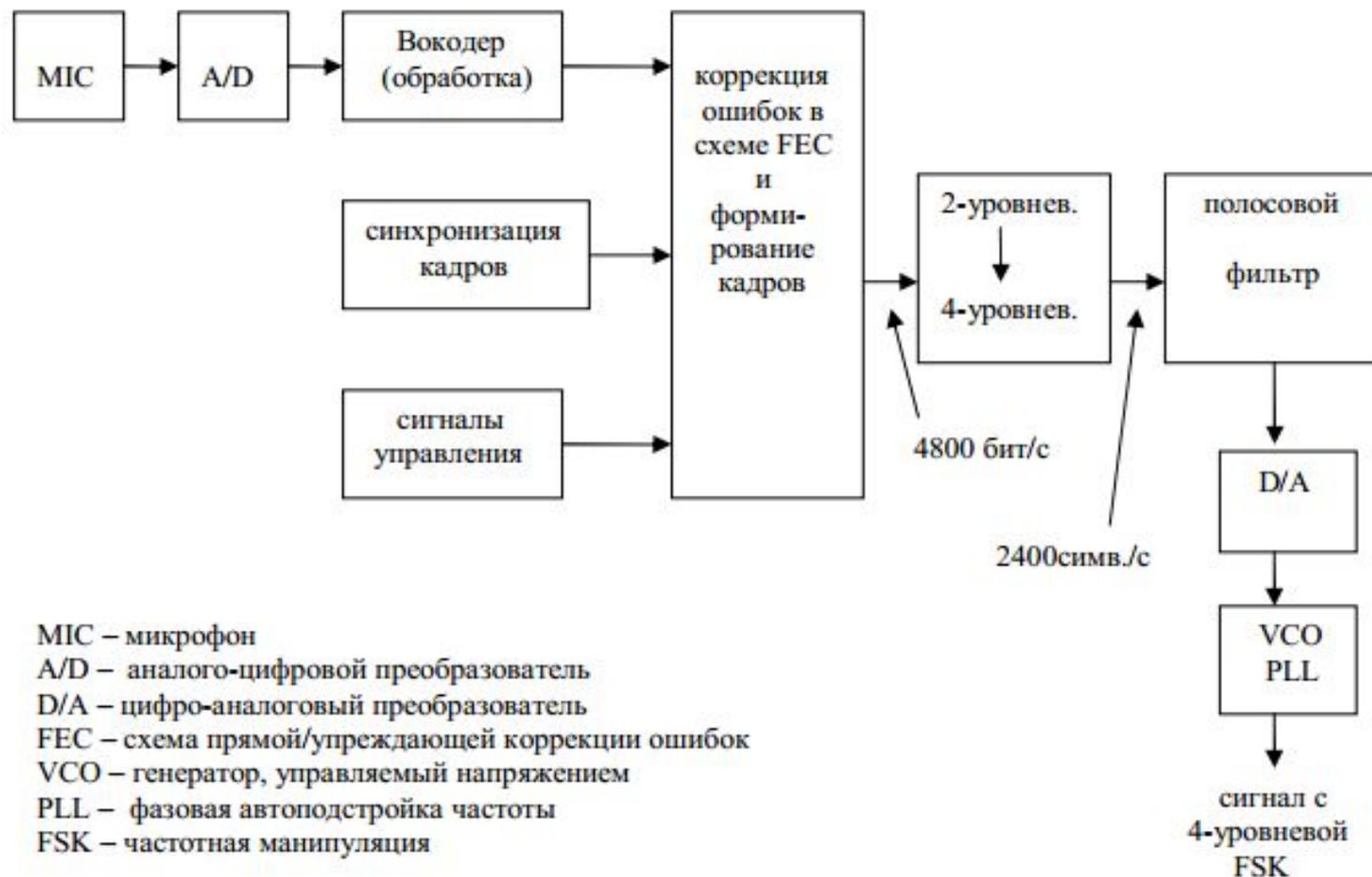
# Множественный доступ с разделением по частоте

**FDMA - FREQUENCY DIVISION  
MULTIPLE ACCESS**

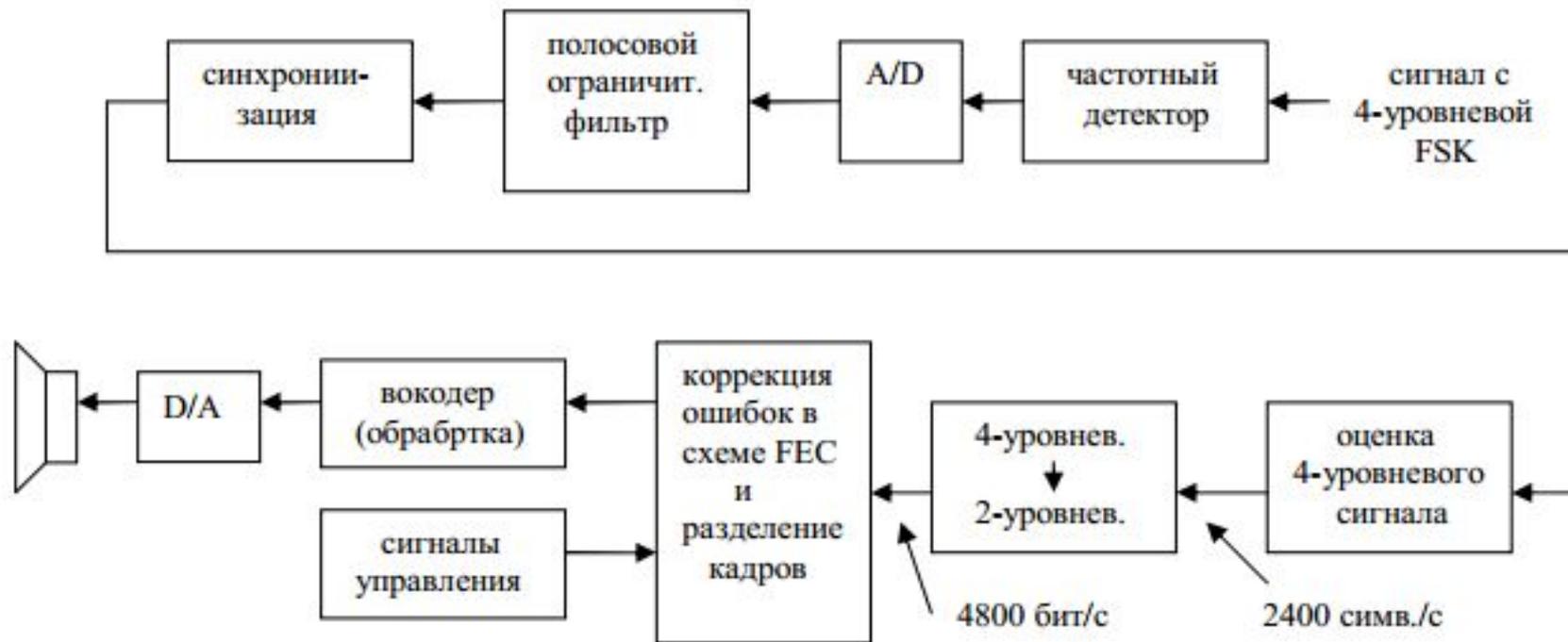
# Способ разделения



# Схема передающего тракта



# Схема приемного тракта



# Применение FDMA

- Стандарты сотовой связи
  - C-450
  - NMT-450

# Преимущества FDMA

- Простота реализации;

# Недостатки FDMA

- Узкополосность и низкая помехоустойчивость;
- Нерациональное использование участков спектра частот;
- Проявлением некомфортных шумов в НЧ части разговорного тракта.

# Множественный доступ с кодовым разделением

**CDMA - CODE DIVISION  
MULTIPLE ACCESS**

# Способ разделения



# Применение CDMA

- Стандарты цифровой сотовой связи
  - IS – 95
  - UMTS
  - IMT MC-450

# Преимущества CDMA

- Высокая помехозащищенность канала связи;
- Высокая конфиденциальность передаваемых сообщений;
- Высокое качество в разговорном тракте;
- Высокая скорость передачи данных;
- Высокоэффективное использование частотного спектра;
- Высокая экологичность терминального оборудования;
- Высокая пропускная способность сети CDMA.

# Недостатки CDMA

- Сложное системное планирование;
- Многоступенчатое управление мощностью передачи мобильной станции;
- Жесткие требования к синхронизации сети CDMA.

# Пространственный метод множественного доступа

## **SDMA - Space Division Multiple Access**

Для этих технологий характерно, что для каждого абонента в общей полосе частот формируются отдельные кодированные каналы, что позволяет эффективно использовать частотный ресурс и, следовательно, существенным образом повысить пропускную способность сети. Применение же цифровых антенных решеток позволяет, в соответствии с заложенным алгоритмом, формировать требуемые диаграммы направленности, как на прием, так и на передачу .

Пространственное уплотнение основано на территориальном разделении зон вещания. Каждая станция передает сигнал на определенной частоте на закрепленной за ней территории. Поскольку дальность распространения радиосигналов ограничена, то при достаточном удалении друг от друга две станции не создают помех друг другу. Характерный пример — станции сотовой связи, использующие один и тот же диапазон частот в разных городах

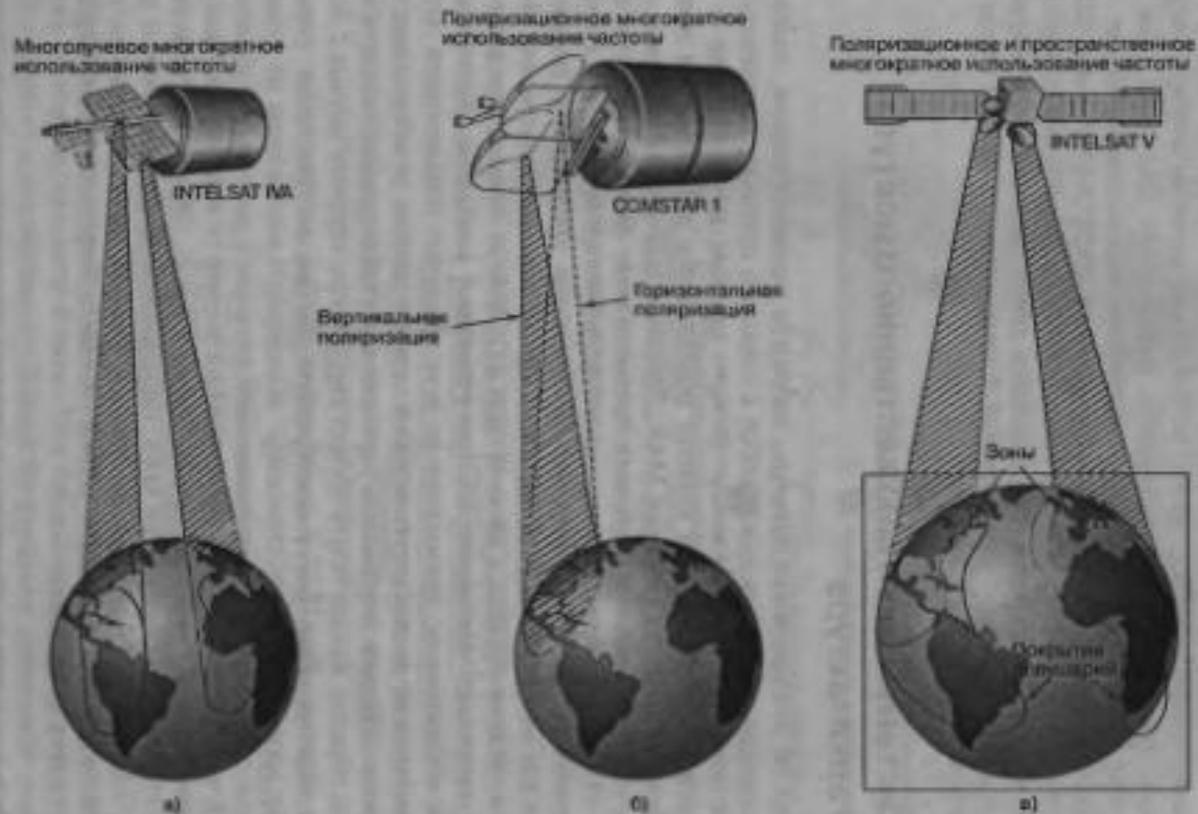
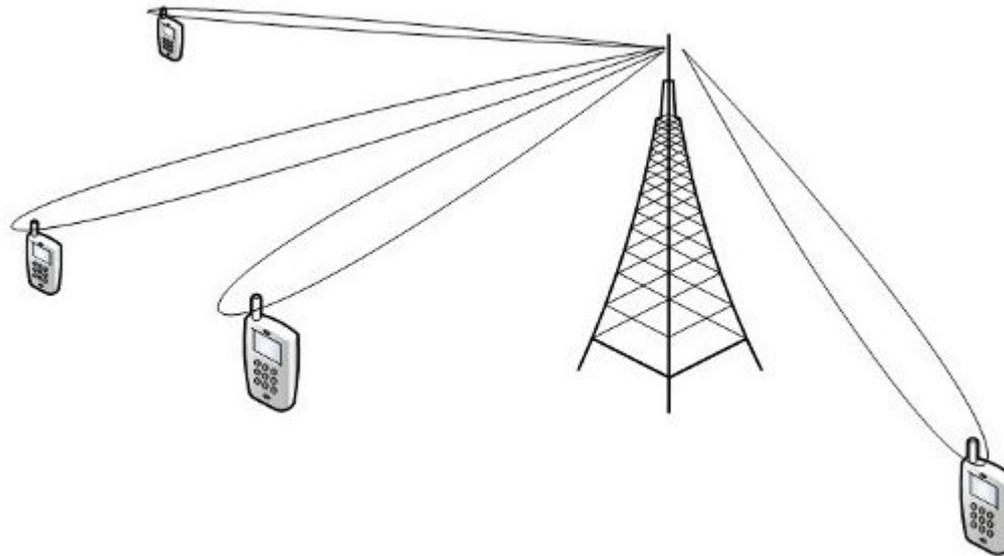


Рис. 11.16. SDMA и PDMA: а) INTELSAT IVA; б) COMSTAR 1; в) INTELSAT V (атлантическое покрытие)

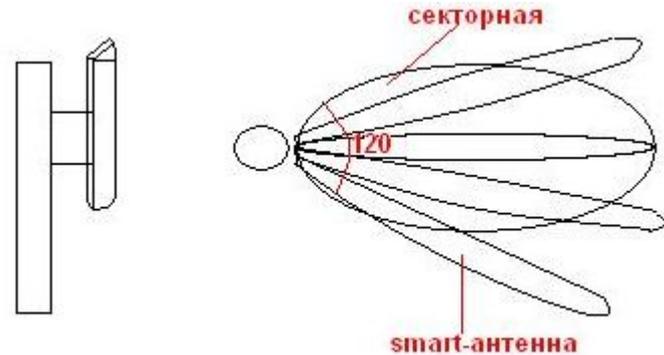
## Реализация:

Умные антенны (Smart Antennas) представляют собой секторные антенны, которые могут передавать (принимать) сигнал из заранее определенной местности, часто ограниченной несколькими десятками метров. Благодаря им реализуется так называемый пространственный метод множественного доступа (SDMA - Space Division Multiple Access) абонентов. Для эффективной работы смарт-антенн необходим надежный и точный алгоритм определения местоположения абонентов, который уже заложен в стандарте TD-SCDMA. Таким образом, сигнал для каждого абонента передается по отдельности и интерференции от совместной передачи сигналов удастся избежать. Однако на практике, такие антенны применяются достаточно редко из-за их высокой стоимости.

Динамическое распределение кодов, заключающееся в том, что коды для абонентов выделяются в различных (разрешенных) частотных диапазонах и временных интервалах, что дает возможность снизить общий уровень интерференции.  
(<http://celnet.ru/TDSCDMA.php>)



# SDMA- множественный доступ...

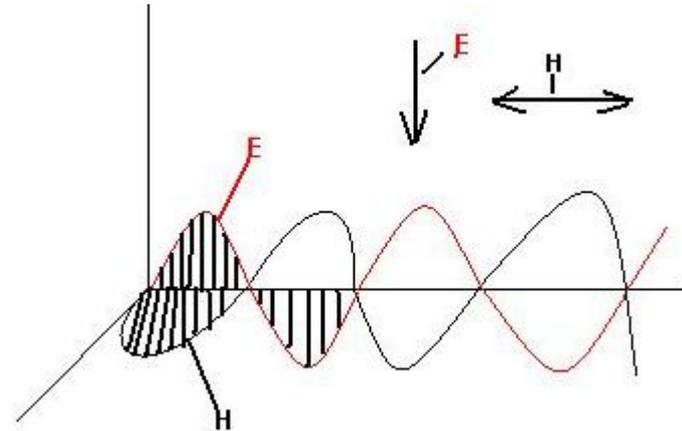


В этом случае с помощью антенной системы с несколькими узкими диаграммами излучения (smart-антенны) радиосигналы разделяются и направляются в разные стороны, данный метод допускает многократное использование одного частотного диапазона и наибольшее распространение нашел в спутниковых системах связи.

# Поляризационный метод множественного доступа

**PDMA - Polarisation  
Division Multiple Access**

PDMA- множественный доступ с поляризационным разделением



В данном случае разделение сигналов основывается на избирательности приемных антенн к положению вектора направленности Эл. Поля (вертикальная, горизонтальная, линейная поляризация) или к направлению вращения вектора направленности Эл. поля - вправо или влево - эллиптическая поляризация. Это свойство электромагнитной волны позволяет использовать один и тот же частотный диапазон при организации нескольких каналов .

Данный метод наибольшее распространение нашел в радиорелейной связи и спутниковой, а так же сотовой связи, GSM.

Благодарим за внимание