

# *Антенны и распространение радиоволн*

---

## *Антенны ОВЧ и УВЧ*

Слайды к лекциям профессора Кубанова В.П.

---

# РАДИОВОЛНЫ ДИАПАЗОНОВ ОВЧ И УВЧ

№ диапа- зона	Диапазон радиочастот	Вид радиочастот	Диапазон радиоволн	Вид радиоволн
8	30 ... 300 МГц	Очень высокие частоты (ОВЧ)	1 ... 10 м	Метровые (ультракороткие волны – УКВ)
9	0,3 ... 3 ГГц	Ультравысокие частоты (УВЧ)	10 ... 100 см	Дециметровые (ультракороткие волны – УКВ)

## Особенности РРВ

1. Распространение по прямолинейным траекториям.
2. Ограничение радиуса действия расстоянием прямой видимости.
3. Многолучевая модель распространения за счет отражений
4. Слабая дифракционная способность.

# ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА

## 1. Сотовая связь

- отдельные участки в полосе  
450...2200 МГц.

## 2. Транкинговая связь

- отдельные участки в полосе  
136...940 МГц.

## 3. Телевизионное вещание:

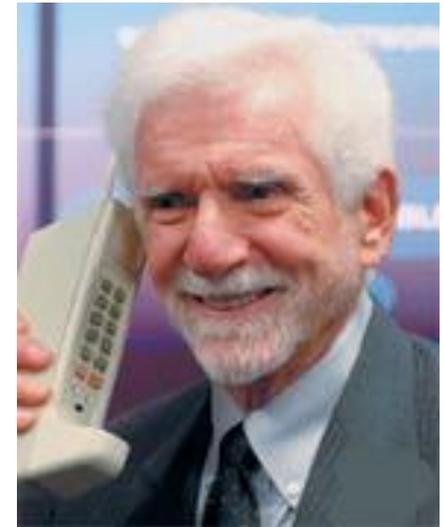
- 41...68 МГц;  
87,5... 100 МГц;  
162...230 МГц;  
470... 582 МГц;  
582...960 МГц.

## 4. Звуковое вещание:

- 66...74 МГц;  
100...108 МГц.

### Мартин Купер

Впервые получил  
патент на конструкцию  
сотового телефона  
в 1975 году

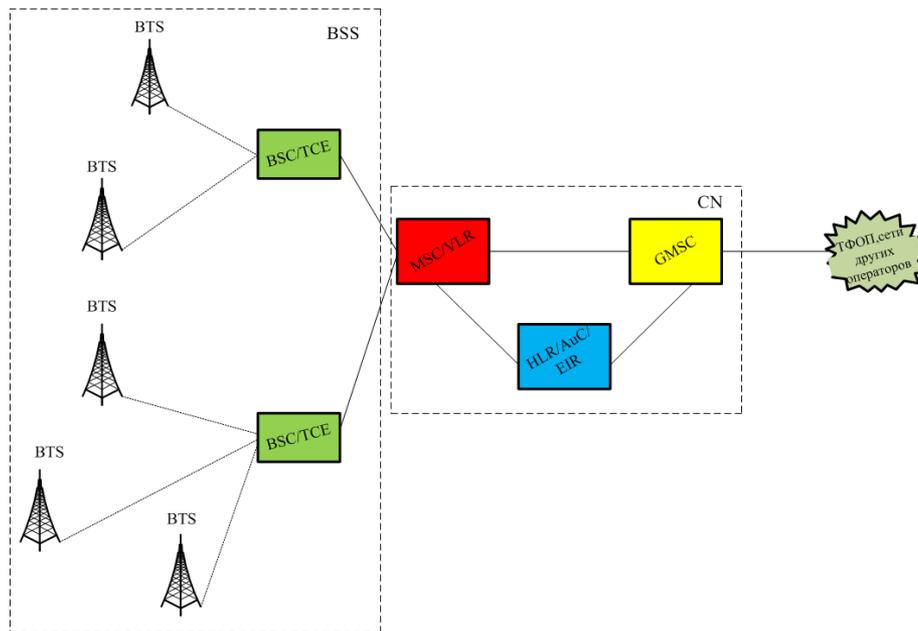


### Зворыкин Владимир Козьмич (1889 – 1982)

Русский и американский  
физик. Изобретатель телевидения



# СХЕМА СОТОВОЙ СВЯЗИ



На рисунке представлена архитектура сотовой сети стандарта GSM. Базовая станция — это комплекс радиопередающей аппаратуры, осуществляющий связь с конечным абонентским устройством абонента — сотовым телефоном. Базовыми станциями (БС) управляет контроллер BSC/RNC или несколько контроллеров. Пользовательский трафик и сигнальная информация от БС и контроллеров доставляется в сеть, состоящую из коммутатора, транскодеров, медиашлюзов, узлов доступа в сеть с коммутацией пакетов и др.

Точка размещения БС именуется сайтом/площадкой/аппаратной.

Подключение каждой базовой станции к контроллеру осуществляется посредством транспортной сети, которая строится на базе радиорелейных или волоконно-оптических линий.

Существует два основных варианта размещения оборудования: климатический шкаф и контейнер.

# РАЗМЕЩЕНИЕ БС В КЛИМАТИЧЕСКОМ ШКАФУ



К плюсам шкафа можно отнести: компактные размеры, позволяющие располагать его в ограниченных пространствах; шкафы устанавливаются вне помещений и гарантируют устойчивость к воздействию различных атмосферных осадков, пыли; поддержание необходимого температурного режима; шкафы изготовлены во взломостойком исполнении, что исключает несанкционированный доступ к оборудованию.

Среди минусов такого расположения телекоммуникационного оборудования можно выделить: ограниченность пространства внутри шкафа, позволяющая разместить только небольшое количество оборудования; сложности при работе с

# КОНТЕЙНЕРНОЕ РАЗМЕЩЕНИЕ БС



Плюсы контейнера: удобство обслуживания базовой станции персоналом при любой погоде; большая площадь, позволяющая размещать достаточно большое количество телекоммуникационного оборудования.

Для размещения контейнера необходима достаточно большая площадь, что является неоспоримым минусом при размещении в ограниченных пространствах.

Состав базовой станции: оборудование различных стандартов сотовой связи транспортное оборудование, обеспечивающее постоянный канал между базовой станцией и контроллером базовых станций; система электропитания, включая аккумуляторные батареи; антенно-фидерный тракт, связывающий оборудование, располагающееся внизу, с антеннами, расположенными наверху; система кондиционирования; система охранной и пожарной сигнализации.

# ВАРИАНТЫ РАЗМЕЩЕНИЕ АНТЕНН БС



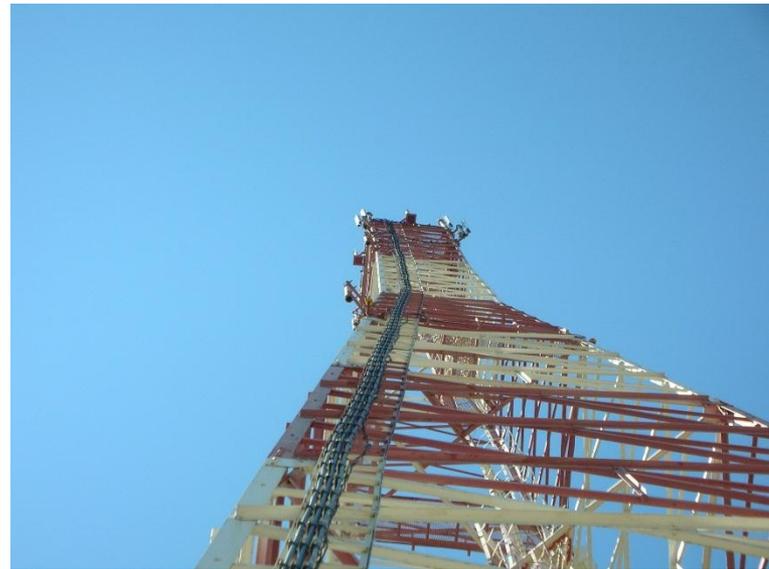
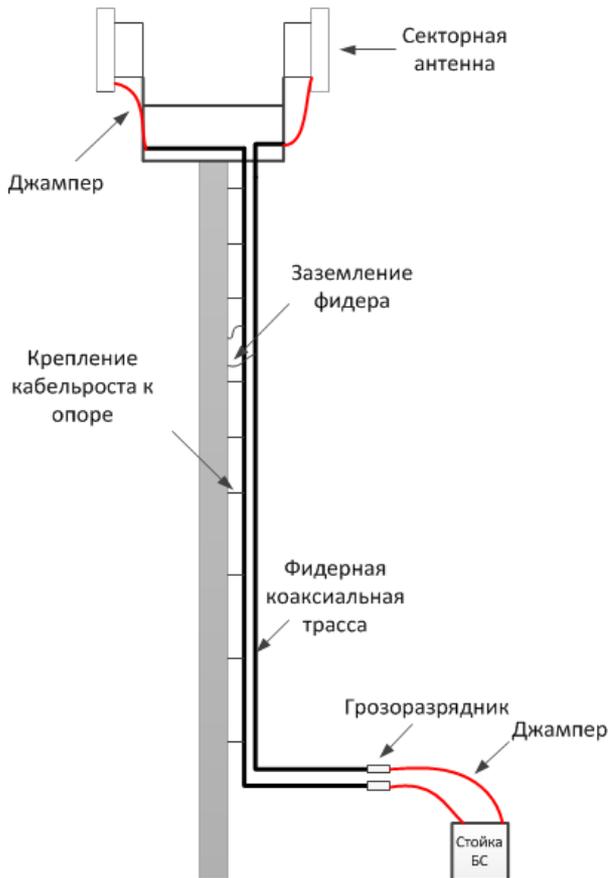


# ОБОБЩЕННАЯ СХЕМА АФТ И КАБЕЛЬРОСТ

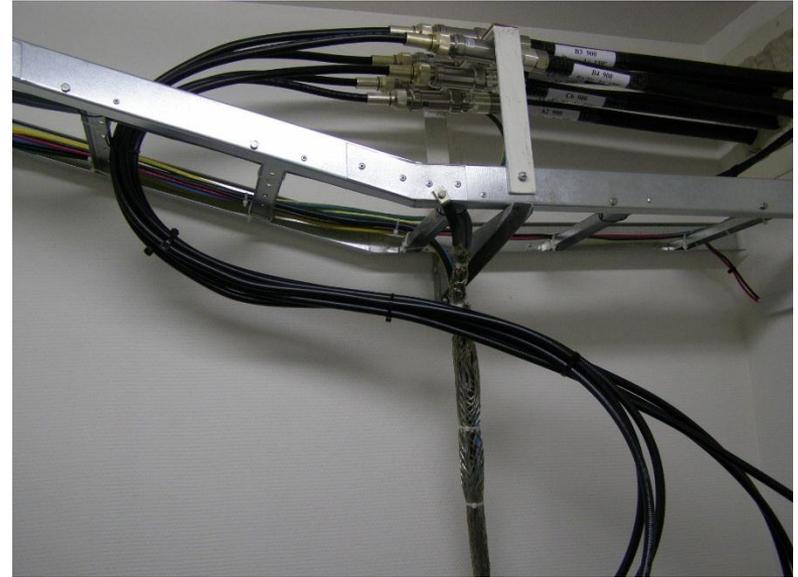
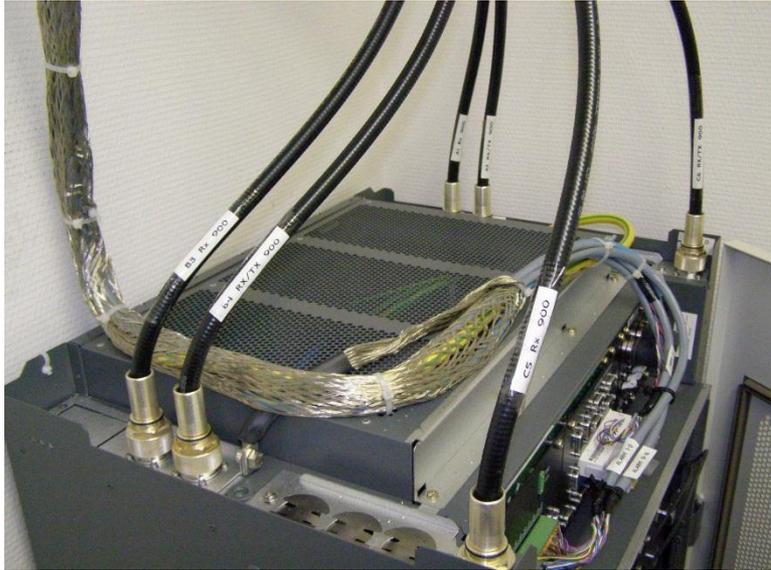
Кабели укладывают в кабельрост, который крепится к мачте, столбу и т.д.

Крепление кабелей к кабельросту осуществляется с помощью клампов.

Внешне кламп напоминает обычный пластиковый зажим, под каждый диаметр кабеля используется свой клампер, дабы обеспечить надёжную фиксацию кабеля.



# ДЖАМПЕРЫ



Джампер – это коаксиальный кабель малого диаметра, который позволяет соединить телекоммуникационное оборудование (стойки) с фидерной трассой. На фидерной трассе применяется кабель куда большего диаметра, чем на джампере, что затрудняет его подключение к базовой станции. Джампер служит своего рода переключкой, соединяющей телекоммуникационное оборудование с жесткой

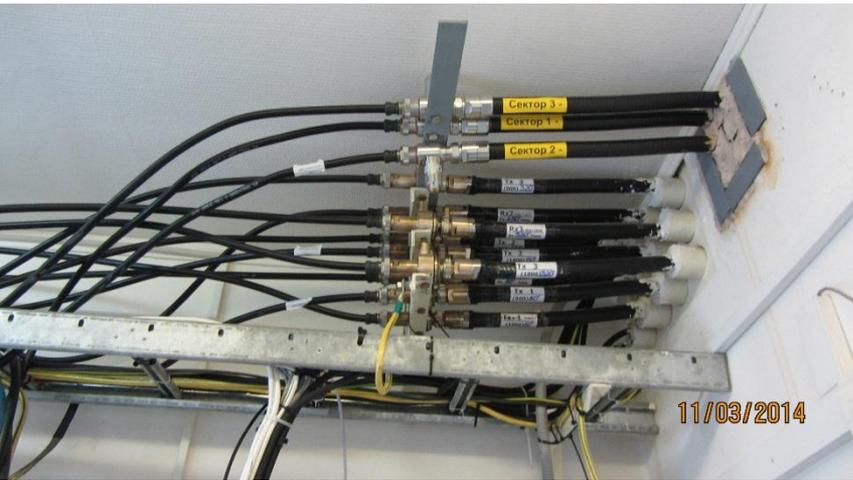
# КОАКСИАЛЬНЫЙ КАБЕЛЬ И ЕГО ВЫХОД ИЗ КОНТЕЙНЕРА



Коаксиальный кабель — электрический кабель, состоящий из расположенных соосно центрального проводника и экрана. Обычно служит для передачи высокочастотных сигналов.

Выход коаксиального кабеля из контейнера герметизируется, чтобы атмосферные осадки не попадали в помещение аппаратной. Герметизация осуществляется специальной мастикой, по текстуре напоминающей пластилин.

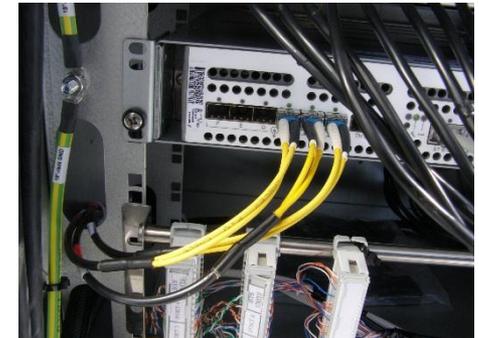
# ЗАЩИТА ОТ ГРОЗЫ И ЗАЗЕМЛЕНИЕ



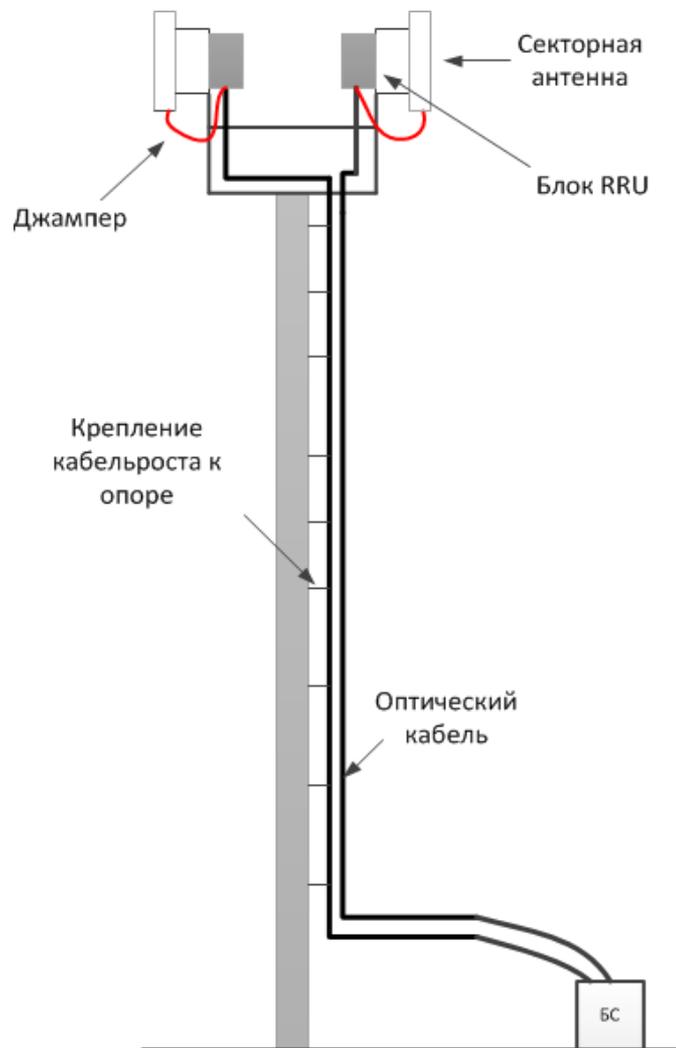
Грозоразрядник – это устройство, которое защищает оборудование от статического электричества. Оно может проявляться в виде удара молний, атмосферного электричества и т.п.



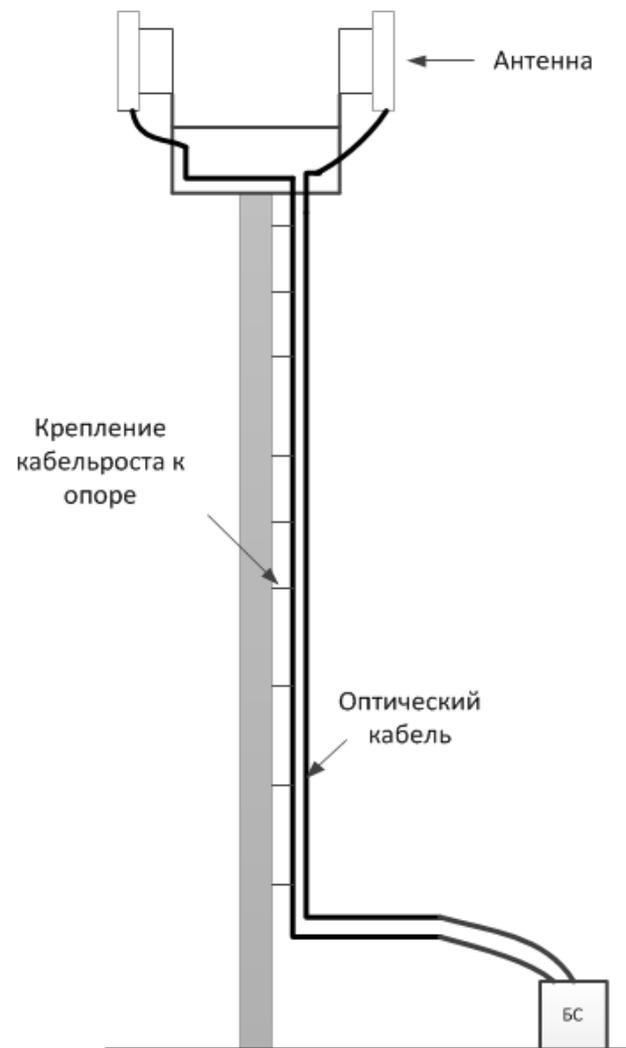
# ОБОБЩЕННАЯ СХЕМА АФТ СЕТИ 3G



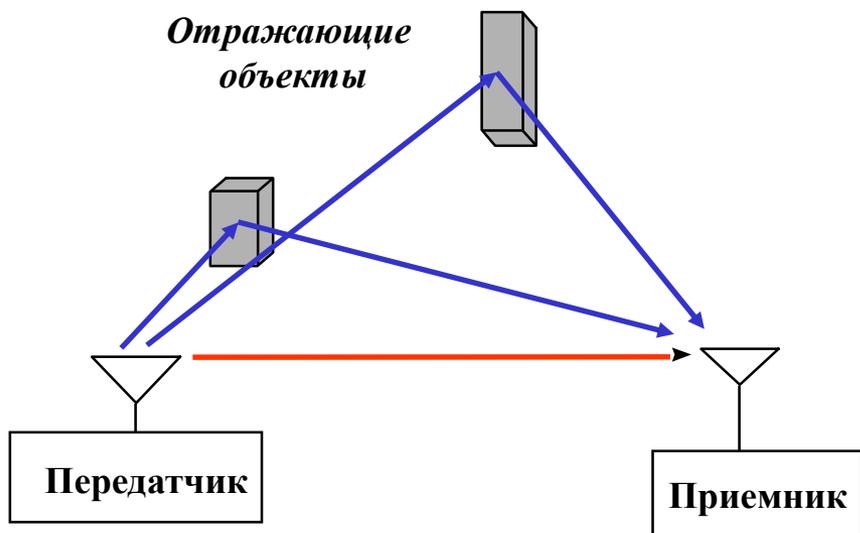
# ОБОБЩЕННАЯ СХЕМА АФТ СЕТИ 3G



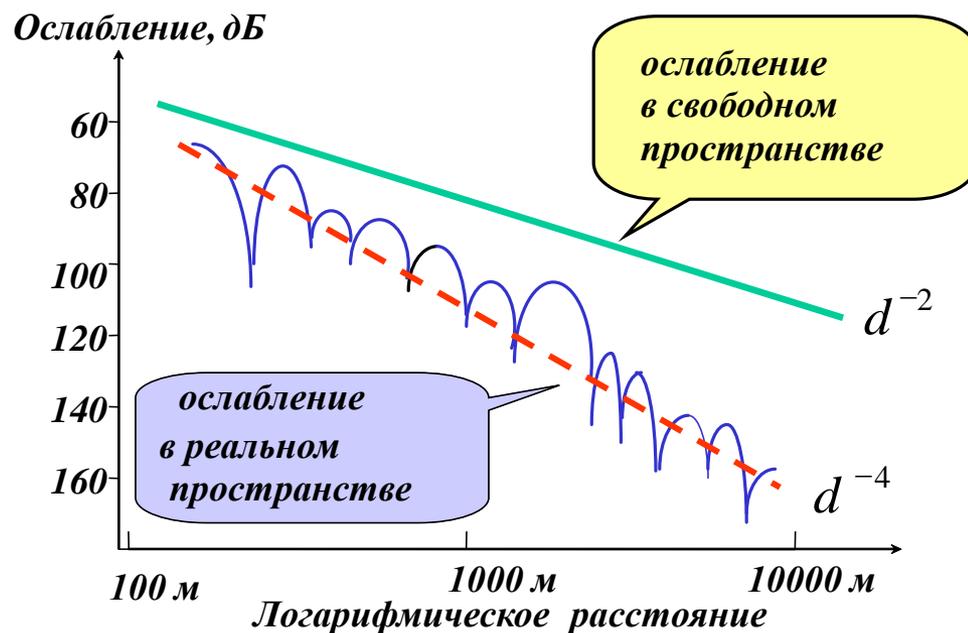
# ОБОБЩЕННАЯ СХЕМА АФТ ПЕРСПЕКТИВНОЙ СЕТИ



# Многолучевая модель РРВ



# Ослабление сигнала в условиях городской застройки



# КОНСТРУКЦИЯ X-pol АНТЕННЫ (АНТЕННА С ДВОЙНОЙ НАКЛОННОЙ ПОЛЯРИЗАЦИЕЙ +45 град./-45 град.)



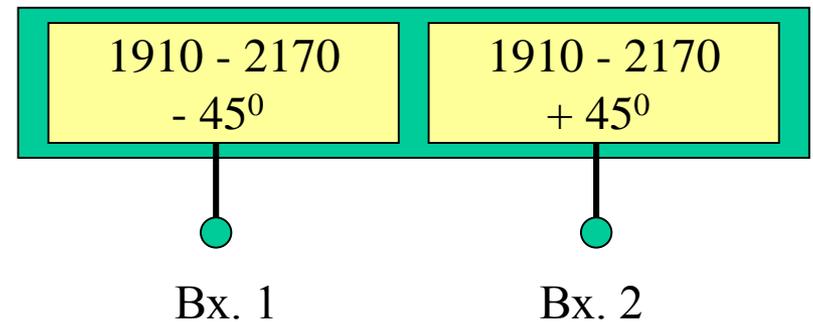
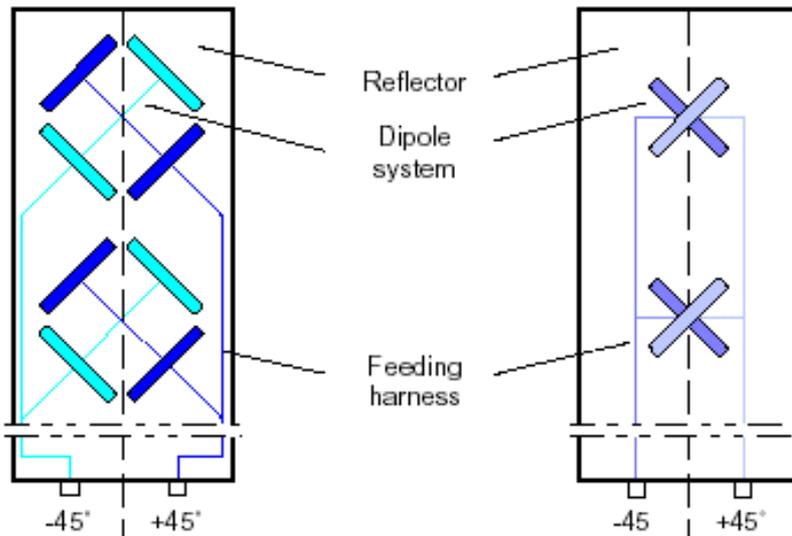
# ОДНОДИАПАЗОННАЯ X-pol АНТЕННА

Ширина ДН 65 град.

Ширина ДН 90 град.

65° Half-power Beam Width

90° Half-power Beam Width



Главное преимущество перед традиционными панелями состоит в том, что на базе каждой X – pol антенны можно реализовать не только прием и передачу, но и разнесенный по поляризации прием

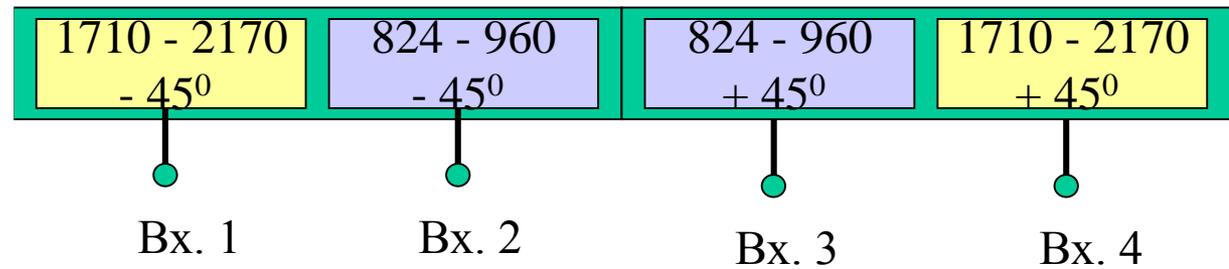
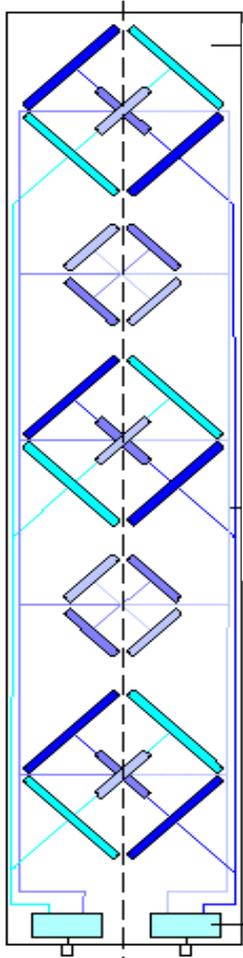
# МОНТАЖ ПАНЕЛЬНОЙ АНТЕННЫ



# МЕХАНИЧЕСКИЙ НАКЛОН ПАНЕЛЬНОЙ АНТЕННЫ



# ДВУХДИАПАЗОННАЯ XX - pol АНТЕННА ДЛЯ ДИАПАЗОНОВ ЧАСТОТ 824...960 МГц / 1710...2170 МГц

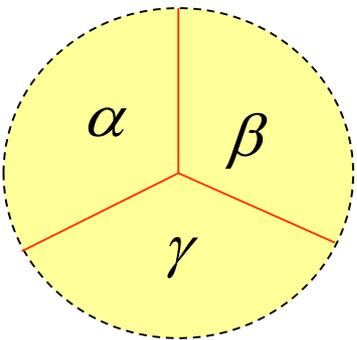


# СЕКТОРИЗАЦИЯ ЗОНЫ ОБСЛУЖИВАНИЯ

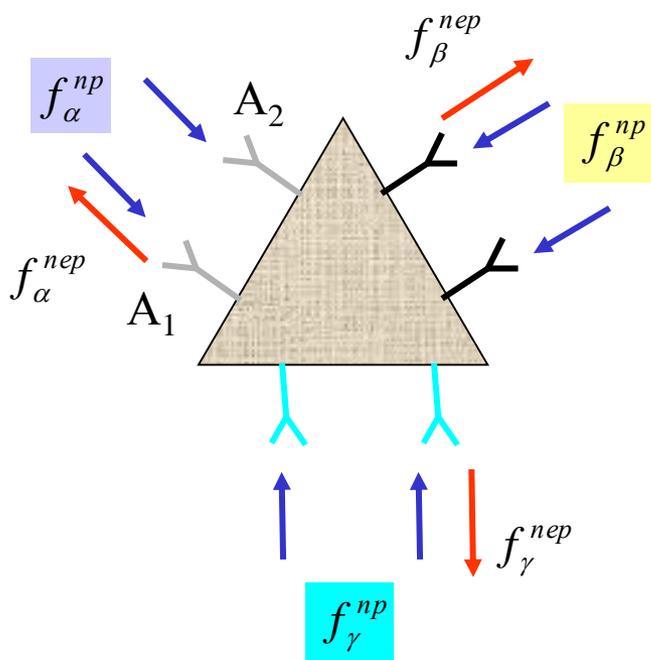
Одна панель в секторе



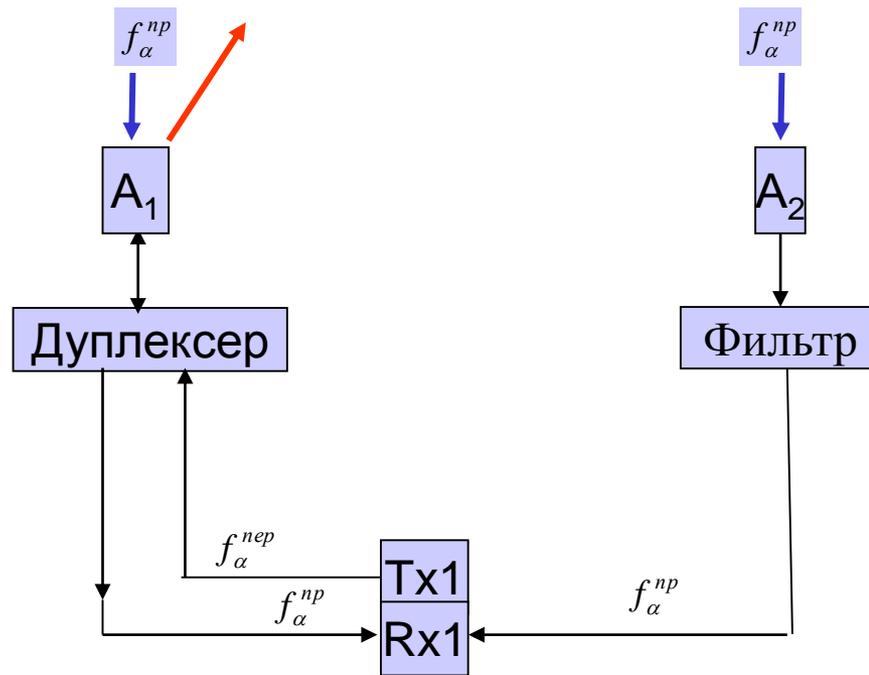
Три панели в секторе



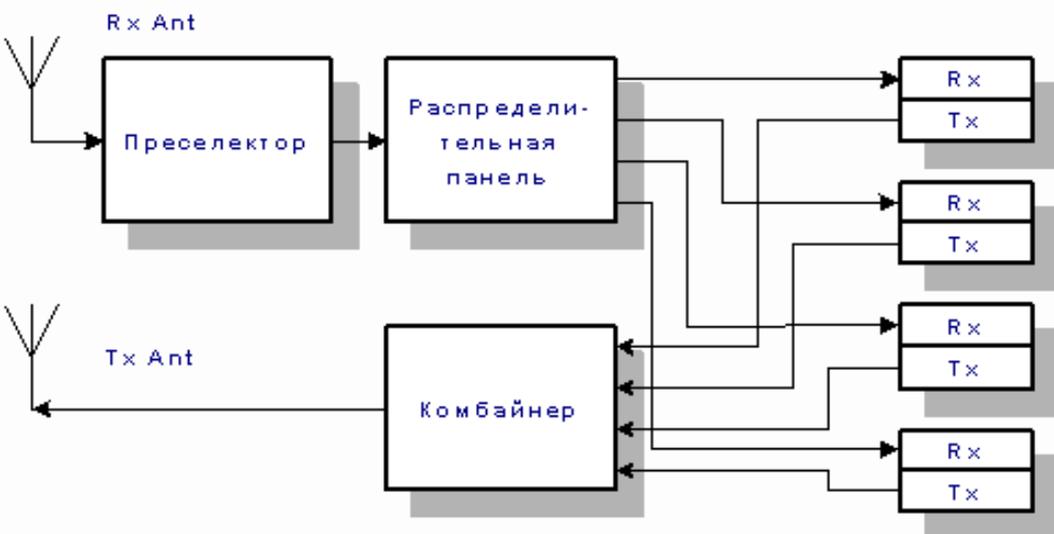
# Пространственно - разнесенной прием в 3-х секторной антенной системе



# Разнесенный прием в секторе $\alpha$



# СТРУКТУРНАЯ СХЕМА БАЗОВОЙ СТАНЦИИ



# РАДИОТЕХНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ БС



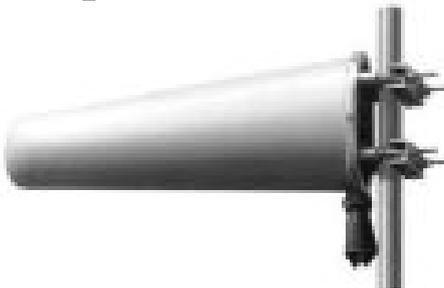
# НЕКОТОРЫЕ КОНСТРУКЦИИ АНТЕНН СПС

## V-pol антенна

Малогабаритна антенна  
с вертикальной поляризацией  
для помещений

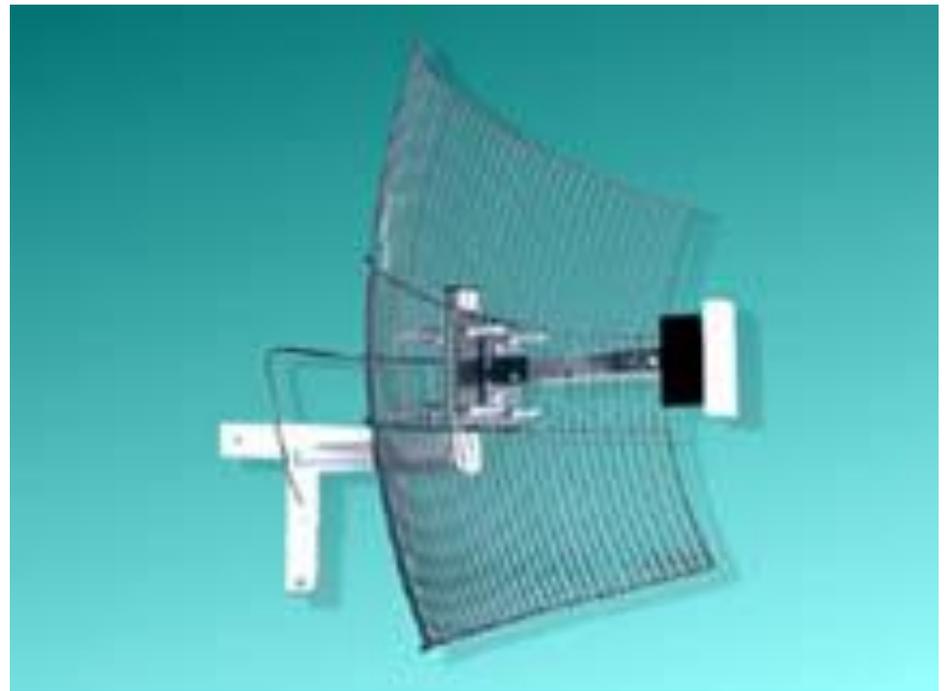
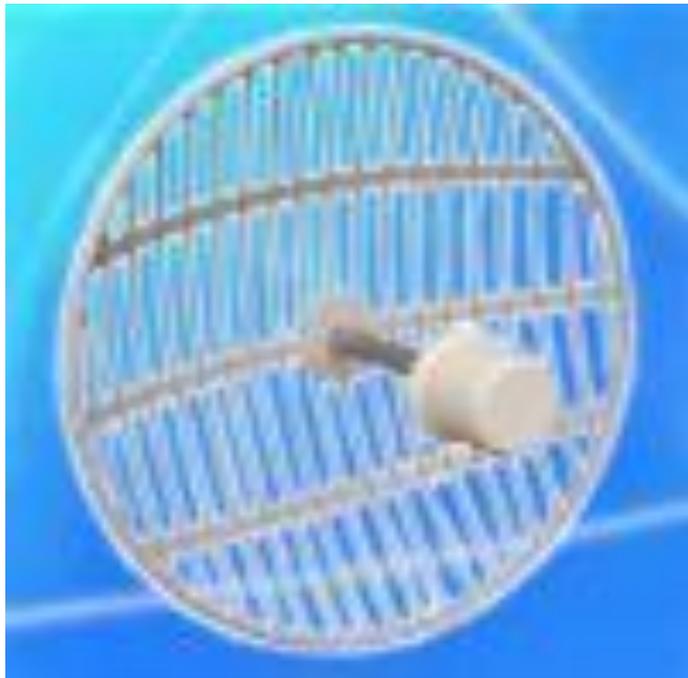


## Направленная антенна

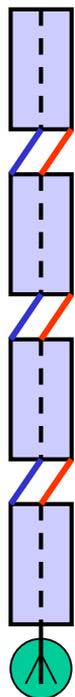


Всенаправленная антенна  
с вертикальной поляризацией  
(Omni)

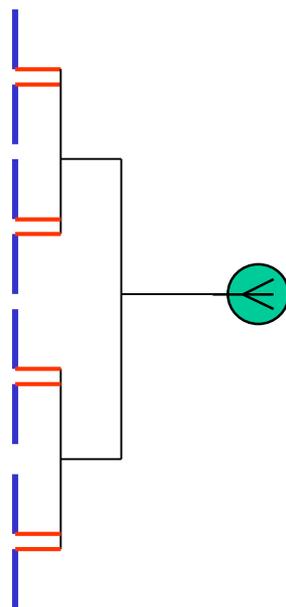
**ПАРАБОЛИЧЕСКИЕ АНТЕННЫ БС  
ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ СВЯЗИ ВДОЛЬ  
ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ, АВТОМАГИСТРАЛЕЙ,  
ПРОТЯЖЕННЫХ ГОРОДСКИХ КВАРТАЛОВ**



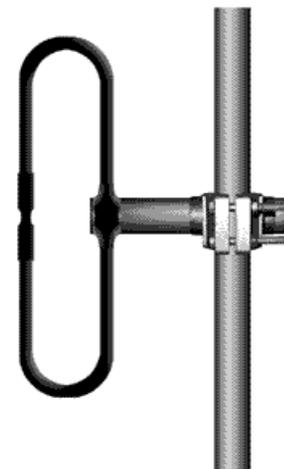
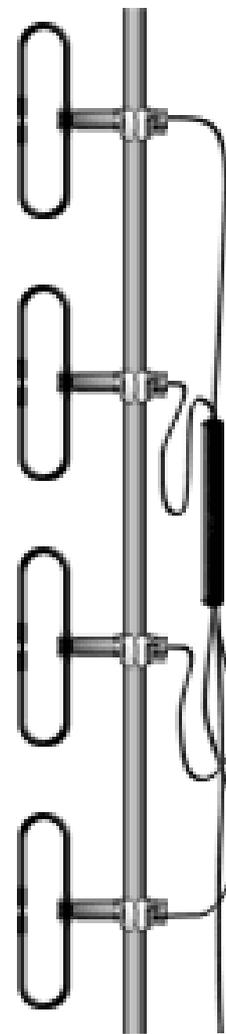
# КОЛЛИНЕАРНЫЕ АНТЕННЫ



**Схема  
последовательного  
питания**

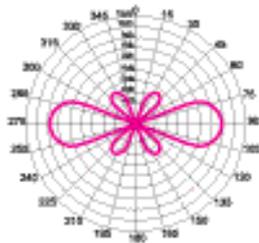


**Схема параллельного  
питания**

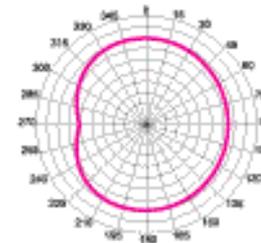


# ДН 4-х ЭТАЖНОЙ КОЛЛИНЕАРНОЙ АНТЕННЫ

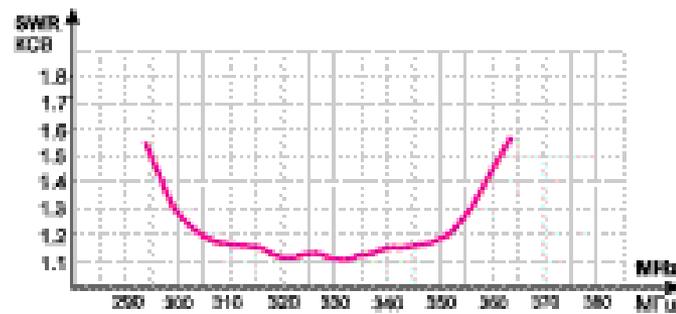
ДН в вертикальной  
плоскости



ДН в горизонтальной  
плоскости



Зависимость КСВ от частоты

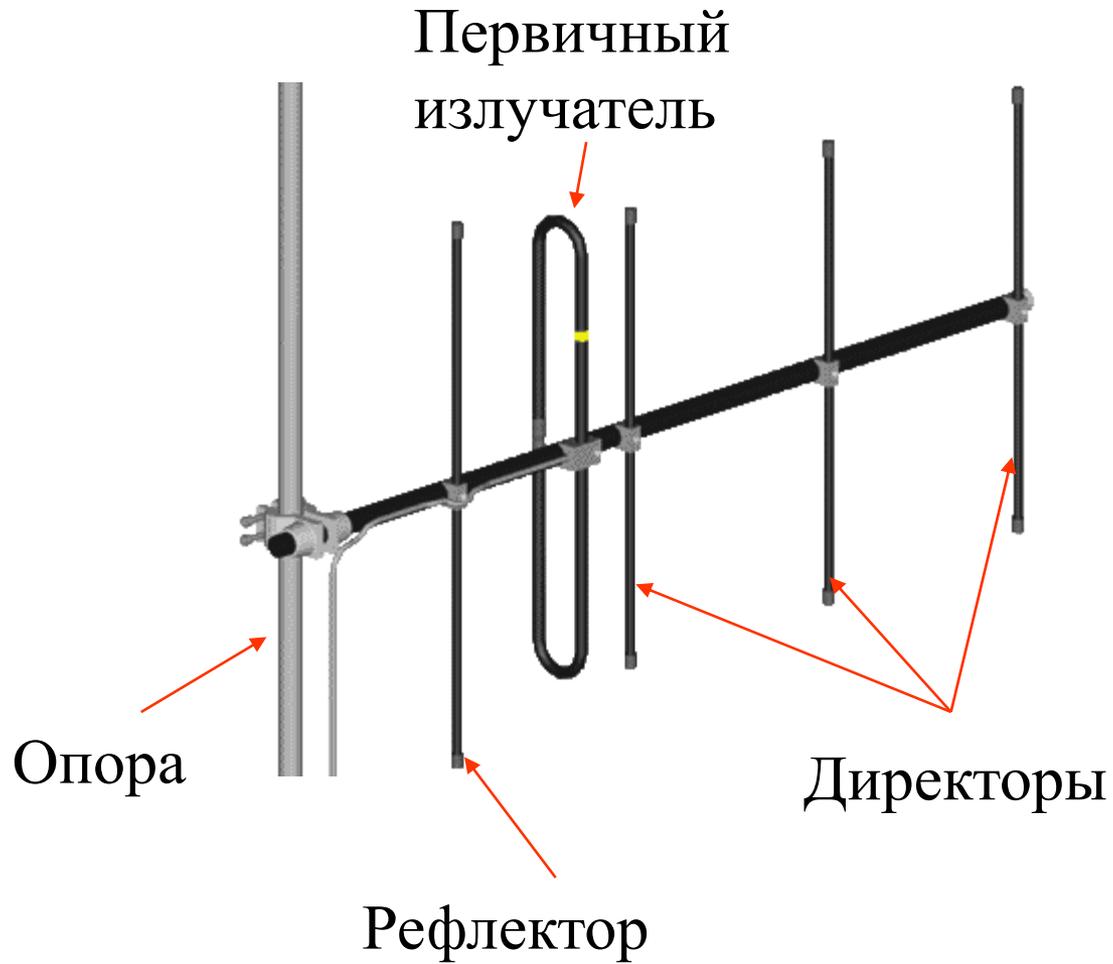


TC330D4-9

<b>Технические характеристики:</b>	<b>ТС330D4-9</b>
<b>Диапазон частот, МГц</b>	300-350
<b>Усиление, дБ</b>	9
<b>Предельная мощность, Вт</b>	500
<b>Полоса рабочих частот, МГц</b>	50
<b>КСВ</b>	<1.5
<b>Сопротивление, Ом</b>	50
<b>Ширина ДН в вертикальной плоскости</b>	18
<b>Поляризация</b>	вертикальная
<b>Грозозащита</b>	короткозамкнутая
<b>Разъем питания</b>	N-type Female
<b>Габаритные размеры, м</b>	2.4x0.62
<b>Вес, кг</b>	9
<b>Максимальная ветровая нагрузка, км/ч</b>	240

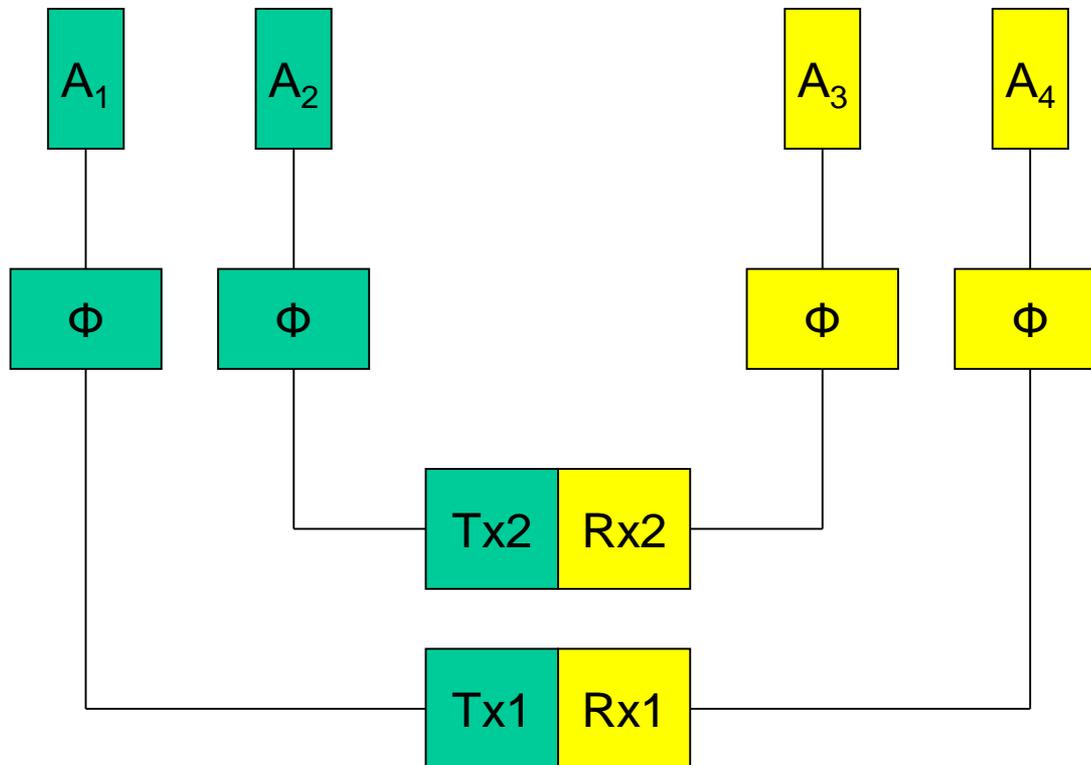
Высокоэффективные широкополосные коллинеарные базовые антенны, выполненные на основе 4-х петлевых вибраторов, предназначены для работы в составе базовых станций в диапазоне 300-350 МГц. Специальная конструкция антенн снижает воздействия атмосферных осадков и обледенения на их характеристики.

# АНТЕННА ТИПА ВОЛНОВОЙ КАНАЛ (АНТЕННА УДА – ЯГИ)

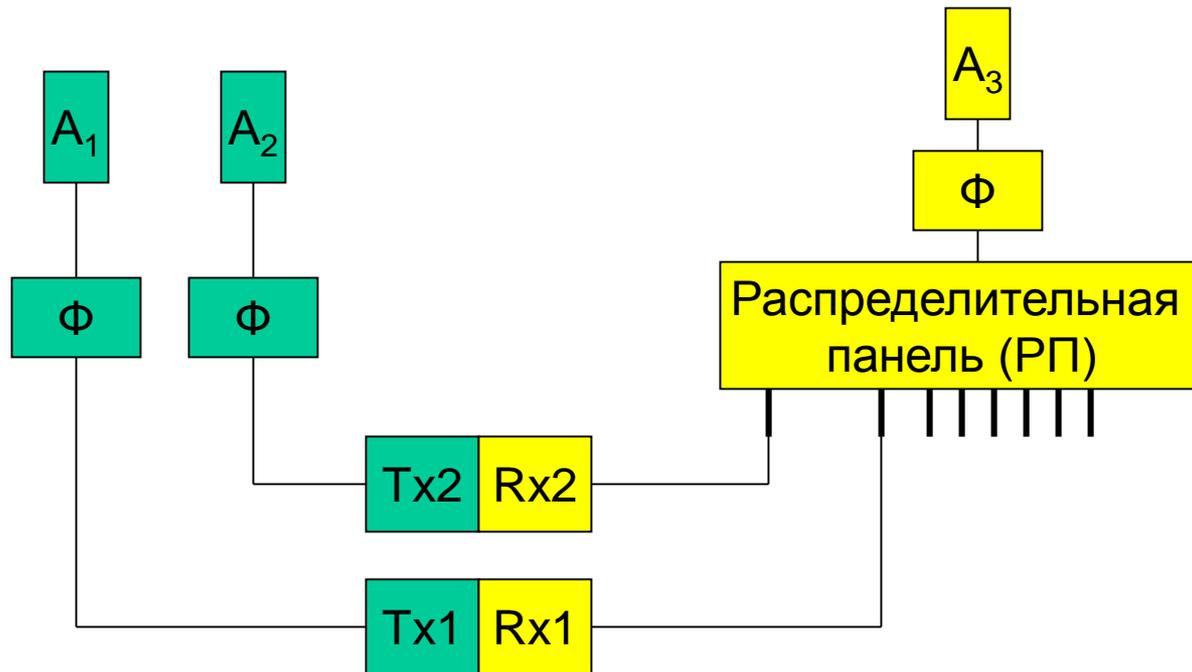


# ПОДКЛЮЧЕНИЕ АНТЕНН К ПРИЕМНИКАМ И ПЕРЕДАТЧИКАМ

Каждый передатчик и каждый приемник имеют  
свою антенну (всего антенн – 4)

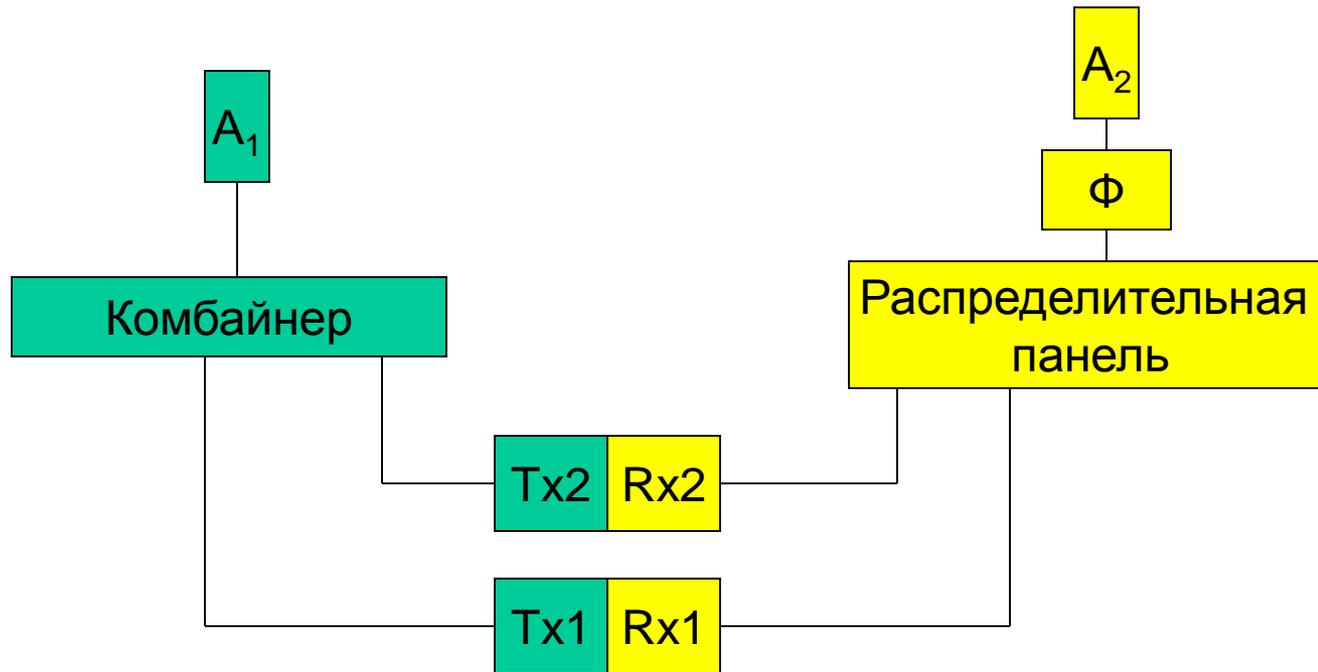


Каждый передатчик имеет свою антенну,  
приемники подключены к одной антенне через  
РП (всего антенн – 3)



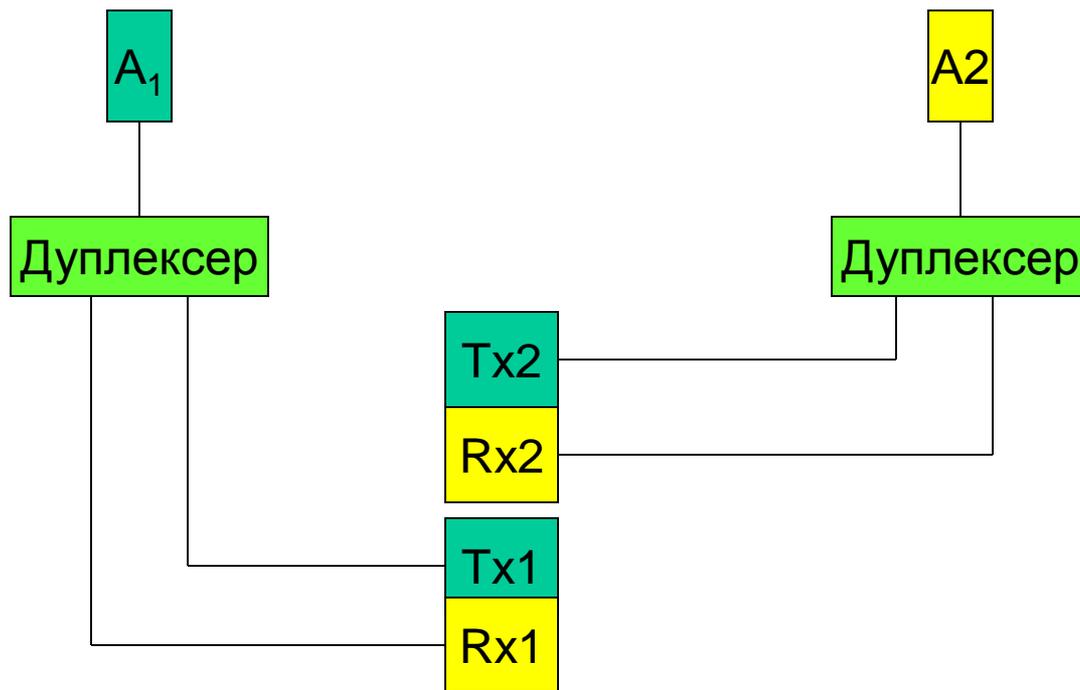
Распределительные панели (*Distribution Panel*) обеспечивают параллельную работу от одной антенны нескольких приемников без потери чувствительности и компенсируют потери принимаемого сигнала в антенном кабеле.

**Передатчики подключены к одной антенне через комбайнер,  
приемники подключены также к одной антенне через РП  
(всего антенн – 2)**



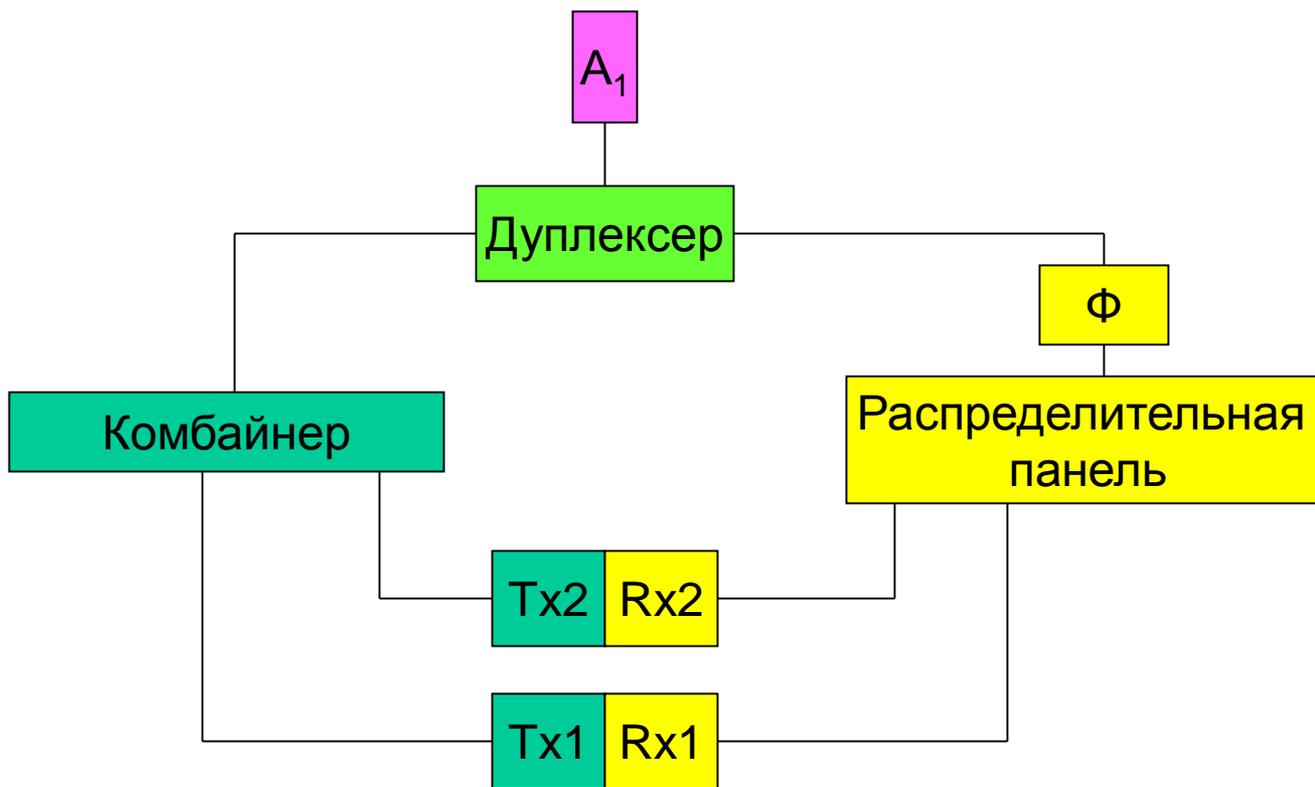
**Комбайнеры (*Combiner*) или сумматоры сигналов** предназначены для обеспечения возможности одновременной работы нескольких передатчиков на одну общую антенну.

**Каждый приемо-передатчик подключен к своей антенне через дуплексер  
(всего антенн – 2)**

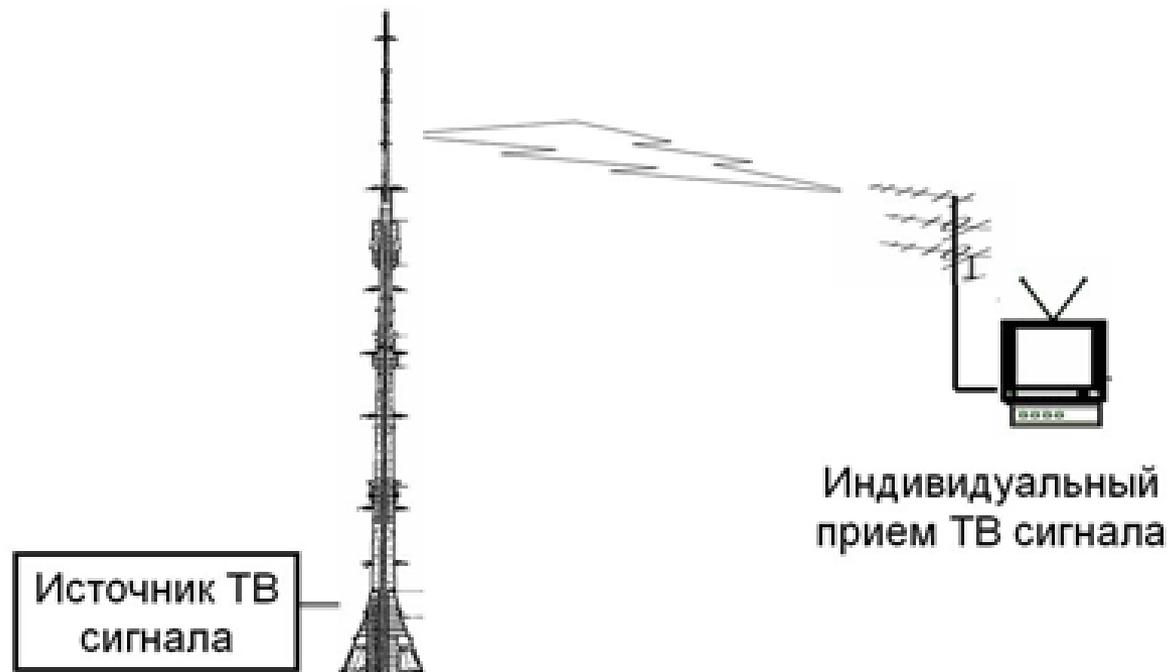


**Дуплексер (*Duplexer*)** - устройство, используемое для разделения РЧ трактов, например приема и передачи, работающих в одном диапазоне частот, при использовании общей антенны в системах с частотным дуплексированием.

**Передатчики подключены к комбайнеру,  
приемники подключены к РП.  
Комбайнер и РП подключены к одной антенне через дуплексер  
(всего антенн – 1)**



# ПРИНЦИП ЭФИРНОГО ТВ ВЕЩАНИЯ



# Башни

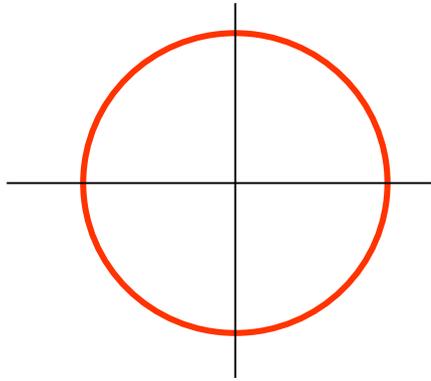


# Мачты

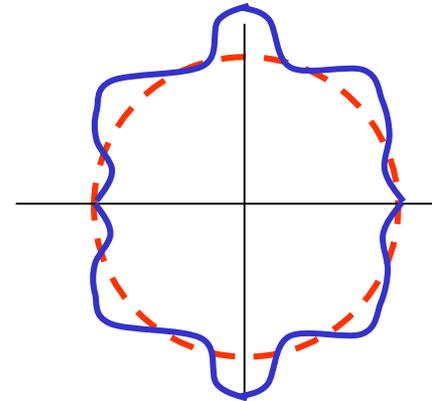


# ДИАГРАММЫ НАПРАВЛЕННОСТИ ПЕРЕДАЮЩИХ АНТЕН ТЕЛЕРАДИОВЕЩАНИЯ

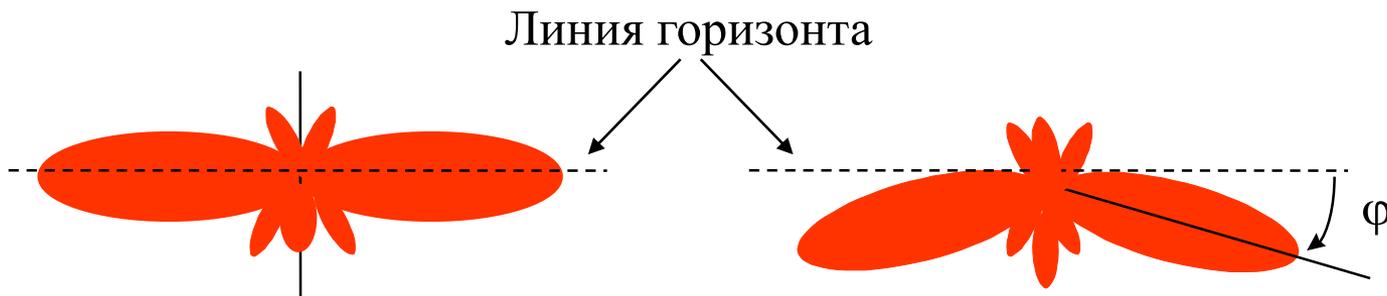
Равномерная (идеальная) ДН  
в горизонтальной плоскости



Равномерная, но не идеальная ДН  
в горизонтальной плоскости



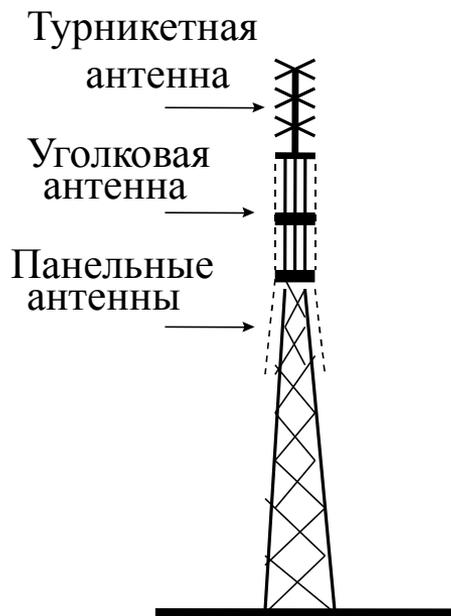
Требование к ДН в вертикальной плоскости



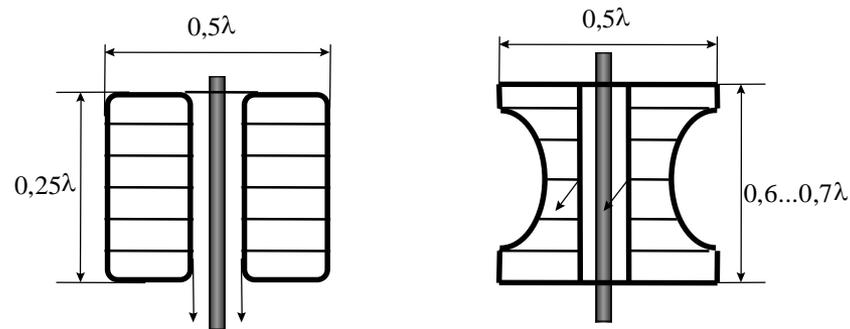
Неправильная форма

Правильная форма

# Расположение антенн ТВ вещания и FM вещания на башне



# Излучатели вибраторных антенн



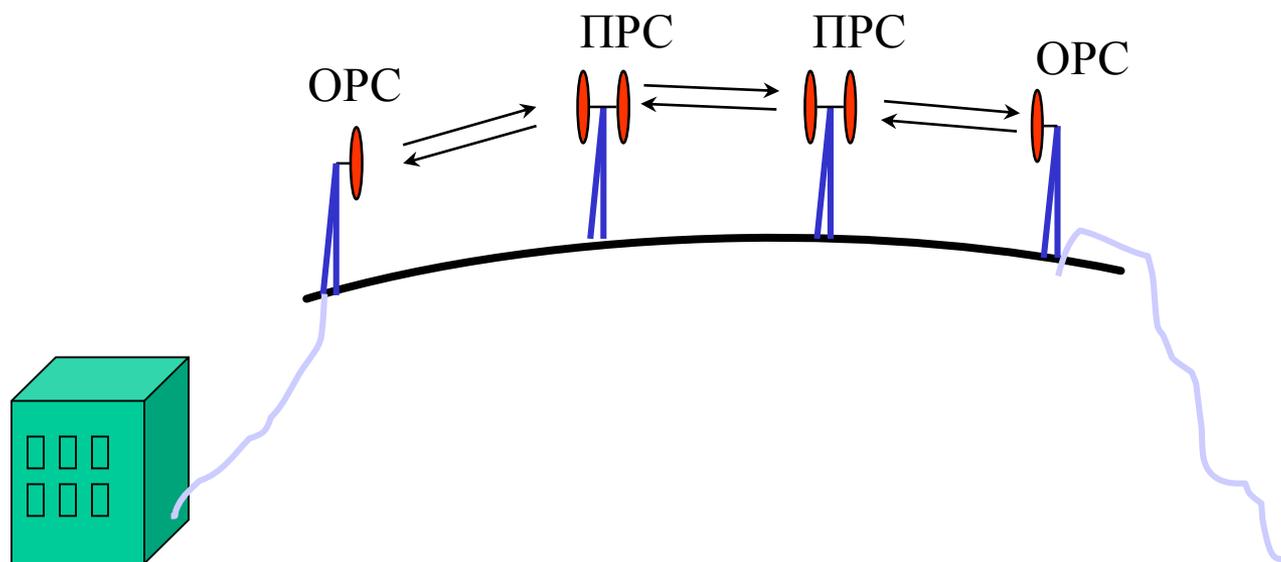
П - образный вибратор Ж - образный вибратор

$$E = \frac{\sqrt{30 \cdot P \cdot G \cdot \eta}}{R} \cdot k_{\phi} \cdot F(\alpha) \cdot F(\varphi), \text{ В / м}$$

$$k_{\phi} = 1,15 \dots 1,3$$

$$\text{ППЭ} = E^2 / 3,77 \text{ мкВт / см}^2$$

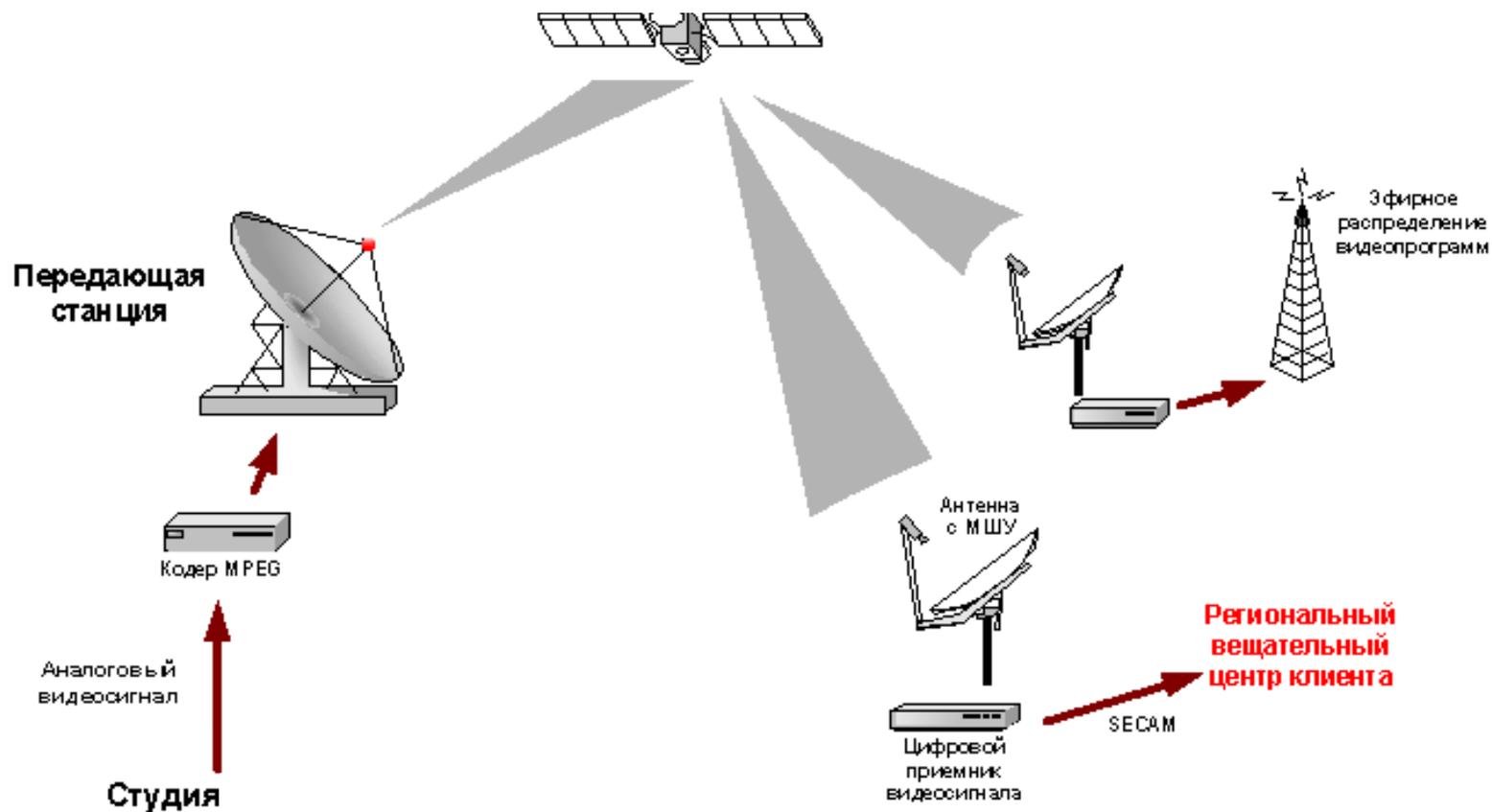
# РАДИОРЕЛЕЙНАЯ СИСТЕМА ПЕРЕДАЧИ ПРЯМОЙ ВИДИМОСТИ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ ТВ (РВ) СИГНАЛА



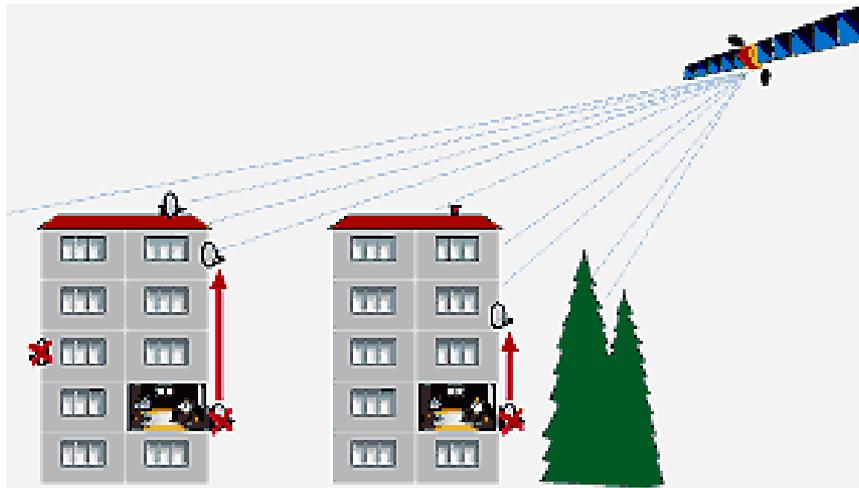
Источник  
ТВ сигнала

Региональный  
ТВ центр

# СТРУКТУРНАЯ СХЕМА РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ ТЕЛERAДИОВЕЩАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИСЗ

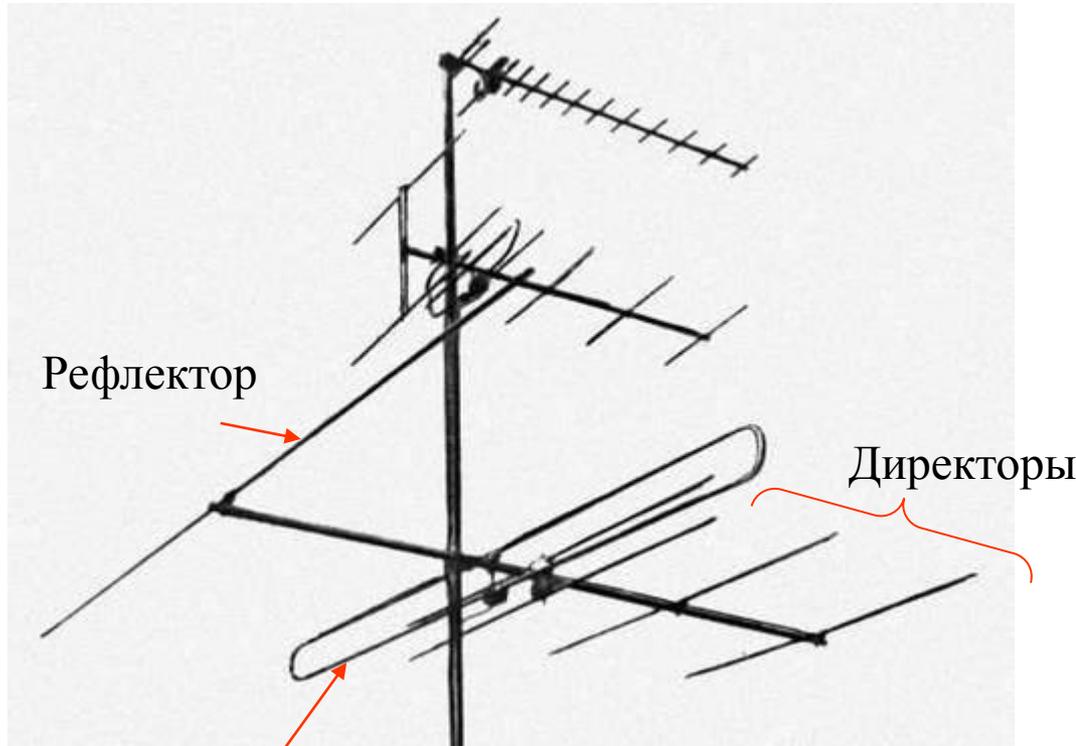


# ПРИЕМ ТВ СИГНАЛА НЕПОСРЕДСТВЕННО СО СПУТНИКА

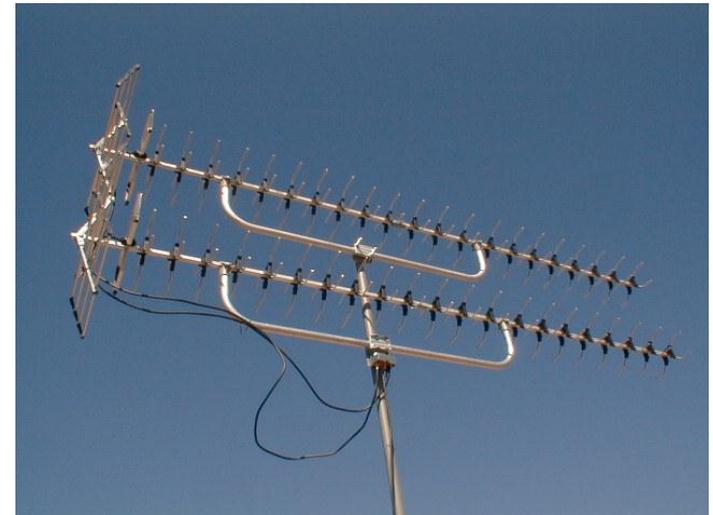


# ПРИЕМНЫЕ ТЕЛЕВИЗИОННЫЕ АНТЕННЫ

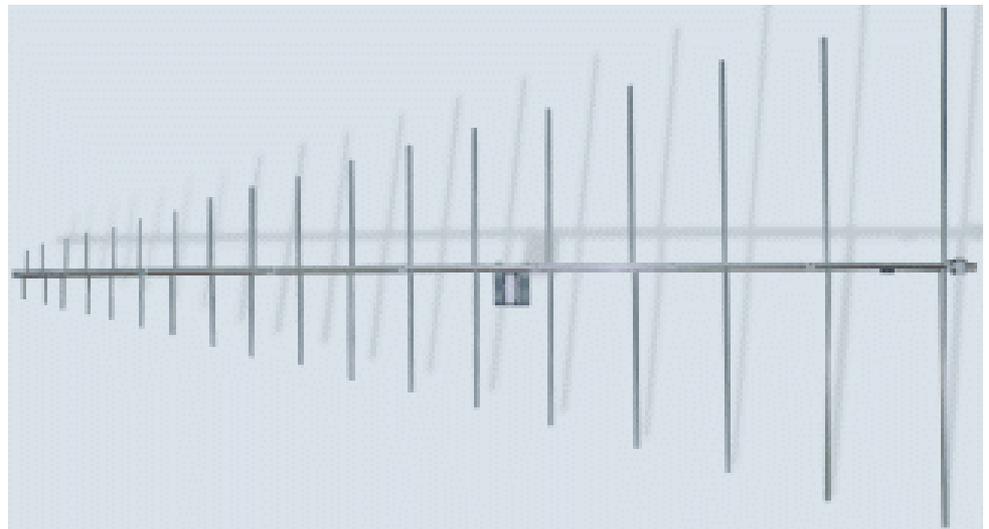
## Комплекс антенн типа «волновой канал» (антенны Уда – Яги)



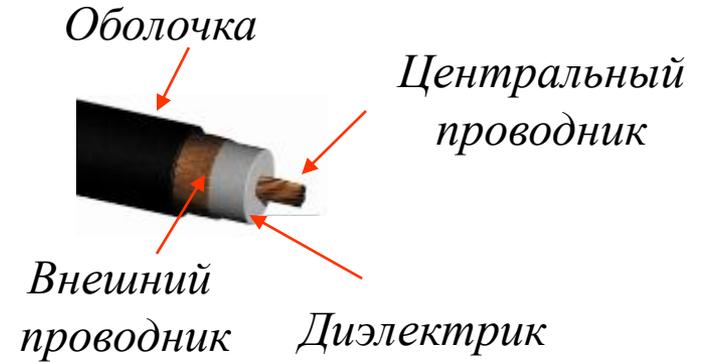
## Двухэтажная антенны Уда – Яги



# ЛОГОПЕРИОДИЧЕСКИЕ ТЕЛЕВИЗИОННЫЕ ПРИЕМНЫЕ АНТЕННЫ



# РАДИОЧАСТОТНЫЕ КОАКСИАЛЬНЫЕ КАБЕЛИ ДЛЯ СВЯЗИ ТВ ПРИЕМНИКА С АНТЕННОЙ



## Неправильное подключение кабеля к ЛСВ



## Согласующе-симметрирующее устройство (U - колено)

