

**Российский государственный университет имени И.  
Канта**

**Кафедра телекоммуникаций**

**Проектирование и расчет антенно-  
фидерных устройств (АФУ)**

**Лекция № 1**

**Общая характеристика АФУ  
телекоммуникационных систем**

# 1. Основные термины и

опреде

Теле

компле

обеспе

опреде

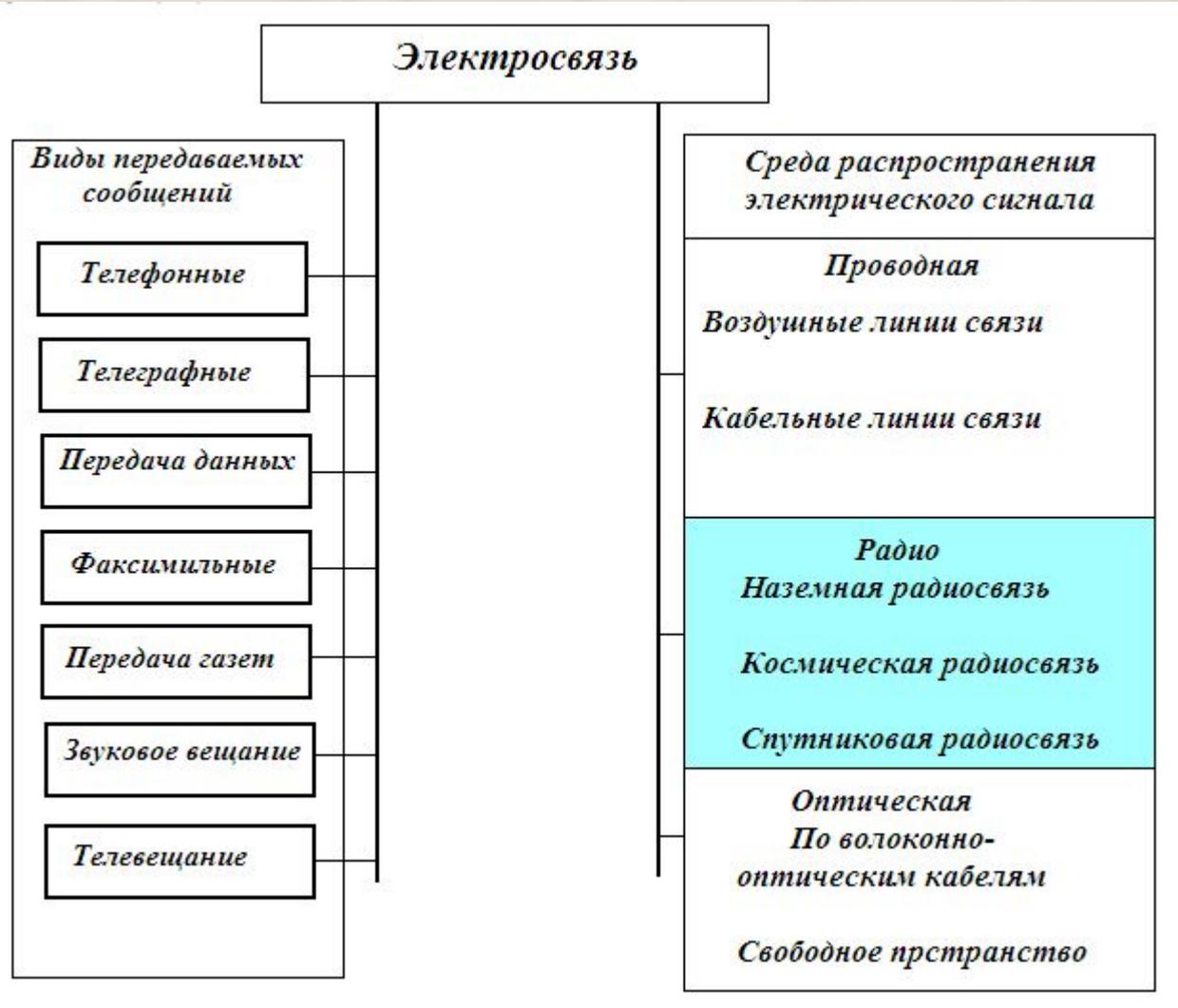
Элек

сообщ

электр

оптиче

распространения.



мы –

дств,

связь

прием

налов

радио,

редам

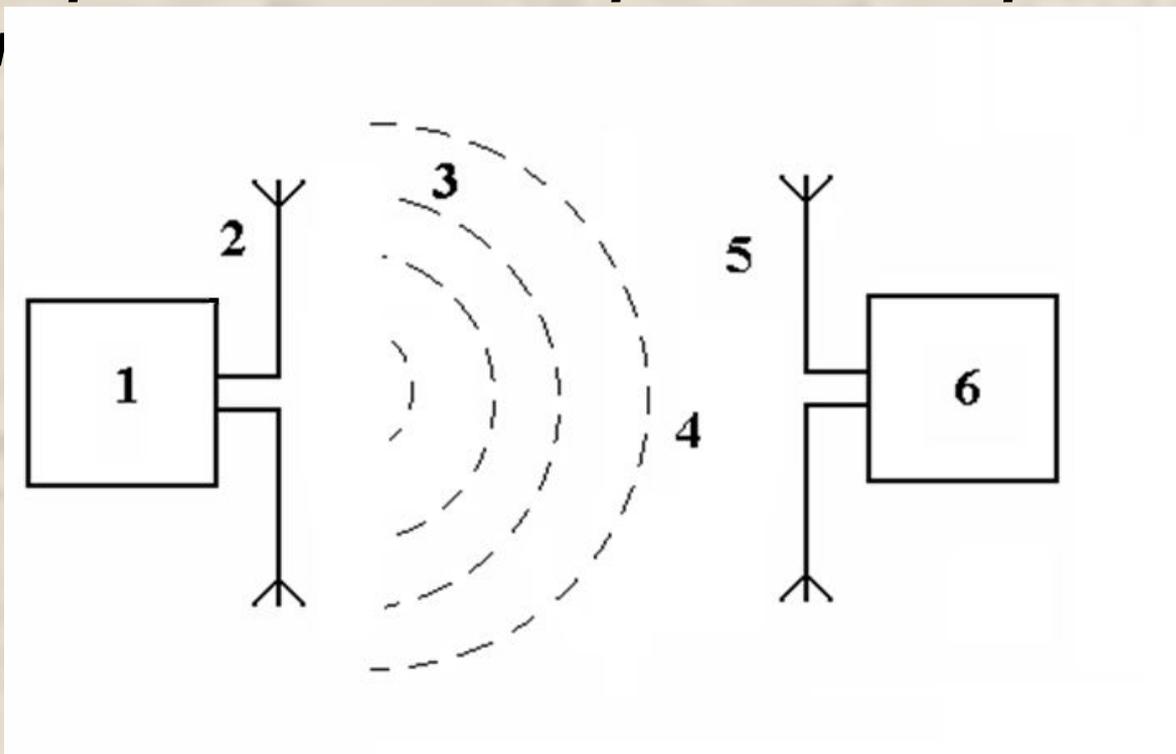
Рисунок 1 – Классификация систем электросвязи

по видам передаваемого сообщения и среде

Сигнал – материальный носитель или

## 1. Основные термины и определения

Канал передачи – комплекс технических средств и среды распространения, обеспечивающих передачу первичного сигнала в определенной полосе частот или с определенной скоростью передачи между сетевы



**Рисунок 2 - Схема передачи информации от корреспондента абоненту:**

*1* – передатчик; *2* – передающая антенна; *3* – излученные электромагнитные волны, несущие информацию; *4* – среда

## **Вывод:**

- **Передающая антенна** есть радиотехническое устройство, предназначенное для преобразования энергии электрических колебаний в энергию электромагнитных волн, т.е. для излучения электромагнитных волн в пространство вокруг антенны.
  - **Приемная антенна** есть радиотехническое устройство, служащее для приема электромагнитных волн с целью использования информации, переносимой этими волнами.
- Радиосвязь** – вид электросвязи, осуществляемый с помощью радиоволн.

**Радиоволны** – электромагнитные волны, частота которых выше 3 кГц и ниже 3000 ГГц, распространяющиеся в среде без искусственных направляющих сред (линий).

**Радиочастотный спектр** – область частот, занимаемая радиоволнами.

**Диапазон радиочастот** – диапазон частот, которому

**Радиолиния** – радиоканал, обеспечивающий радиосвязь в одном азимутальном направлении.

**Радиосеть** – совокупность радиолиний, осуществляющих радиосвязь на одной общей для всех абонентов частоте или группе частот.

### **Классификация радиосистем передачи (РСП) информации:**

**1. по принадлежности к различным службам в соответствии с Регламентом радиосвязи:**

- **РСП фиксированной службы** – радиосвязь между фиксированными пунктами;
- **РСП радиовещательной службы** – передача сигналов для непосредственного приема населением;
- **РСП подвижной службы** – радиосвязь между подвижными объектами

**2. по назначению: международные, магистральные, внутризоновые, местные, военные, технологические, космические РСП.**

**3. по характеру используемого физического процесса в тракте РРВ:**

- системы радиосвязи и радиовещания на длинных, средних и коротких волнах без ретрансляторов;**
- радиорелейные системы передачи прямой видимости (РРСП);**
- тропосферные радиорелейные системы передачи (ТРСП);**
- спутниковые системы передачи (ССП) за счет прямолинейного распространения радиоволн с ретрансляцией их бортовыми ретрансляторами ИСЗ;**
- ионосферные РСП на декаметровых волнах;**

# Антенны для фиксированной радиосвязи и радиовещания на ДВ-УКВ



*Рис.3 – Антенна зонтичного типа АЗМ, диапазон частот 190-1750 КГц*

## Краткое описание:

- предназначены для работы с радиопередатчиками средневолнового диапазона;
- изготавливаются из коррозионно-стойких алюминиевых труб;
- легко монтируются и обслуживаются;
- рассчитаны на критические ветровые нагрузки;
- могут использоваться во всех климатических районах:

# Антенная система для радиовещания на СВ и КВ



Рис.4 – КВ антенна на вещательные КВ диапазоны 75, 49, 31, 25 метров

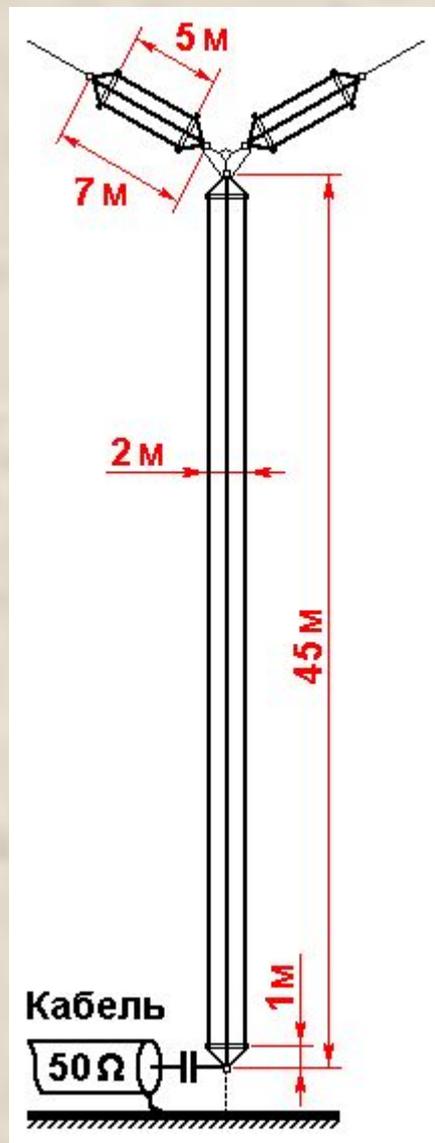
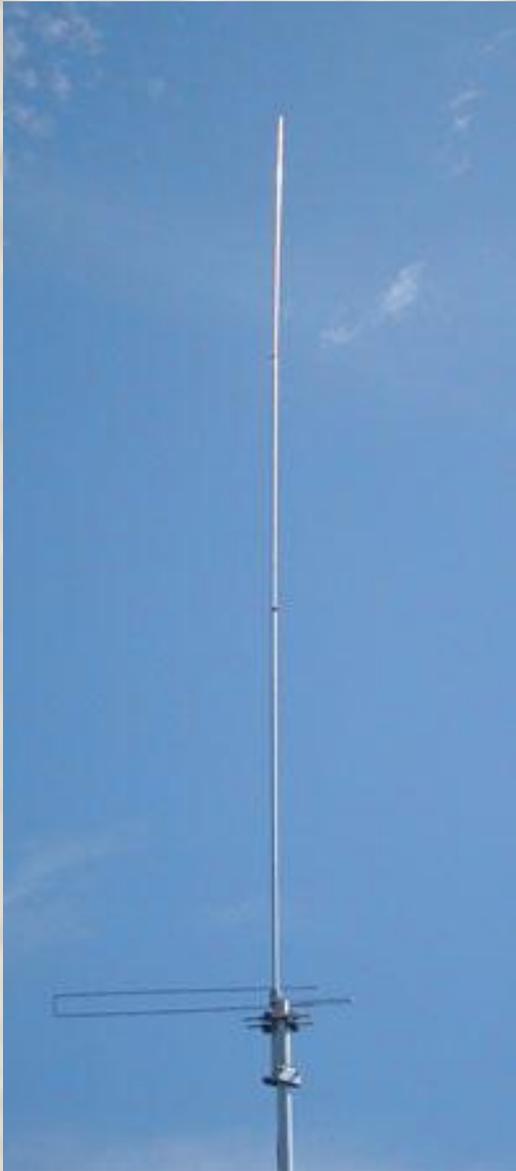


Рис.5 – Наклонный луч на 1600 кГц



Рис.6 – Фото всей радиовещательной антенной системы



## Краткое описание:

КВ антенна представляет собой обычный полуволновой диполь, собранный телескопическим из прочных и легких алюминиевых трубок. Излучатель запитывается с конца с помощью настраиваемого высокочастотного авто-трансформатора. Антенна не нуждается в противовесах, однако, должна устанавливаться на металлическую мачту длиной не менее 3х метров. Антенна полностью заземлена по постоянному току.

*Рис.7 – Антенна вертикальная  
УО СВ 26-28 МГц*



**Рис.8 –  
Двухэлементная  
радиовещательн  
ая антенна на  
88-100 МГц**

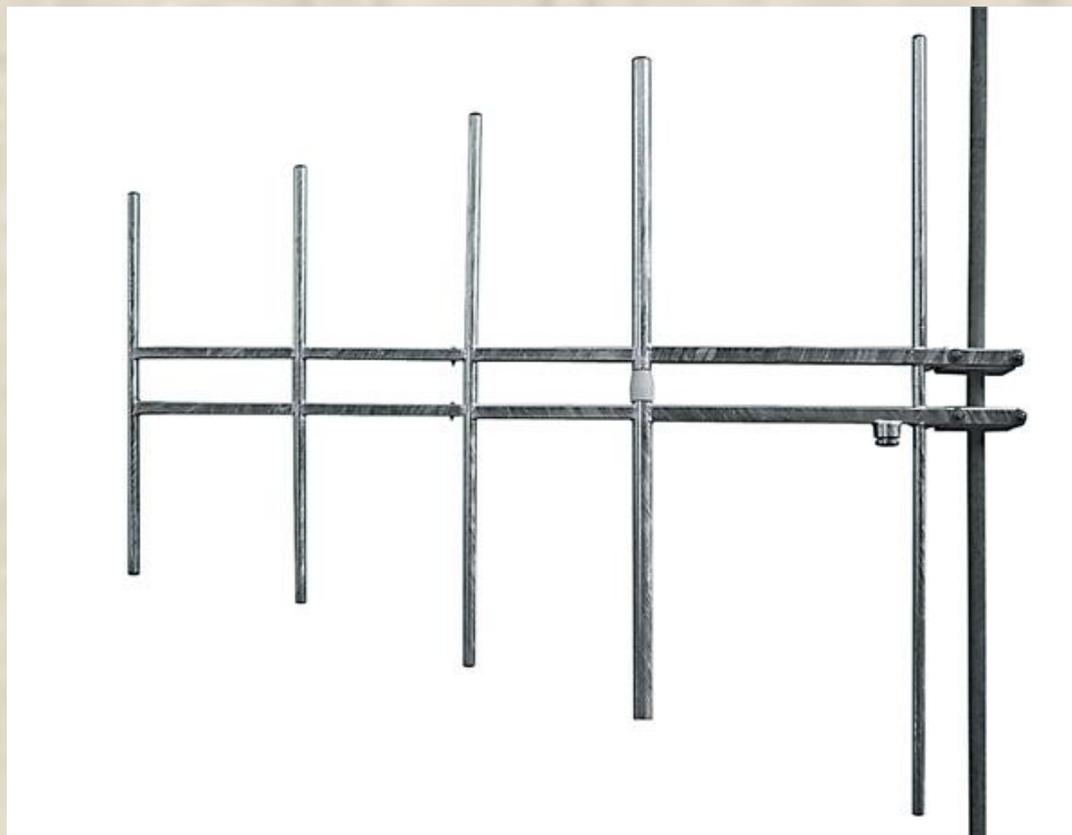


**Рис.9 – Антенна MFJ-1868. Производитель: Mfj  
Описание:**

*25-1300 MHz 200W Discone Antenna w/ 15m Coaxial Cable & Mounting  
Bracket*



**Рис.10 - Высококачественные панельные передающие антенны FM  
диапазона 87,5-108МГц APL5 и APL5**



**Рис.11 - Высококачественные направленные передающие антенны FM диапазона 87,5-108МГц АDR3 и АDR5 предназначены для построения антенных систем различных диаграмм направленности, в том числе остронаправленных в зонах со сложным рельефом или электромагнитной обстановкой. Внешняя конструкция антенн выполнена из гальванизированной стали. Антенны отличаются количеством элементов и, соответственно коэффициентом усиления и диаграммой направленности. Внутренние элементы из посеребренной меди и фторопласта. Все проводящие элементы заземлены по постоянному току.**



**Рис.12 - Высококачественные дипольные передающие антенны FM диапазона 87,5-108МГц PLS1, DIP11, DIP15 предназначены для построения антенных систем различных диаграмм направленности. Внешняя конструкция антенн DIP11, DIP15 выполнена из гальванизированной стали, PLS1 из алюминия. Внутренние элементы из посеребренной меди и фторопласта. Все проводящие элементы заземлены по постоянному току**

# Антенны для мобильной связи

## Стационарные антенны для VHF радиостанций

(134-174 МГц)

### Поларис 144-175

Полярис 144-175 - круговая антенна для стационарных радиомодемов.

Стационарная антенна имеет высокие электрические показатели, прочную конструкцию и низкую ветровую нагрузку.

Поларис 144-175 предназначена для работы совместно с базовой УКВ станцией или радиомодемом.

Коэффициент усиления Поларис 144-175 - 3 дБ.



### Поларис 160-5 "волновой канал"

Поларис 160-5 - "волновой канал" антенна для VHF.

Базовая антенна состоит из трех элементов и имеет ярко выраженную острую диаграмму направленности. Антенна имеет высокие электрические характеристики, надежную конструкцию и низкую ветровую нагрузку.

Поларис 160-5 применяется для работы совместно с стационарной радиостанцией или радиомодемом.

Коэффициент усиления антенны - 6,5 дБ.

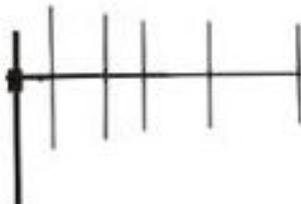


### Стационарная антенна Поларис 160-8 VHF пятиэлементная

Поларис 160-8 - пятиэлементная антенна для радиостанций радиомодемов.

Стационарная антенна состоит из трех элементов и имеет ярко выраженные направленные свойства. Антенна имеет хорошие электрические показатели, прочную конструкцию на основе металлической траверсы и небольшую ветровую нагрузку. Поларис 160-8 используется для работы совместно с VHF радиостанцией или радиомодемом.

Коэффициент усиления Поларис 160-8 - 8 дБ.



### Базовая антенна MR-K1-160 160-170 МГц

Круговой направленности выносная антенна имеет большой коэффициент усиления и предназначена для совместной работы с станциями, радиомодемами, радио-охранными системами типа "Ларс".

- диапазон частот 134-174 МГц (по заказу)
- коэффициент усиления 3,0 dBi
- максимальная подводимая мощность 50 Вт
- тип - 5/8 L
- размер 1,2 м



# Антенны частотного диапазона UHF (380-512 МГц)

## Пolaris 255-400

Пolaris 255-400 - антенна для радиотелефонов Senao, Harvest Санье, ComTel.

Антенна Полярис 255-400 предназначена для увеличения в 2,5-3 раза (относительно антенны 1/4L) дальности действия радиотелефонов, использующих диапазон 250-380 МГц и имеющих разъем для подключения антенны.

Использование данной антенны исключает источник вредного электромагнитного излучения внутри жилого помещения.

Коэффициент усиления - 6 дБ.



## Стационарная антенна Полярис 433 для маломощных раций

Выносная антенна Polaris 433 предназначена для работы совместно с LPD радиостанциями и радиомодемами.

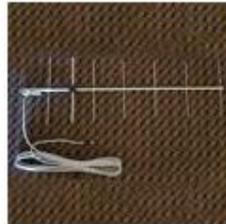
Предоставляет возможность значительно повысить зону покрытия. Антенна предназначена для организации сетей передачи данных, диспетчерских служб, временных и необслуживаемых помещений и пр.



## Пolaris 433-7

Базовая антенна Полярис 433-7 используется для эксплуатации с станциями.

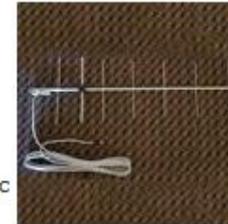
Дает возможность увеличить зону приема в выбранном направлении. Антенна предназначена для организации сетей передачи данных, диспетчерских служб, временных и необслуживаемых помещений и пр.



## Направленная антенна Полярис 450-7 для терминалов CDMA-450 "Скайлинк"

Внешняя антенна Полярис 450-7 используется для эксплуатации с мобильными телефонами и беспроводными модемами CDMA-450 (Skylink).

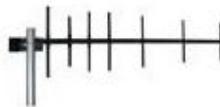
Дает возможность уменьшить вероятность прерывания связи, выпадания сигнала в помещениях с пороговым уровнем принимаемого сигнала. Стационарная антенна важна как для комфортной работы с сотовым терминалом, так и в экстренном случае иметь надежную связь.



## Выносная антенна Polaris AH 450-7 повышенной прочности для терминалов CDMA-450 и радиостанций

Выносная антенна Polaris AH 450-7 повышенной прочности применяется для эксплуатации с мобильными телефонами и терминалами CDMA-450 (Скайлинк), а также радиостанциями UHF диапазона 420-470 МГц.

Позволяет существенно уменьшить вероятность прерывания сотовой связи, замираний, выпадания сигнала. Значительно увеличивает дальность связи радиостанций и радиомодемов диапазона 420-470 МГц



## Базовая антенна MR-K2-430 430-440 МГц

Всенаправленная выносная антенна имеет большой коэффициент усиления и предназначена для совместной работы с нелицензируемыми LPD станциями, радиомодемами типа "Спектр", "Невод", радиохранными системами типа "Цербер 03", "Лонта 202". Дает возможность увеличить максимальную дальность радиосвязи

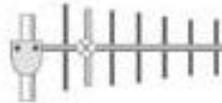


# Стационарные антенны GSM/безлицензионные устройства (800-920 МГц)

## Полярис 800-7 секторной направленности для телефонов CDMA, DAMPS

Направленная антенна Polaris 800-7 применяется для работы совместно с сотовыми трубами и терминалами стандарта CDMA, AMPS, DAMPS .

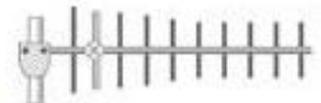
Дает возможность увеличить дальность связи в выбранном направлении. Базовая антенна также предназначена в случае отражения полезного сигнала от высотных зданий , подвального или полуподвального характера помещения



## Полярис 800-10 направленная для мобильных телефонов CDMA, DAMPS

Направленная антенна Polaris 800-10 предназначена для работы совместно с сотовыми трубами и терминалами стандарта CDMA, AMPS, DAMPS .

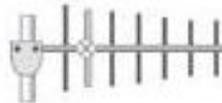
Позволяет существенно расширить радиус действия в выбранном направлении. Базовая антенна также используется в случае , существенной удаленности объекта от базовой станции оператора связи , подвального или полуподвального характера помещения



## Polaris 900-7 для мобильных телефонов GSM-900 радиомодемов 900 МГц

Стационарная антенна Polaris 900-7 предназначена для работы совместно с сотовыми трубами и терминалами GSM-900 900 МГц.

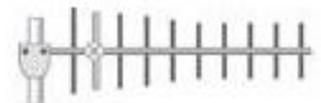
Дает возможность увеличить максимальный радиус передачи в одном направлении. Стационарная антенна также предназначена в случае отражения полезного сигнала от высотных зданий , значительной удаленности от базовой антенны , подвального или полуподвального характера помещения



## Полярис 900-10 направленная для телефонов GSM-900 и бесшнуровых телефонов

Стационарная антенна Polaris 900-10 используется для работы совместно с GSM-900 сотовыми трубами и терминалами и бесшнуровыми телефонами 900 МГц.

Позволяет существенно расширить максимальную дальность покрытия в одном направлении. Стационарная антенна также используется в случае , существенной удаленности объекта от базовой станции оператора связи , подвального или полуподвального характера помещения



## Антенны базовых станций сотовой связи



**Базовая станция сотовой связи:**

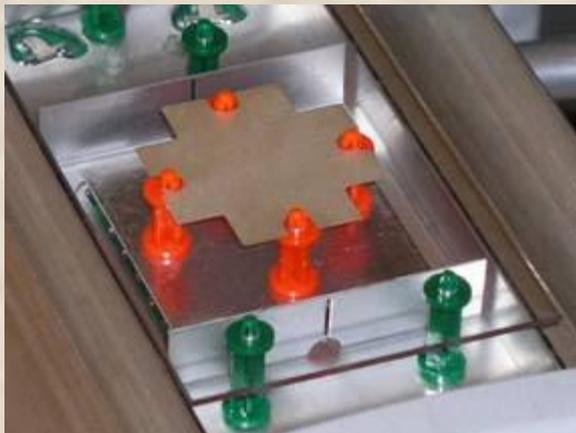
*1* - панельные антенны

*2* - антенны РРЛ

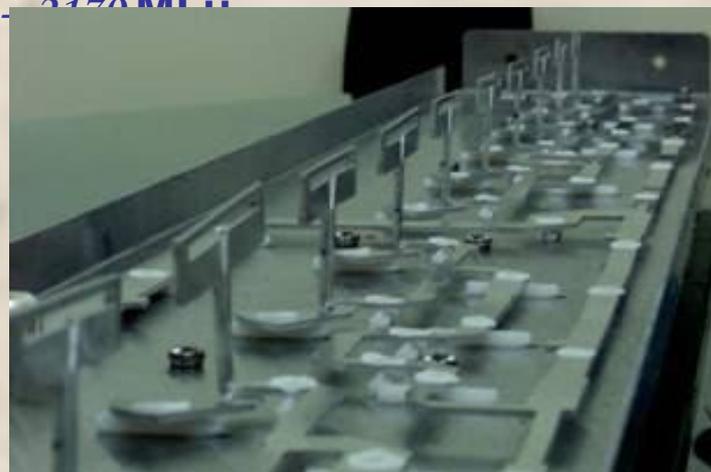
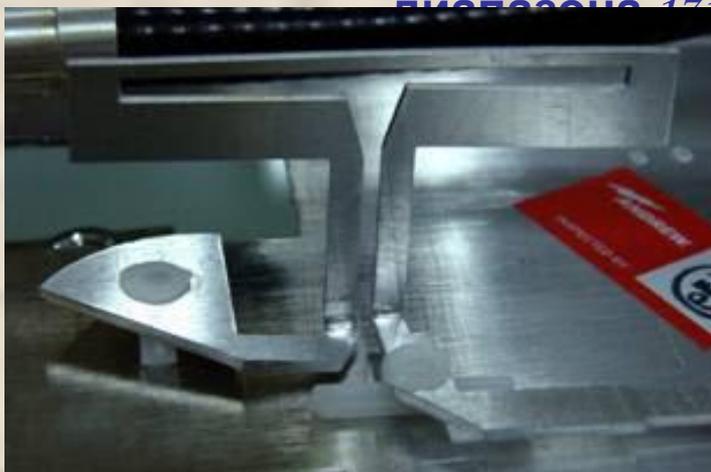
*3* - фидерная трасса



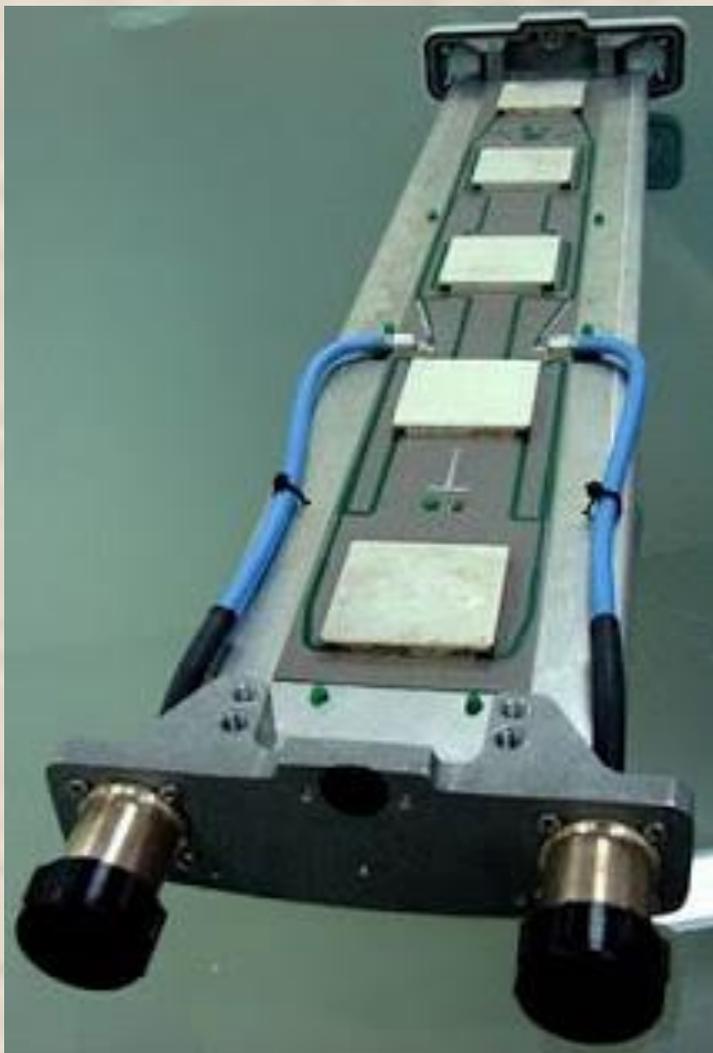
**Рис.13 – антенны базовых станций: слева направо: универсальная антенна Kathrein 739 623 (900 МГц, 2 метра в высоту, луч 65°), универсальная антенна Allgon 7330.00 Dualband (900/1800 МГц, 1,5 метра, луч 65°), трассовая антенна Kathrein K73 45 647 (900 МГц, 2,5 метра, луч 36°)**



**Рис.14 – полосковый излучатель и щелевой диполь для его возбуждения антенны *Powerwave 7721.00* с кроссполяризацией  
диапазона 1710 – 2170 МГц**



**Рис.15 - Диполи и система запитки антенны *Andrew UMW-09015-2D*  
диапазона 1710-2170 МГц, выполненная в виде единой  
штампованной детали**



**Рис.16 - Система запитки антенны *Powerwave 7600.06* диапазона 1710 – 1880 МГц, выполненная в виде единой печатной платы (фото слева) и система запитки антенны *Powerwave 7720.00* диапазона 1710 – 2170 МГц, с регулируемым углом электрического наклона (фото справа)**



*Рис.17*

## Общая характеристика:

Всенаправленная коллинеарная антенна представляет собой цепочку полуволновых вибраторов, расположенных внутри трубки из фибerglassа. Общее число моделей всенаправленных антенн достигает 40. Диапазон изменения коэффициентов усиления антенн составляет  $2...11$  *dBi*, подводимой мощности  $60...500$  Вт. Как правило, вибраторы в антенне запитываются синфазно, но в ряде случаев с запаздыванием по фазе, что обеспечивает наклон луча в вертикальной плоскости для

# Антенны для абонентского оборудования сотовой связи

## Встроенные фрактальные антенны в беспроводной связи (*Bluetooth, WiFi, GSM*)

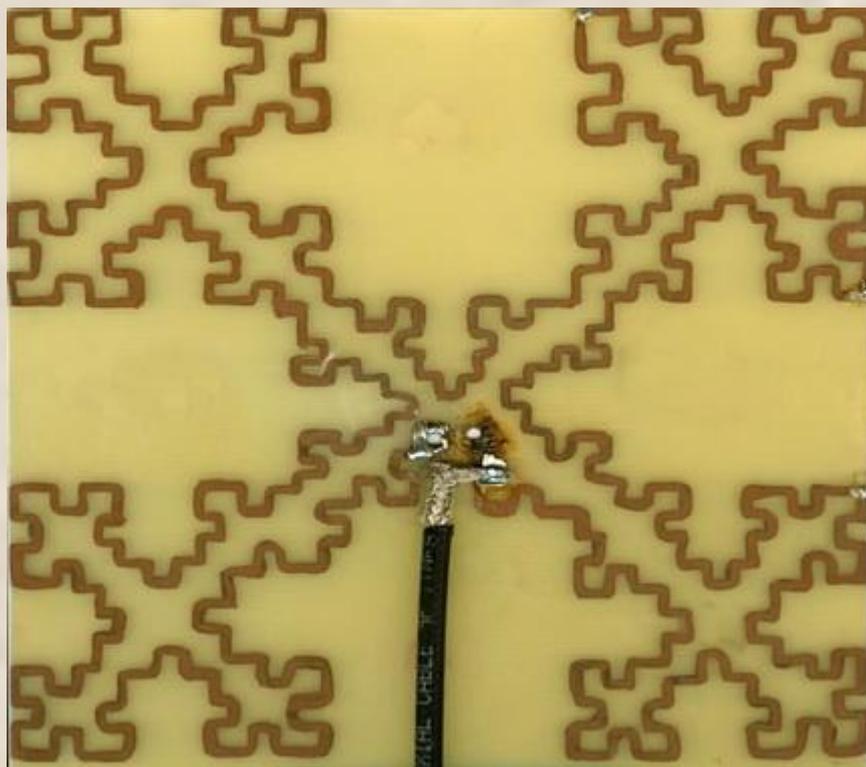


Рис.18 – Самодельная фрактальная антенна для *WiFi*

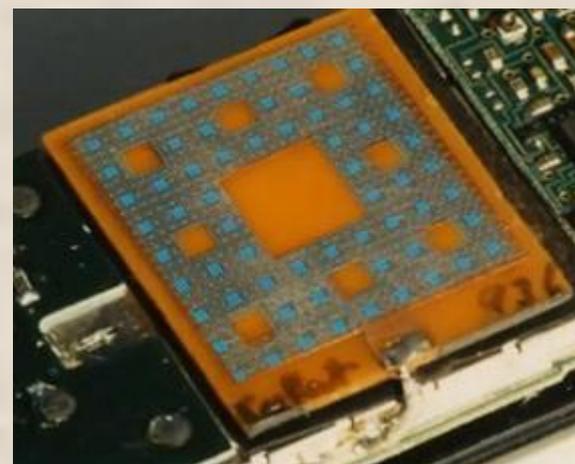
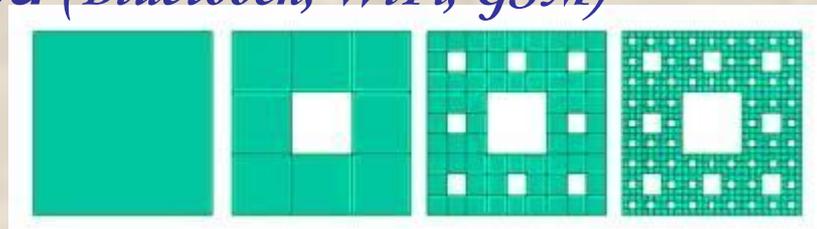


Рис.19 – Принцип построения фрактальной антенны. Фрактальная антенна, встроенная в мобильный телефон



**Рис.20 - PIFA-антенна для GSM-диапазона от Antennovation**



**Рис.21 - Внутренняя Bluetooth-антенна**

### **Общая характеристика:**

**Внутренние антенны (*Planar, PIFA Antenna* – планарные антенны, микрополосковые антенны) обычно встраивают внутрь корпуса телефона. Внутренние антенны, в отличие от внешних, обычно – направленные антенны. Как правило, главный лепесток направленности такой антенны исходит из задней стенки аппарата, то есть направлен от головы разговаривающего по телефону человека. Это не мешает работе в зоне уверенного приёма, но когда вы находитесь слишком далеко от базовой станции, или что-то мешает нормальному прохождению сигнала, вы можете столкнуться с некоторыми странностями – например, если приложить телефон к правому уху – можно нормально разговаривать, если к левому – нет. Всё дело в направленности антенны – если главный**

# Железнодорожные антенны

## Антенна Полярис AL/2 для ж/д раций

Железнодорожная антенна Полярис AL/2 применяется для эксплуатации с ж/д рациями и замены устаревшего штатного оборудования.

Антенна выдерживает воздействие электрического разряда в течении 0,1 с при напряжении 25 кВ и токе 1000 А.



## Антенна Полярис AL/3

Антенна Polaris AL-3 используется для работы на подвижных объектах железно- дорожного транспорта совместно с ж/д станциями в диапазоне частот 301-344 МГц.

Антенна выдерживает воздействие электрического разряда в течении 0,1 с при напряжении 25 кВ и токе 1000 А.



## Polaris AL-4

Локомотивная антенна Полярис AL/4 предназначена для эксплуатации на подвижных объектах железно- дорожного транспорта с радиостанциями в диапазоне частот 450-470 МГц.

Антенна выдерживает воздействие электрического разряда в течении 0,1 с при напряжении 25 кВ и токе 1000 А.



## Железнодорожная антенна Полярис AL/23

Железнодорожная антенна Polaris AL-23 применяется для работы на подвижных объектах железно- дорожного транспорта совместно с железнодорожными рациями в одновременно в двух диапазонах частот: 151-156 МГц и 307-344 МГц.

Гальваническое соединение элементов антенны с основанием (корпусом объекта) обеспечивает безопасную работу оператора и защиту аппаратуры от высокого напряжения (в случае аварийной ситуации).



## Radial PA-153 железнодорожная антенна

Локомотивная антенна PA-153 используется для работы совместно с железнодорожными станциями и замены устаревшего штатного оборудования.

Антенна выдерживает воздействие электрического разряда в течении 0,1 с при напряжении 25 кВ и токе 1000 А.



## PA-156 железнодорожная антенна

Железнодорожная антенна Радиал PA-156 предназначена для работы совместно с железнодорожными радиостанциями и замены устаревшего штатного оборудования.

Антенна выдерживает воздействие электрического разряда в течении 0,1 с при напряжении 25 кВ и токе 1000 А.



# Антенны WiFi (RadioEthernet)

## Антенна Полярис 2450-9 (радио LAN)

Направленная антенна Polaris 2450-9 "мини" предназначена для Wi-Fi модемов 2.4 ГГц. Дает возможность уменьшить вероятность прерывания связи, выпадания сигнала в помещениях с пороговым уровнем принимаемого сигнала. Офисная антенна имеет кронштейн для крепления за край стола или другой мебели.



## Полярис 2450-17 Wi-Fi

Стационарная антенна используется для Wi-Fi беспроводной локальной сети модемов (радио LAN) (2450 MHz). Предоставляет возможность значительно повысить максимальную дальность передачи. Базовая антенна Wi-Fi является хорошим решением при небольшом удалении от базовой станции или при работе типа точка-точка, когда расстояние невелико.



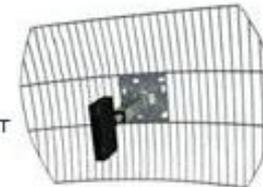
## Внешняя антенна Polaris 2400-18 WiFi (Radio-LAN)

Внешняя антенна применяется для Wireless LAN радиоточек доступа (2.4 ГГц). Дает возможность увеличить максимальный радиус связи. Внешняя антенна Wireless LAN представляет собой оптимальное решение при удалении (до 3 км.) от базовой станции или при построении сети точка-точка.



## Внешняя антенна Polaris 2400-21 WiFi

Внешняя антенна - рефлектор используется для Wireless LAN радиобриджей (радио LAN) (2400 MHz). Внешняя антенна WiFi является хорошим решением при удалении от базовой станции или при работе вида точка-точка, точка-звезда (для лучей звезды). Предоставляет возможность значительно повысить зону приема.



## WiFi Выносная антенна Полярис 2400-24

Wireless LAN Выносная антенна - рефлектор используется для беспроводной локальной сети мостов (2.4 ГГц). Внешняя антенна Wi-Fi представляет собой оптимальное решение при удалении до 7 км. от базовой станции или при построении сети типа точка-точка, точка-звезда (для лучей звезды). Дает возможность увеличить зону радиосвязи.

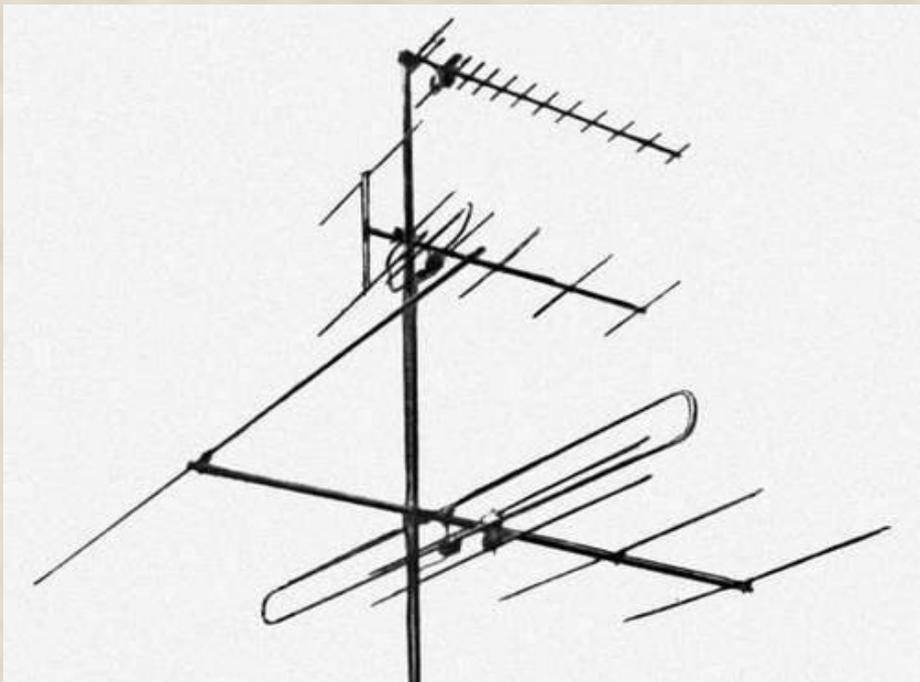


## WiFi Направленная антенна Полярис 2400-27

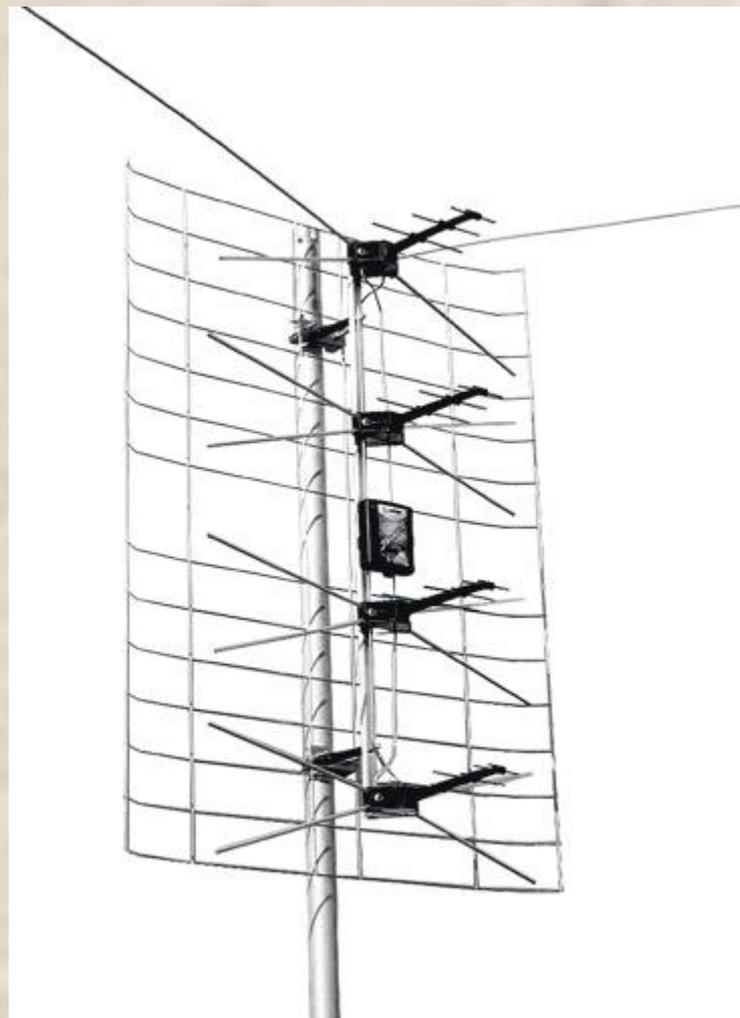
Стационарная антенна предназначена для радиобриджей (радио LAN) (2400 MHz). Базовая антенна WiFi является хорошим решением при удалении от базовой станции или при работе вида точка-точка, точка-звезда (для лучей звезды). Предоставляет возможность значительно повысить дальность приема.



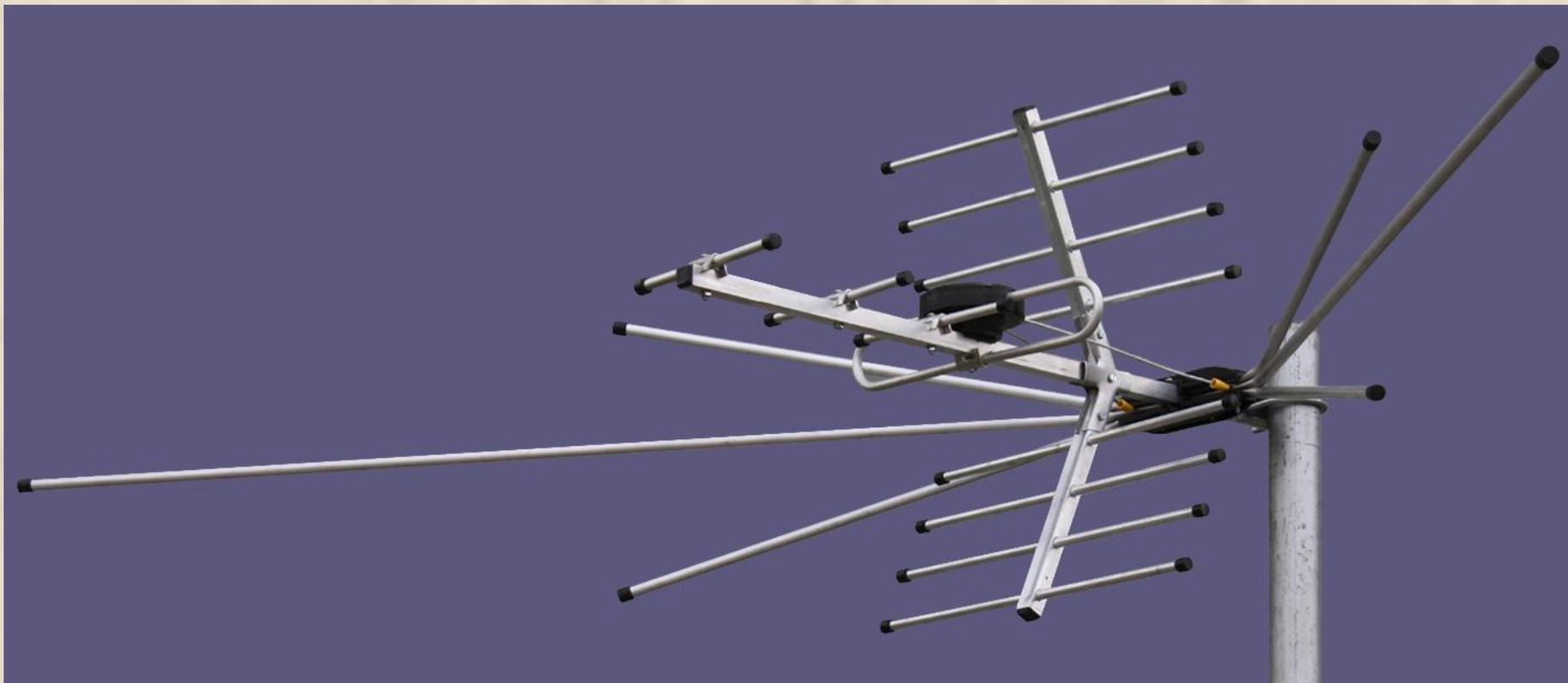
## Антенны для приема телевизионных сигналов



*Рис.22 – Антенны типа волновой канал на одной стойке*



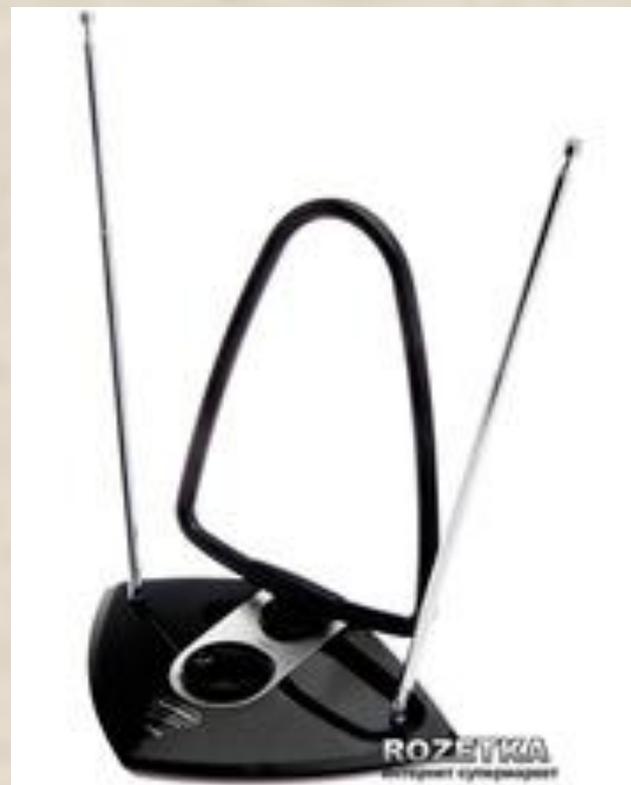
*Рис.23 - Антенна предназначена для стационарного приема телевизионных сигналов вещательного телевидения горизонтальной поляризации в полосе*



**Рис.24** - Антенна СТАНДАРТ-ТВ предназначена для приёма цифрового *DVB-T/T2* и аналогового телевизионного и *УКВ/FM* сигналов в зоне уверенного приёма. Дальность и качество приёма зависят: от места установки антенны, высоты её подвеса, рельефа местности, мощности телевизионного передатчика, времени года, уровня помех и др. Используется в стационарных условиях в качестве внешней антенны. Изготовлена из алюминиевых сплавов, не подвержена коррозии (ржавению), лёгкая. Телевизионный кабель снижения подключается к антенне без пайки



**Рис.25 – Широкополосная универсальная комнатная телевизионная антенна оригинальной конструкции.  
Каналы приема: 1-12, 21-69**



**Рис.26 - Активная цифровая антенна *Bandridge Premium STV215EC*. Область применения: Антенна для сигналов ТВ и DAB/FM с изменяемым коэффициентом усиления. Обеспечивает превосходное качество принимаемых сигналов цифрового наземного**

## ***Антенны систем спутниковой связи***



***Рис.27 - Антенны для приема метеоданных со спутников***



**Рис.28 - Антенна спутниковой связи VSAT.**



**Рис.29 -Спутниковая антенна Qualcomm Globalstar на пароме «Георг Отс»**



**Рис.30 - Приемная антенна *GPS* для синхронизации времени б/с сети *Satlink* (CDMA-450).**



***Рис.31 - Антенна системы «Атланта». Управление технологической связи и диспетчеризации***



***Рис.32 – Очень много спутниковых антенн***



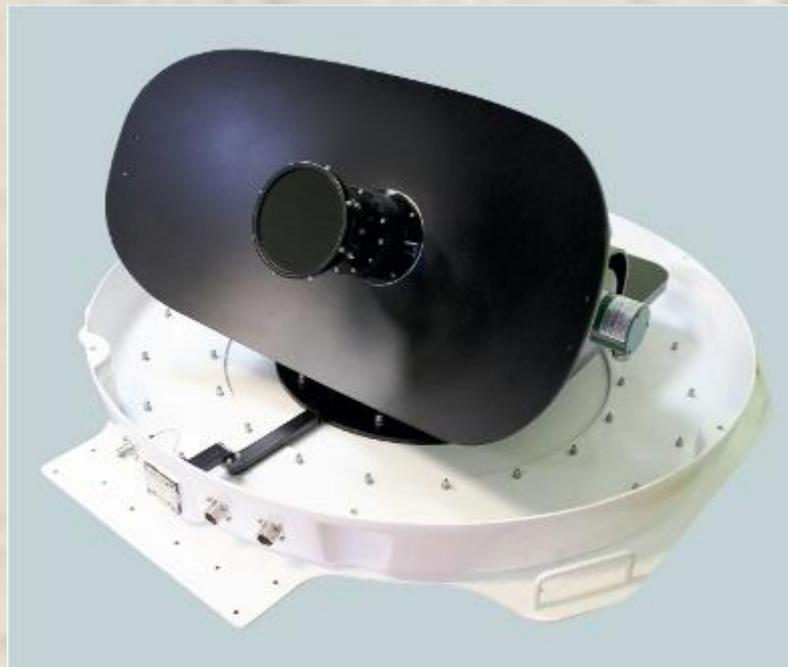
***Рис.33 – приемная офсетная параболическая зеркальная антенна***



**Рис.34 - Сетчатая спутниковая антенна производства американской компании *KTI* диаметром 3.7 метра**



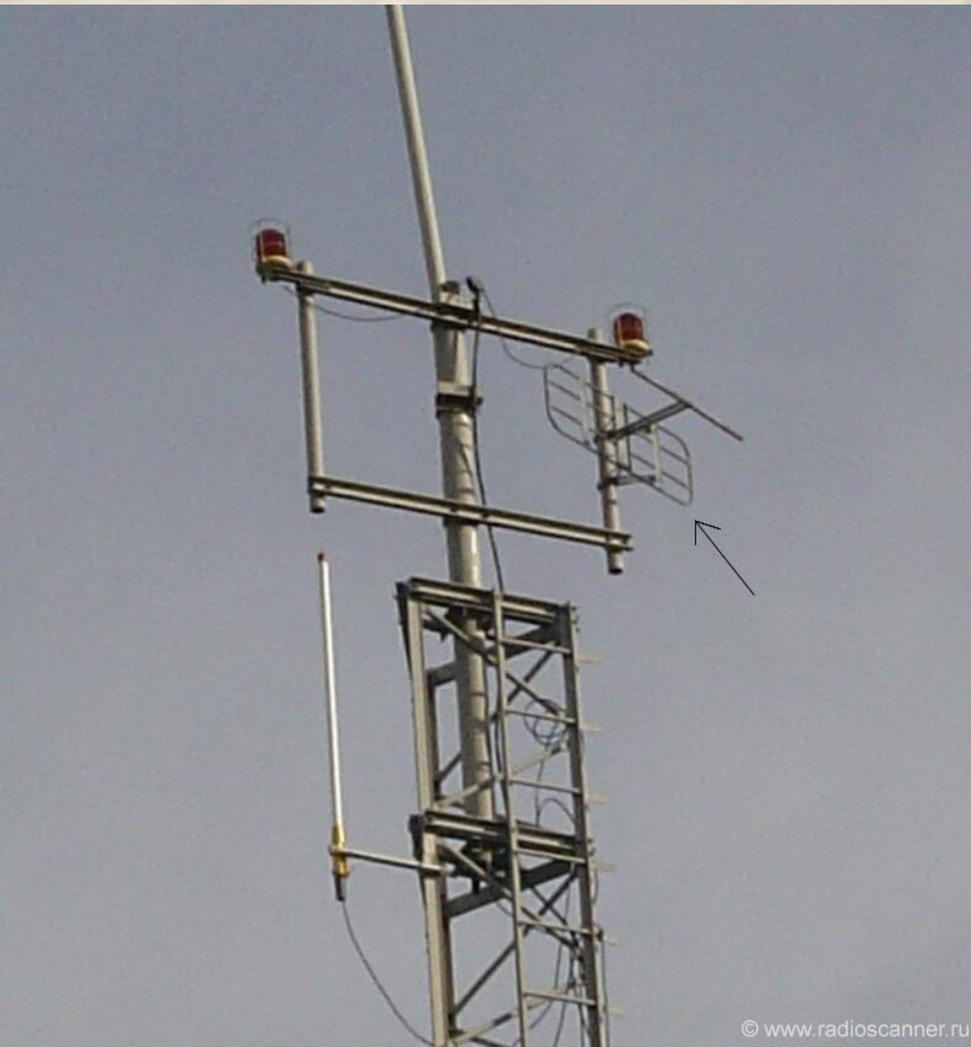
**Рис.35 - Антенна переносимая *FlyAway* 1.2 м *Ku*-диапазона с ручным наведением ТИШЖ.301329.006. Предназначена для оперативной организации высокоскоростных каналов связи в любых местах с минимальным временем развертывания станции и доставки ее**



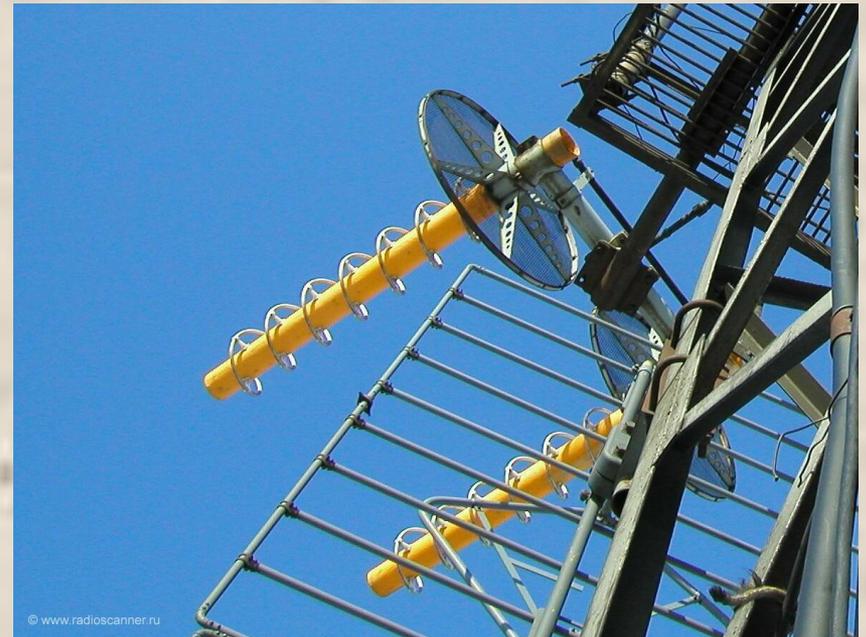
**Рис.36 - Антенна *Satcom-On-The-Move (SOTM)* 0.6 м Ku - диапазона ТИШЖ. 468331.109 предназначена для обеспечения высокоскоростных каналов связи в движении. Может широко использоваться на любых транспортных средствах - автомобилях, ж/д, морских и речных судах, самолетах, спецтехнике.**

**Обеспечивает точное наведение и автосопровождение спутников с использованием**

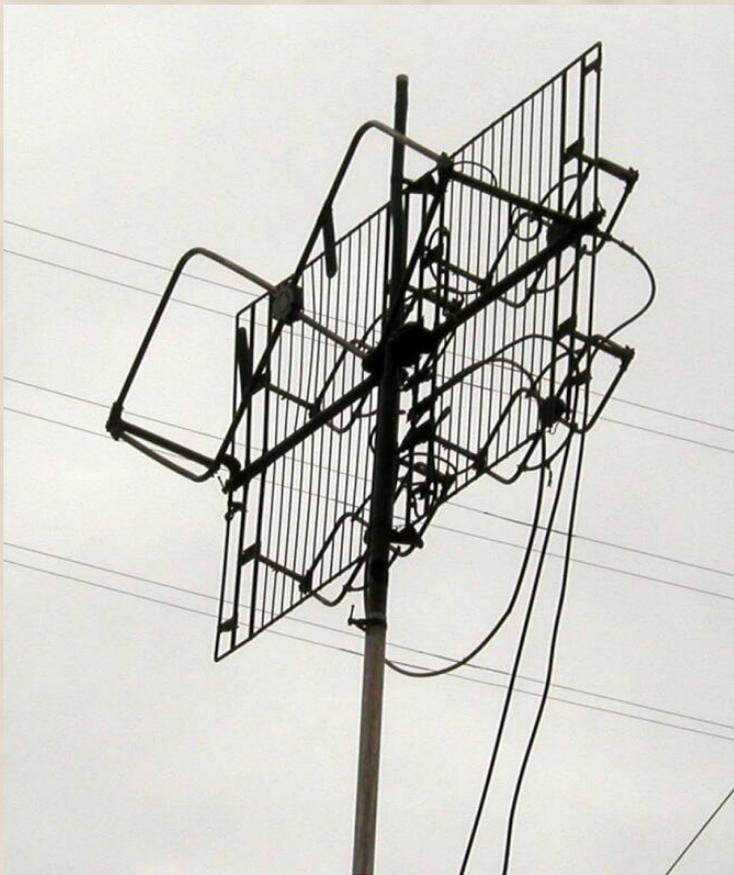
## Антенны радиорелейных станций



**Рис.37 - Антенна РРС Nokia, 150-165 МГц.  
«Газпром». Валдай.**



**Рис.38 - Спиральные антенны венгерских аналоговых РРС DM-400, диапазон 370-430 МГц. РАО «ЕЭС». Омск.**



***Рис.39 - Антенна военной РРС Р-419 (завод им. Попова).  
Пункт радиоконтроля ФПС.  
Балашиха, Московская обл.***



***Рис.40 - Антенна АДЭ  
(двухзеркальная, зубья - для  
подавления заднего лепестка).***



**Рис.41 - Антенна РРС *Ericsson MiniLink*. Зеркало большого диаметра.**



**Рис.42 - Оффсетная антенна РРС типа «Астра», 11 ГГц, *Ethernet* (или поток E1/E2). Москва.**

# **Классификация антенно-фидерных устройств телекоммуникационных систем**

- 1. По назначению: передающие, приемные, приемо-передающие.**
- 2. По принадлежности к различным службам (Регламент радиосвязи):**
  - антенны для осуществления и приема радиовещания и телевидения;**
  - антенны систем радиосвязи между фиксированными объектами;**
  - антенны систем радиосвязи с подвижными объектами (включая сотовую связь).**
- 3. По характеру используемого физического процесса:**
  - антенны систем радиосвязи и радиовещания на длинных, средних и коротких волнах без ретрансляторов;**
  - антенны систем сухопутной радиосвязи на метровых, дециметровых и сантиметровых волнах без ретрансляторов;**

# Классификация радиочастотных диапазонов

- *ELF*, чрезвычайно низкие частоты, 3 Гц – 30 Гц, длины волн от 100000 км до 10000 км (декамегаметровые волны).
- *SLF*, сверхнизкие частоты, 30 Гц – 300 Гц, длины волн от 10000 км до 1000 км (мегаметровые волны).
- *ULF*, крайне низкие частоты, 300 Гц – 3000 Гц, длины волн от 1000 км до 100 км (гектокилометровые волны).
- *VLF*, очень низкие частоты, 3 кГц – 30 кГц, длины волн от 100 км до 10 км (декакилометровые волны).
- *LF*, низкие частоты, 30 кГц – 300 кГц, длины волн от 10 км до 1 км (длинные волны/километровые волны).
- *MF*, средние частоты, 300 кГц – 3000 кГц, длины волн от 1 км до 100 м (средние волны/гектометровые волны).
- *HF*, высокие частоты, 3 МГц – 30 МГц, длины волн от 100 м до 10 м (короткие волны/декаметровые волны).
- *VHF*, очень высокие частоты, 30 МГц – 300 МГц, длины волн от 10 м до 1 м (ультракороткие волны/метровые волны).
- *UHF*, крайне высокие частоты, 300 МГц – 3000 МГц, длины волн от 1 м до 10 см (дециметровые волны).
- *SHF*, сверхвысокие частоты, 3 ГГц – 30 ГГц, длины волн от 10 см до 1 см (сантиметровые волны).
- *EHF*, чрезвычайно высокие частоты, 30 ГГц – 300 ГГц, длины волн от 1 см до 1 мм (миллиметровые волны).
- *HEF*, гипервысокие частоты, 300 ГГц- 3000 ГГц, длины волн от 1 мм до 0,1 мм (децимиллиметровые волны).

#### **5. По физическому принципу действия:**

- **набор линейных проводников, в котором возбуждается стоячая (антенны вибраторного типа) или бегущая (антенны бегущей волны) волна электрического тока;**
- **с излучателями в виде отверстий в стенках волновода (щелевые антенны, рупорные антенны) или отражающие поверхности (параболические зеркальные антенны);**
- **с отдельными излучающими элементами, объединенными в интерференционные схемы (антенные решетки) для улучшения направленных свойств.**

#### **6. По поляризации:**

- **антенны с линейной (горизонтальной/вертикальной поляризацией);**
- **антенны с вращающейся (эллиптической/круговой поляризацией).**

#### **7. По полосе пропускания:**

- **узкополосные (однодиапазонные);**
- **широкополосные (многодиапазонные, широкодиапазонные).**

## 8. По месту установки:

- наземные; бортовые; наружного использования; внутреннего использования.

Антенны беспроводных систем связи можно разделить на:

- базовые и абонентские;

Антенны базовых станций можно классифицировать как:

- секторные (панельные, волноводно-щелевые, коллениарные с экраном);
- всенаправленные (коллениарные и вибраторного типа).

Антенны абонентских станций можно классифицировать как:

- встроенные (планарные *PIFA*, *PILA*, спиральные) и

9. Антенны спутниковых систем связи и РРЛ  
классифицируют по ГОСТ Р 50867-96:

**По количеству используемых в схеме зеркал:**  
однозеркальные, двузеркальные и многозеркальные;

**По мету расположения облучателя:**  
осесимметричные и несимметричные;

**По количеству рабочих диапазонов:**  
однодиапазонные, двухдиапазонные и  
многодиапазонные;

**По показателям качества (помехозащищенности):**  
стандартные, высококачественные и  
сверхвысококачественные;

**По количеству рабочих поляризацій:**  
однополяризаційные и двухполяризаційные;

**По количеству рабочих направлений:** однолучевые и с  
угловым разносом (два или несколько рабочих

**Фидерный тракт (фидер) – совокупность устройств, посредством которых энергия радиочастот подводится к передающей антенне или от приемной антенны на вход приемника.**