

**УЗБЕКСКОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ И ИНФОРМАТИЗАЦИИ
ТАШКЕНТСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Кафедра
«Антенно-фидерные
устройства»

**КОМПЛЕКТ СЛАЙДОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
РАСПРОСТРАНЕНИЕ РАДИОВОЛН И АНТЕННО-ФИДЕРНЫЕ УСТРОЙСТВА
(по разделу «АНТЕННЫ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ»)**

для студентов специальности

5A522105 – «Мобильные системы связи»

Ташкент - 2010

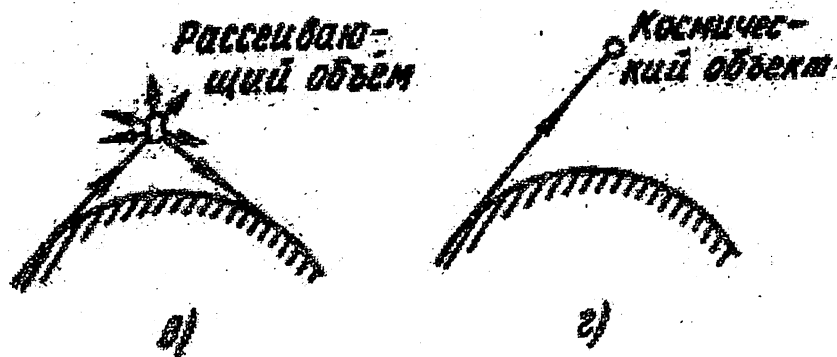
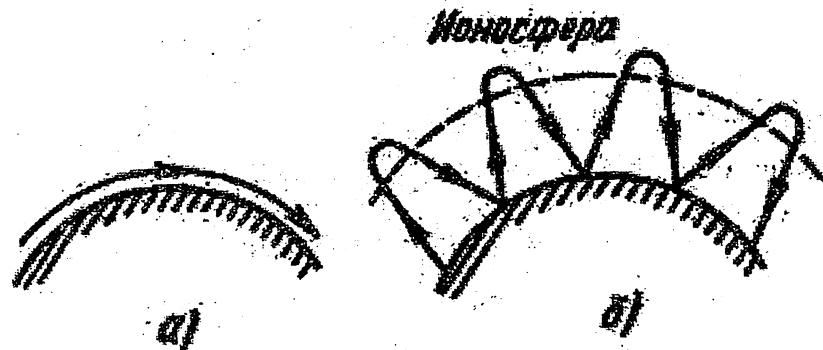
Раздаточный материал содержит информацию об особенностях распространения радиоволн УКВ диапазона, построения антенно-фидерного тракта мобильных систем связи, о параметрах, характеристиках и конструктивных особенностях их основных типов антенн.

Данный раздаточный материал рассчитан для использования в учебном процессе и будет полезен при изучении курса «Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства» (раздел «Антенны мобильной связи») для подготовки бакалавров специальности «Мобильные системы связи».

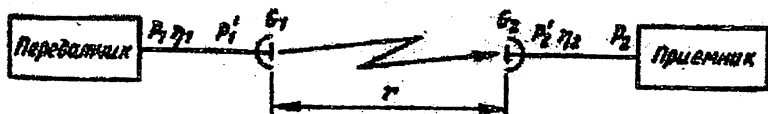
ОСНОВНЫЕ МЕХАНИЗМЫ РРВ

1. Радиоволны, распространяющиеся в однородной или слабо неоднородной среде по прямолинейным или близким к ним траекториям, получили название свободно распространяющихся или прямых волн.
2. Радиоволны, распространяющиеся в непосредственной близости от поверхности Земли и частично огибающие выпуклость земного шара вследствие явления дифракции, получили название земных или поверхностных волн.
3. Радиоволны, распространяющиеся на большие расстояния и огибающие земной шар в результате однократного или многократного отражения от ионосферы ($\lambda \geq 10$ м), а также волны, рассеивающиеся на неоднородностях ионосферы, получили название ионосферных или пространственных волн.
4. Радиоволны, распространяющиеся на значительные расстояния – до 1000 км за счёт рассеивания в тропосфере и направляющего действия тропосферы, получили название тропосферных волн.

МЕХАНИЗМЫ РАСПРОСТРАНЕНИЯ РАДИОВОЛН



РАДИОТРАССЫ ПЕРВОГО И ВТОРОГО ТИПА

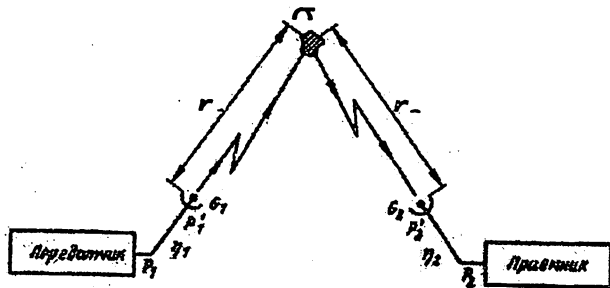


$$E_0 = \frac{173 \sqrt{P_{1(\text{квт})} G_1}}{r_{(\text{км})}}, \frac{\text{МВ}}{\text{М}}$$

$$P_2 = \frac{P_1 \eta_1 \eta_2 G_1 G_2 \lambda^2}{(4\pi r)^2}$$

$$L = \left(\frac{4\pi r}{\lambda} \right)^2 \cdot \frac{1}{G_1 G_2}$$

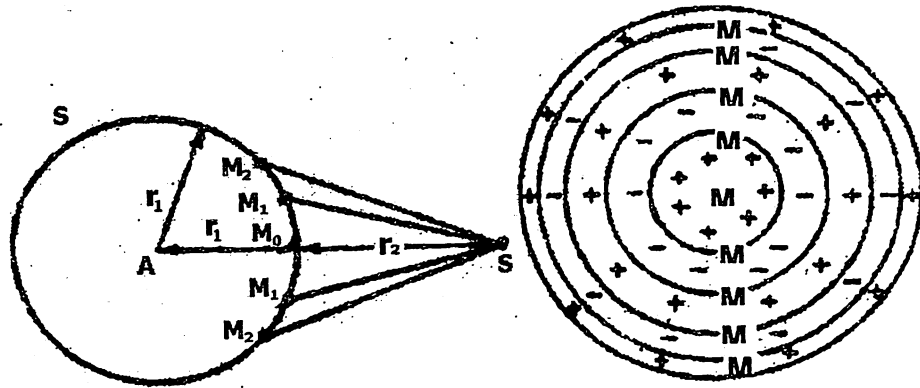
$$L_0 = \left(\frac{4\pi r}{\lambda} \right)^2$$



$$P_2 = \frac{P_1 \eta_1 \eta_2 G_1 G_2 \delta_{\text{эф}} \lambda^2}{(4\pi r)^3 r_1^2 r_2^2}$$

$$L = \frac{(4\pi)^3 r_1^2 r_2^2}{G_1 G_2 \delta_{\text{эф}}}$$

К ПОСТРОЕНИЮ ЗОН ФРЕНЕЛЯ

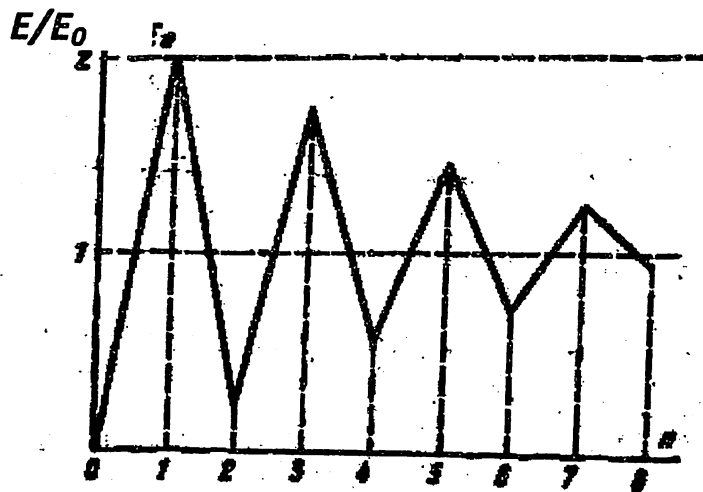


$$E_{max} = E_{1max} - E_{2max} + E_{3max} - E_{4max} + \dots \approx E_{1max} / 2$$

$$\rho_n = \sqrt{\frac{n\lambda r_1 r_2}{r_1 + r_2}}$$

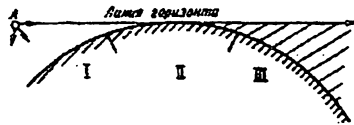
n - номер зоны Френеля

ЗОНЫ ФРЕНЕЛЯ



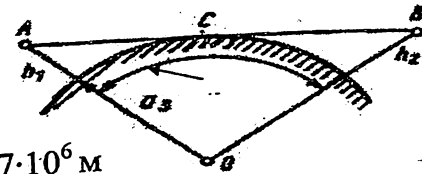
$\lambda, \text{ м}$	100	10	1	0,1	0,01	0,001
$\rho_1, \text{ м}$	500	160	50	16	5	1,6

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЗЕМНЫХ РАДИОВОЛН



I $r \leq 0,8r_0$ - зона освещённости

II $0,8r_0 < r < 1,2r_0$ - зона полутени



$$a = 6,37 \cdot 10^6 \text{ м}$$

Вид земного покрова	ϵ	σ , См/м
Морская вода	80	1...6
Пресная вода рек и озер	80	$10^3 \dots 10^2$
Влажная почва	10...30	$3 \times 10^3 \dots 3 \times 10^2$
Сухая почва	3...6	$1 \times 10^5 \dots 5 \times 10^3$
Мерзлая почва	3...6	$10^3 \dots 10^2$
Лед ($t = -10^\circ\text{C}$)	4...5	$10^2 \dots 10^1$
Снег ($t = -10^\circ\text{C}$)	1	10^6

При $h_1 \gg \lambda$ $r_0 = \sqrt{2a_3} (\sqrt{n_1} + \sqrt{n_2})$ $a_3 = \frac{a}{1 + (dN/dh) \cdot a \cdot 10^{-6}}$

ВИДЫ ТРОПОСФЕРНОЙ РЕФРАКЦИИ (К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ЭКВИВАЛЕНТНОГО РАДИУСА ЗЕМЛИ)

Название атмосферной рефракции	$\frac{dN}{dh}, 1/м$	$R, м$	$a_э, м$	Действительная траектория	Эквивалентная траектория
Отрицательная (Субрефракция)	> 0	< 0	$< 6,37 \cdot 10^6$		
Отсутствие рефракции	0	∞	$6,37 \cdot 10^6$		
Положительная	$-0,04$	$2,5 \cdot 10^7$	$8,5 \cdot 10^6$		
Положительная критическая	$-0,157$	$6,37 \cdot 10^7$	∞		
Положительная сверхрефракция	$< -0,157$	$< 6,37 \cdot 10^7$	< 0		

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЗЕМНЫХ ВОЛН ПРИ ПОДНЯТЫХ АНТЕННАХ

Известно: расстояние между антеннами – r , высоты подвеса передающей и приёмной антенн – h_1 и h_2 , P_1 – мощность на входе антенны, коэффициент усиления передающей антенны – G_1 , длина волны – λ , вид почвы – (ϵ и σ), вид поляризации волны, градиент индекса коэффициента преломления тропосферы dN/dh .

$$E_{\theta} = \underbrace{\frac{173 \cdot \sqrt{P_1(\kappa B m) G_1}}{r(\text{км})}}_{E_0} \cdot \underbrace{\sqrt{1 + 2R \cos(\Theta + 4\pi h_1 h_2 / \lambda r) + R^2}}_F, \text{ мВ/м}$$

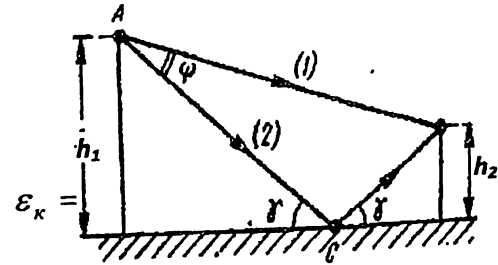
$$R_B = \left| \left(\epsilon_{\kappa} \sin \gamma - \sqrt{\epsilon_{\kappa} - \cos^2 \gamma} \right) / \left(\epsilon_{\kappa} \sin \gamma + \sqrt{\epsilon_{\kappa} - \cos^2 \gamma} \right) \right|$$

$$R_T = \left| \left(\sin \gamma - \sqrt{\epsilon_{\kappa} - \cos^2 \gamma} \right) / \left(\sin \gamma + \sqrt{\epsilon_{\kappa} - \cos^2 \gamma} \right) \right|$$

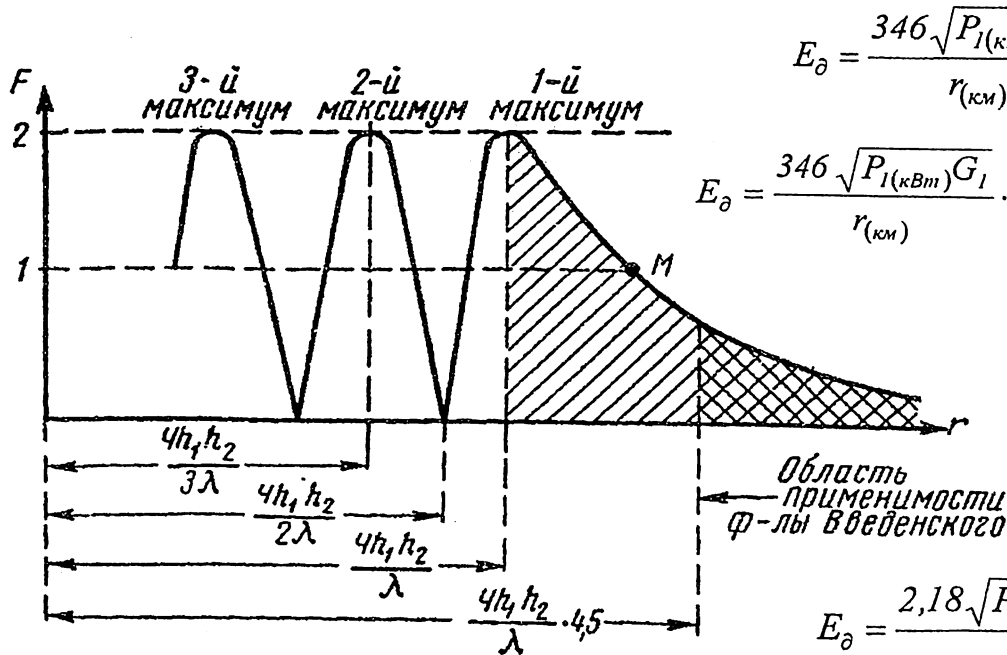
$$\gamma = \arctg[(h_1 + h_2) / r]$$

$$\cos\left(\theta + \frac{4\pi h_1 h_2}{\lambda r}\right) = 1 \quad F_{\max} = 1 + R \quad r_{\max} = 4h_1 h_2 / [\lambda(2N + 1)], \quad \text{где } N = 0, 1, 2$$

$$\cos\left(\theta + \frac{4\pi h_1 h_2}{\lambda r}\right) = -1 \quad F_{\min} = 1 - R \quad r_{\min} = \frac{2h_1 h_2}{10} / [\lambda(N + 1)]$$



РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЗЕМНЫХ ВОЛН ПРИ ПОДНЯТЫХ АНТЕННАХ

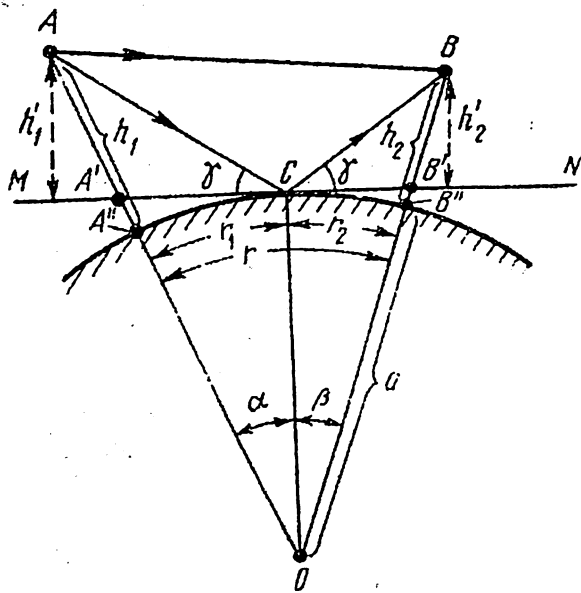
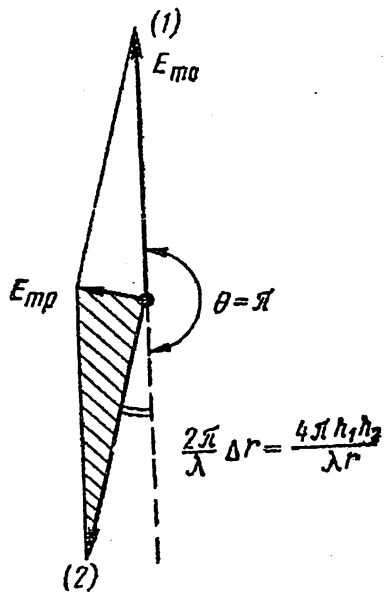


$$E_{\partial} = \frac{346 \sqrt{P_{1(\text{кВт})} G_1}}{r_{(\text{км})}} \cdot \left| \sin \frac{2\pi h_1 h_2}{\lambda r} \right|, \quad \frac{\text{мВ}}{\text{м}}$$

$$E_{\partial} = \frac{346 \sqrt{P_{1(\text{кВт})} G_1}}{r_{(\text{км})}} \cdot \left| \sin \left(\frac{0,36 h_{1(\text{м})} h_{2(\text{м})}}{\lambda_{(\text{м})} r_{(\text{км})}} \right) \right|, \quad \frac{\text{мВ}}{\text{м}}$$

$$E_{\partial} = \frac{2,18 \sqrt{P_{1(\text{кВт})} G_1 h_{1(\text{м})} h_{2(\text{м})}}}{r_{(\text{км})}^2 \lambda_{(\text{м})}}, \quad \frac{\text{мВ}}{\text{м}}$$

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЗЕМНЫХ ВОЛН ПРИ ПОДНЯТЫХ АНТЕННАХ



$$h_1^1 = h_1 - \frac{r^2}{2a_3} \cdot \left(\frac{h_1}{h_1 + h_2} \right)^2$$

$$h_2^1 = h_2 - \frac{r^2}{2a_3} \cdot \left(\frac{h_2}{h_1 + h_2} \right)^2$$

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЗЕМНЫХ ВОЛН ПРИ ПОДНЯТЫХ АНТЕННАХ

Зона полутени

$$F = \frac{r_0}{L} \cdot F(y_1, y_2)$$

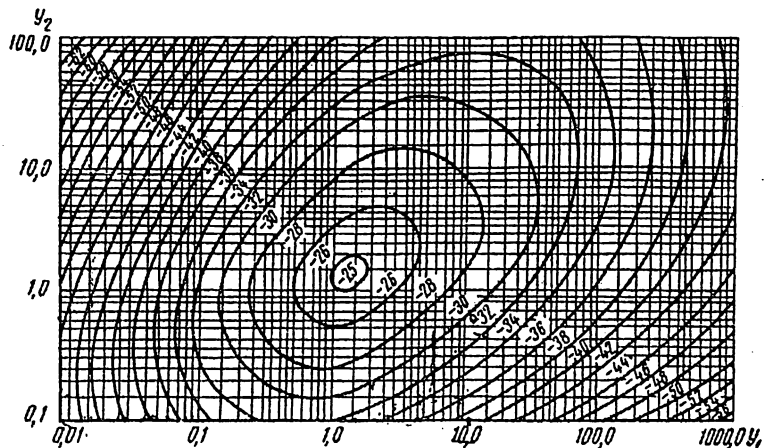
$$L = \left(\frac{\lambda a_0^2}{\pi} \right)^{0,33}$$

$$H = \frac{1}{2} \left(\frac{a_0 \lambda^2}{\pi^2} \right)^{0,33}$$

$$y_1 = h_1 / H$$

$$y_2 = h_2 / H$$

$$x = r / L$$

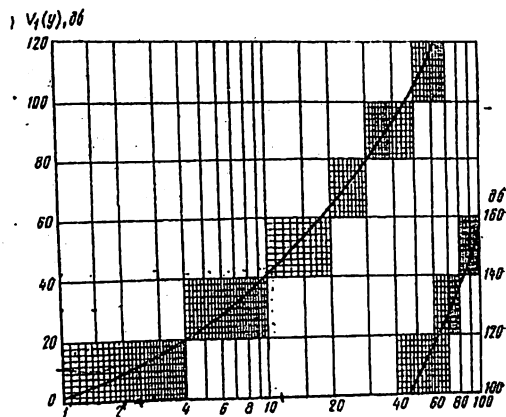
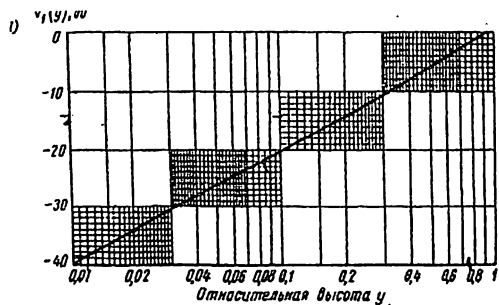
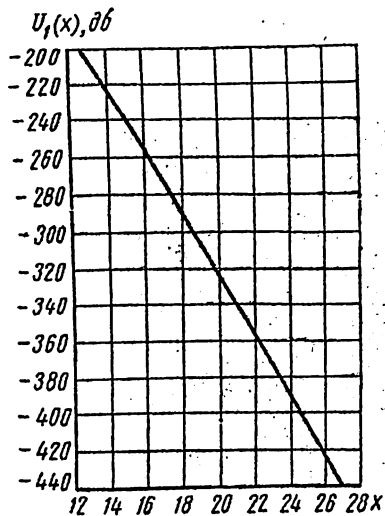
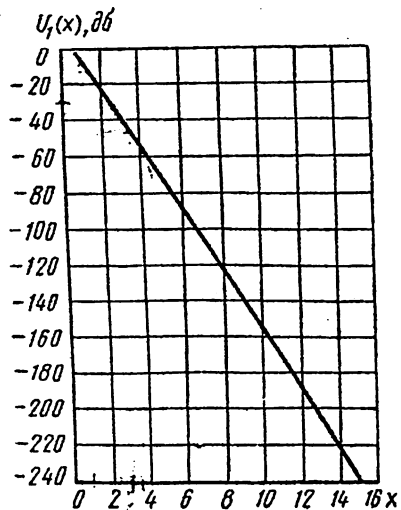


$$F(y_1, y_2)_{\text{раз}} = 10^{F(y_1, y_2)} \text{ дБ/20}$$

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЗЕМНЫХ ВОЛН ПРИ ПОДНЯТЫХ АНТЕННАХ

Зона тени

$$F = V(x) + V(y_1) + V(y_2),$$



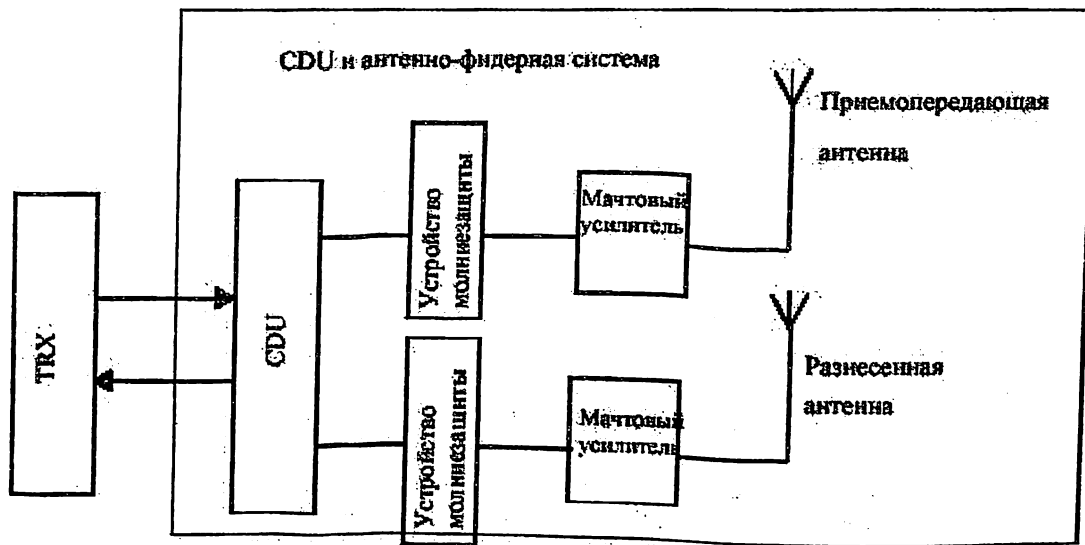
ОБЩИЕ ЗАДАЧИ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ

- **обеспечение связи в заданной зоне обслуживания;**
- **высокий уровень установления связи при условии отсутствия данных о местонахождении подвижных абонентов;**
- **безопасность в отношении прослушивания;**
- **защита от воздействия аддитивных и мультипликативных помех;**
- **высокий уровень разборчивости при приеме речевых сигналов;**
- **низкие энергетические затраты подвижной станции;**
- **требуемый уровень сервиса;**
- **автоматический или ручной выбор канала;**
- **возможности и глубина группообразования;**
- **наличие индивидуальных и аварийных вызовов;**
- **идентификация абонентов;**
- **выход в телефонную сеть, полный дуплекс на уровне абонентского терминала;**
- **передача коротких сообщений;**
- **передача данных и др.**

ЗАДАЧИ, РЕШАЕМЫЕ ОПЕРАТОРАМИ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ

- **определение рационального места размещения базовых станций с учетом реальной концентрации абонентов в соответствии с критериями: высокое качество обслуживания, максимальное количество абонентов, минимальное число базовых станций и минимум частотного ресурса;**
- **повышение эффективности функционирования сети связи за счет минимизации затрат на оборудование базовых станций и формирование заданной конфигурации зоны обслуживания абонентов сети;**
- **использование минимальной ширины полосы частот канала связи;**
- **оперативность управления связью.**

СТРУКТУРА АНТЕННО-ФИДЕРНОГО ТРАКТА БАЗОВОЙ СТАНЦИИ МОБИЛЬНОЙ СИСТЕМЫ СВЯЗИ



Блок комбайнера (CDU) осуществляет объединение и фильтрацию сигнала на передаче, а также фильтрацию, усиление и распределение сигнала на приеме. Кроме этого он обеспечивает питание мачтового усилителя постоянным током через T-образный согласователь.

ТЕРМИНЫ И УСТРОЙСТВА АНТЕННО-ФИДЕРНОГО ТРАКТА МОБИЛЬНОЙ СИСТЕМЫ СВЯЗИ

Антенна – устройство, излучающее и принимающее энергию сигналов мобильной связи

Тип антенны оказывают существенное влияние на работу базовой станции. Проектировщик сети выбирает антенну, исходя из количества абонентов, необходимой формы и площади зоны охвата.

Усиление антенны - способность антенны по излучению в определенном направлении. Обычно чем выше мощность, тем больше сила создаваемого ей электромагнитного поля, и, соответственно, выше область охвата.

Направленность антенны - характеризует направление ее излучения. Любая реальная антенна является направленной либо в одной плоскости, либо в обеих плоскостях. Обычно используется два типа антенн: всенаправленные (в горизонтальной плоскости) и направленные антенны с различными углами направленности в обеих плоскостях. Могут использоваться направленные антенны с секторами направленности 120° , 90° , 65° в горизонтальной плоскости.

Поляризация - описывает плоскость колебаний электромагнитной волны. Различают: линейную (вертикальную и горизонтальную), круговую (правого и левого вращения), эллиптическую (правого и левого вращения).

В мобильной связи применяются антенны с обычной и двойной поляризацией. У антенны с двойной поляризацией имеется две плоскости поляризации, перпендикулярные друг другу. Использование антенн с двойной поляризацией (двуполярных антенн) снижает общее количество требуемых антенн.

ТЕРМИНЫ И УСТРОЙСТВА АНТЕННО-ФИДЕРНОГО ТРАКТА МОБИЛЬНОЙ СИСТЕМЫ СВЯЗИ

Технология разнесенного приема

В городских районах распространение электромагнитных волн имеет следующие особенности:

- 1) Среднее значение напряженности электромагнитной волны изменяется как в пространстве, так и во времени. Такое изменение описывается нормальным логарифмическим законом и называется медленным замиранием.
- 2) Мгновенное значение напряженности также изменяется, возникают местные замирания сигнала вследствие многолучевого распространения. Эти замирания описываются рэлеевским законом распределения и называются быстрыми замираниями.

Как быстрые, так и медленные замирания влияют на качество мобильной связи, а в некоторых случаях могут даже привести к ее прерыванию.

Технология разнесенного приема – один из наиболее эффективных методов борьбы с быстрыми замираниями. В случае, когда два принимаемых сигнала отличаются по мощности, использование разнесенного приема и комбинирования значительно снижает эффект замирания. Наиболее часто применяемые в системах мобильной связи технологии разнесения - поляризационное разнесение и пространственное разнесение. Согласно теории наилучшего результата удастся достичь, когда расстояние между антеннами превышает десять длин волн. Поляризационное же разнесение упрощает монтаж антенн и существенно экономит занимаемое ими пространство.

ТЕРМИНЫ И УСТРОЙСТВА АНТЕННО-ФИДЕРНОГО ТРАКТА МОБИЛЬНОЙ СИСТЕМЫ СВЯЗИ

Размещение антенн

Для снижения влияния на приемник (возникновения помех) приемная и передающая антенна должны устанавливаться на некотором расстоянии друг от друга. Размещение определяется уровнем внеполосных шумов передатчика и чувствительностью приемника. В системе GSM, расстояние между антеннами должно обеспечивать разницу в уровне сигнала между антеннами более 30 дБ.

Фидер

Для снижения потерь на передаче, базовая станция использует кабели с низким затуханием в радиодиапазоне. Имеется на выбор несколько фидеров, с размером 7/8 дюйма и 5/4 дюйма (1 дюйм = 2,5 см). Соединения между антенной и главным фидером, антенной и мачтовым усилителем, и между стативом и устройством грозозащиты осуществляются посредством гибких переходников-джамперов

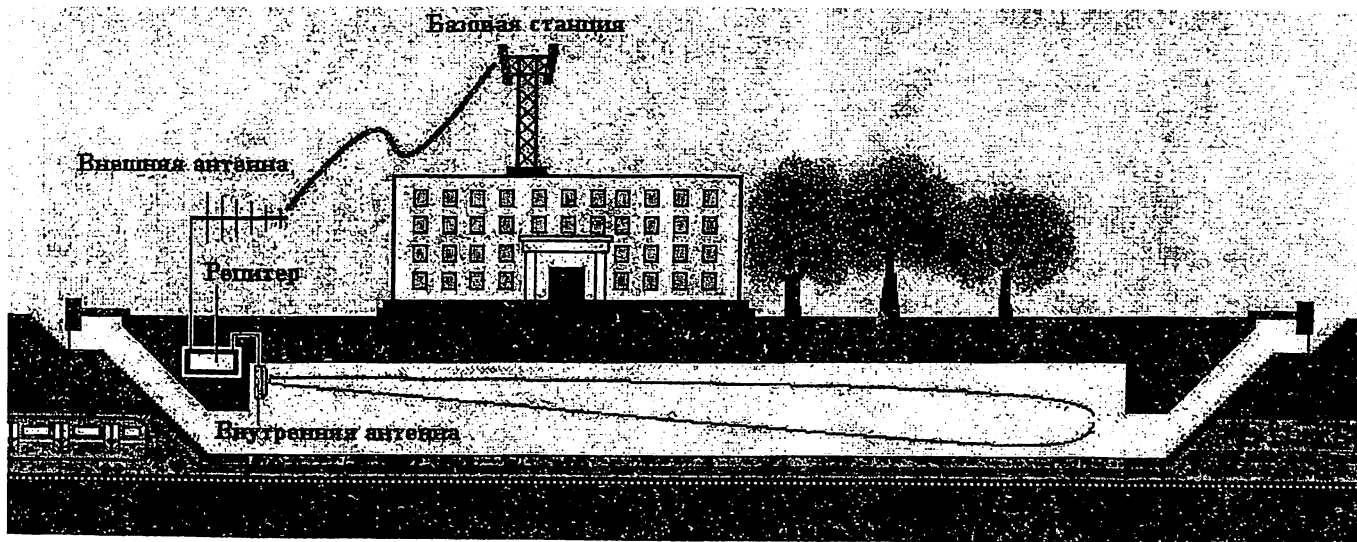
Устройство грозозащиты

Используется для предотвращения влияния атмосферного разряда на центральный проводник фидера. Часто используется газоразрядная лампа. Если вследствие атмосферного разряда напряжение между электродами лампы превышает определенное значение, она открывается и отводит его в «землю».

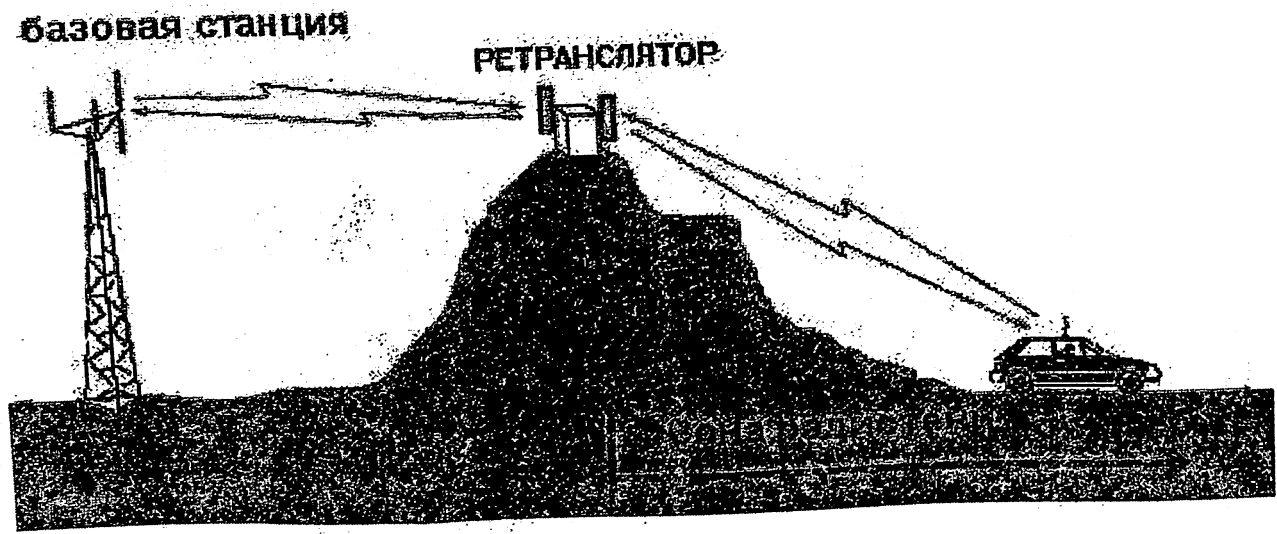
Блок комбайнера (Combiner and Divider Unit - CDU)

Блок комбайнера осуществляет объединение и фильтрацию сигнала на передаче, а также фильтрацию, усиление и распределение сигнала на приеме. Кроме этого, он обеспечивает питание мачтового усилителя постоянным током через T-образный согласователь.

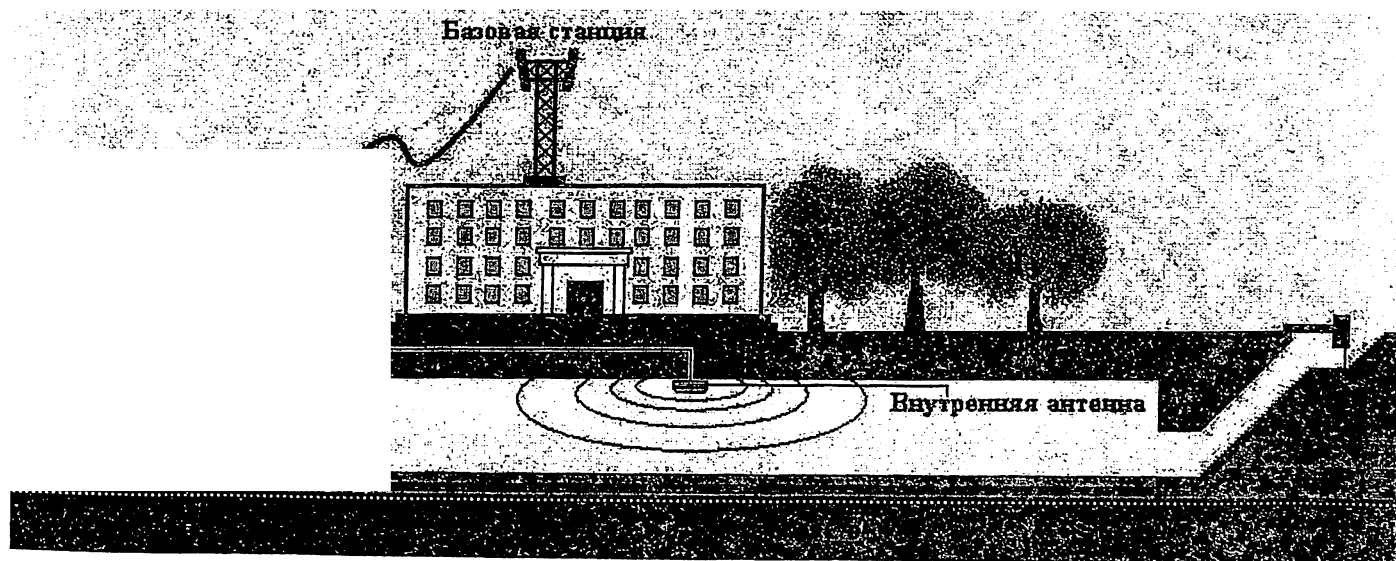
ОРГАНИЗАЦИЯ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ В ЗОНАХ РАДИОТЕНИ



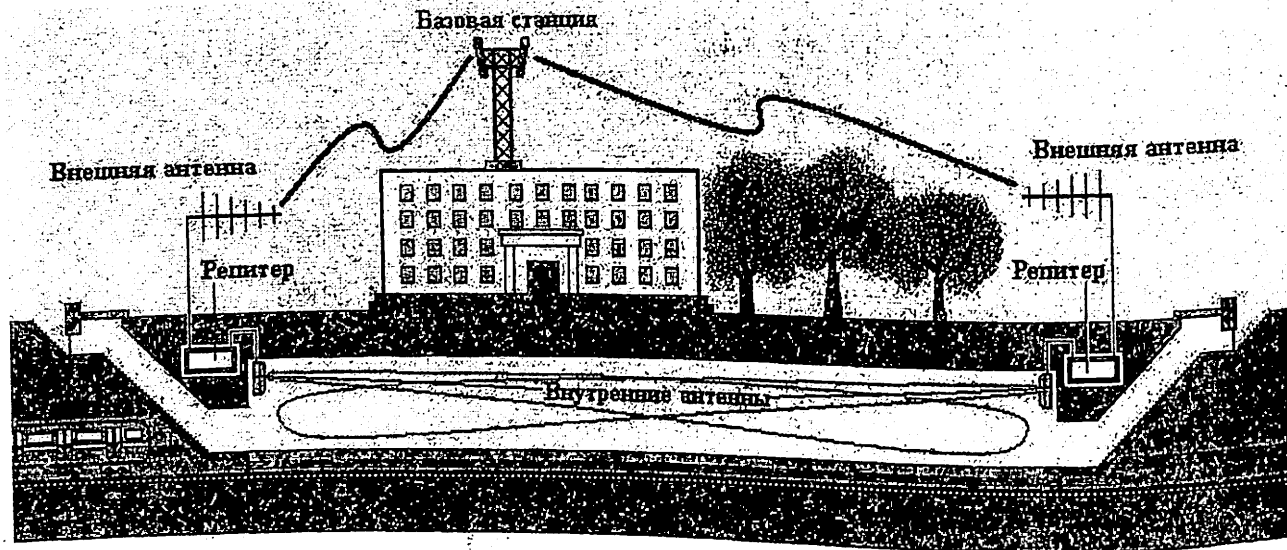
ОРГАНИЗАЦИЯ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ В ЗОНАХ РАДИОТЕНИ



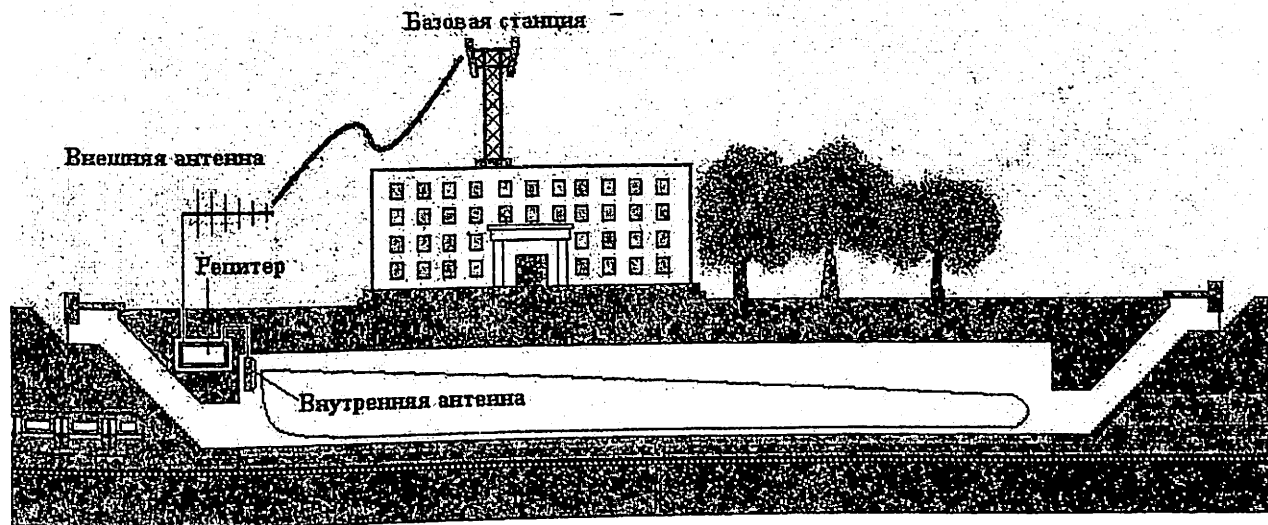
ОРГАНИЗАЦИЯ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ В ЗОНАХ РАДИОТЕНИ



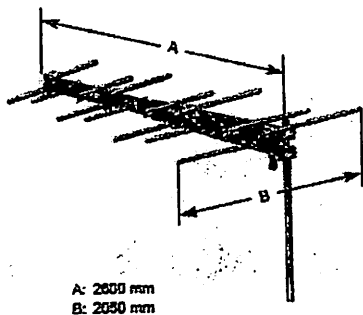
ОРГАНИЗАЦИЯ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ В ЗОНАХ РАДИОТЕНИ



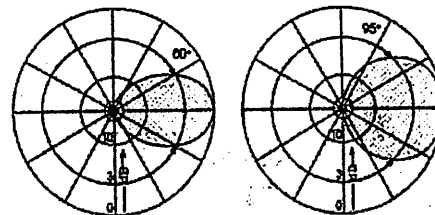
ОРГАНИЗАЦИЯ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ В ЗОНАХ РАДИОТЕНИ



ОБРАЗЦЫ АНТЕНН МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ

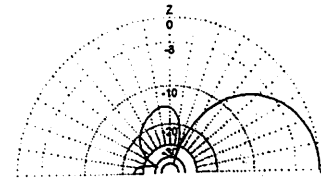
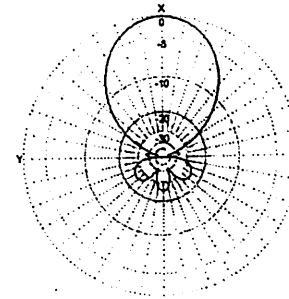
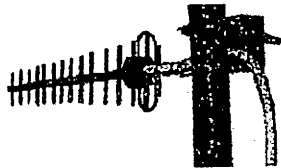
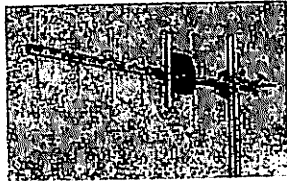


Логопериодическая антенна К 52-22-17
немецкой фирмы Kathrein



Диаграммы направленности
логопериодической антенны К 52-22-17

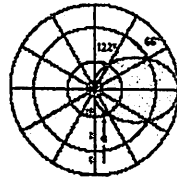
ОБРАЗЦЫ АНТЕНН МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ



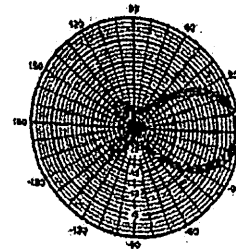
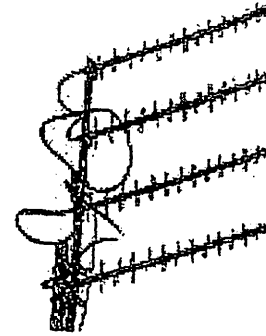
Промышленные образцы директорных антенн

Диаграммы направленности директорной антенны, состоящей из трех директоров и одного рефлектора

ОБРАЗЦЫ АНТЕНН МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ



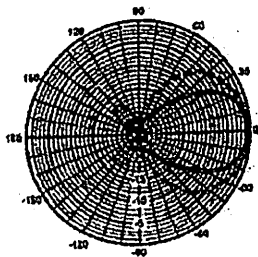
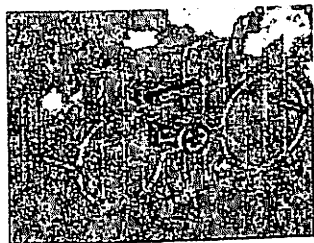
Панельная антенна Kathrein XPol C-Panel 806-960 и
ее диаграмма направленности в горизонтальной плоскости



Вертикальная
плоскость.
Горизонтальная
плоскость.

Антенная решетка AD-919-02L
стандарта GSM-900

ОБРАЗЦЫ АНТЕНН МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ

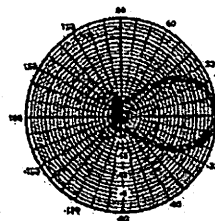
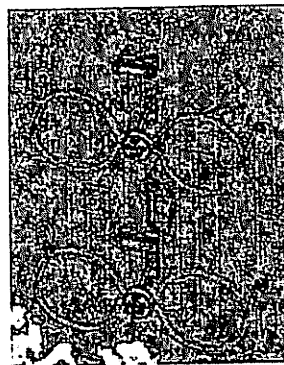


Вертикальная
плоскость.

Горизонтальная
плоскость. _____

Антенна TR-900 для GSM-900 (780-980 МГц)

и ее диаграммы направленности



Вертикальная
плоскость.

Горизонтальная
плоскость. _____

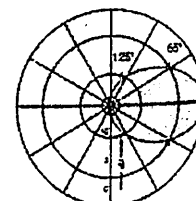
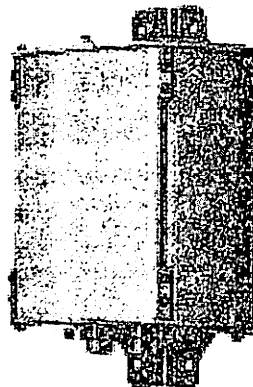
Антенна TR-900R и ее диаграммы

направленности

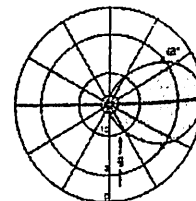
ОБРАЗЦЫ АНТЕНН МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ

Панельная антенна Kathrein XPol A-Panel 806–960, ее характеристики и диаграмма направленности в вертикальной и горизонтальной плоскости

Типовой номер	790/619	
Частотный диапазон	806-880 МГц	880-960 МГц
Поляризация	+45°, -45°	+45°, -45°
КУ	2x8,5 дБ	2x9 дБ
Ширина главного лепестка по половинной мощности	Гориз. : 70° Верт. : 70°	Гориз. : 65° Верт. : 68°
Кoeffициент защитного действия	>27 дБ	>27 дБ
Ортогональная поляризация	Типично: 25 дБ >10 дБ	Типично: 25 дБ >10 дБ
Входное сопротивление	50 Ом	
КСВ по напряжению	<1.5	
Максимальная подводимая мощность	350 Вт	
Вход	2x7-16	
Положение коннектора	Снизу или сверху	
Вес	3 кг	
Ветровая нагрузка	Встречный/Боковой/Задний 40N 25N 90N	
Макс. скорость ветра	200 км/ч	
Высота/Ширина/Глубина	256/262/116 мм	



Horizontal Pattern

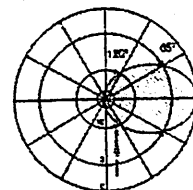
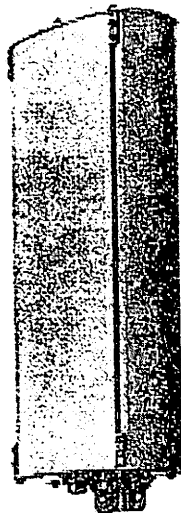


Vertical Pattern

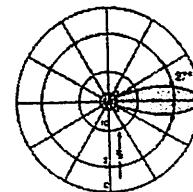
ОБРАЗЦЫ АНТЕНН МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ

Панельная антенна Kathrein XPol A-Panel 806-960, ее характеристики и диаграмма направленности в вертикальной и горизонтальной плоскости

Типовой номер	739 620	
Частотный диапазон	806-880 МГц	880-960 МГц
Поляризация	+45°, -45°	
KУ	2 x 12 дБ	2 x 12,5 дБ
Ширина главного лепестка по половинной мощности	Гориз. : 68°	Гориз. : 65°
	Верт. : 29°	Верт. : 27°
Коэффициент защитного действия	>30 дБ	
Входное сопротивление	50 Ом	
КСВ по напряжению	<1.5	
Максимальная подводимая мощность	500 Вт	
Вход	2x7-16	
Положение коннектора	Снизу или сверху	
Вес	6 кг	
Ветровая нагрузка	Встречный/Боковой/Задний	
	110N	60N 240N
Макс. скорость ветра	200 км/ч	
Высота/Ширина/Глубина	656/262/116 мм	



Horizontal Pattern

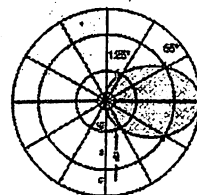
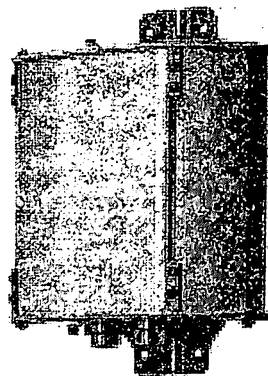


Vertical Pattern

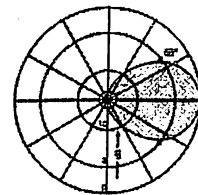
ОБРАЗЦЫ АНТЕНН МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ

Панельная антенна Kathrein XPol A-Panel 806–960, ее характеристики и диаграмма направленности в вертикальной и горизонтальной плоскости

Типовой номер	806/89/619	
Частотный диапазон	806-880 МГц	880-960 МГц
Поляризация	+45°, -45°	+45°, -45°
КУ	2x8,5 дБ	2x9 дБ
Ширина главного лепестка по половинной мощности	Гориз. : 70° Верт. : 70°	Гориз. : 65° Верт. : 68°
Коэффициент защитного действия	>27 дБ	>27 дБ
Ортогональная поляризация	Типично: 25 дБ >10 дБ	Типично: 25 дБ >10 дБ
Входное сопротивление	50 Ом	
КСВ по напряжению	<1.5	
Максимальная подводимая мощность	350 Вт	
Вход	2x7-16	
Положение коннектора	Снизу или сверху	
Вес	3 кг	
Ветровая нагрузка	Встречный/Боковой/Задний 40N 25N 90N	
Макс. скорость ветра	200 км/ч	
Высота/Ширина/Глубина	256/262/116 мм	



Horizontal Pattern

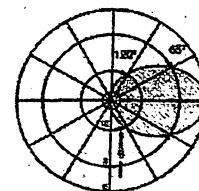
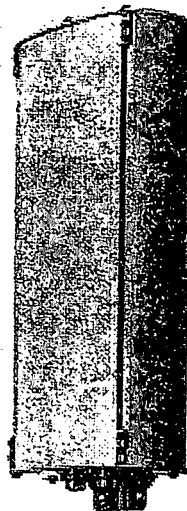


Vertical Pattern

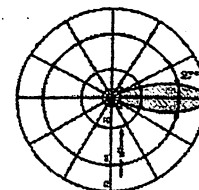
ОБРАЗЦЫ АНТЕНН МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ

Панельная антенна Kathrein XPol A-Panel 806–960, ее характеристики и диаграмма направленности в вертикальной и горизонтальной плоскости

Типовой номер	739-620	
Частотный диапазон	806-880 МГц	880-960 МГц
Поляризация	+45°, -45°	+45°, -45°
KУ	2 x 12 дБ	2 x 12,5 дБ
Ширина главного лепестка по половинной мощности	Гориз. : 68° Верг. : 29°	Гориз. : 65° Верг. : 27°
Коэффициент защитного действия	>30 дБ	
Входное сопротивление	50 Ом	
КСВ по напряжению	<1.5	
Максимальная подводимая мощность	500 Вт	
Вход	2x7-16	
Положение коннектора	Снизу или сверху	
Вес	6 кг	
Ветровая нагрузка	Встречный/Боковой/Задний 110N 60N 240N	
Макс. скорость ветра	200 км/ч	
Высота/Ширина/Глубина	656/262/116 мм	



Horizontal Pattern



Vertical Pattern

ОБРАЗЦЫ АНТЕНН МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ

Панельная антенна Kathrein XPol C-Panel 806-960, ее характеристики и диаграмма направленности в вертикальной и горизонтальной плоскости

Типовой номер	80010305		
Частотный диапазон	806-866 МГц	824-894 МГц	880-960 МГц
Поляризация	+45°, -45°	+45°, -45°	+45°, -45°
КУ (дБ)	16,8..17..16,7 0°...4°...8°	16,9..17,1..16,9 0°...4°...8°	17,2..17,4..17,1 0°...4°...8°
Ширина главного лепестка по половинной мощности	Гориз. : 69° Верт. : 9,1°	Гориз. : 67° Верт. : 8,8°	Гориз. : 65° Верт. : 8,5°
Коэффициент защитного действия	>25 дБ	>25 дБ	>25 дБ
КСВ по напряжению	<1.5		
Максимальная подводимая мощность	500 Вт		

880 - 960 MHz: +45°/-45° Polarization



Horizontal Pattern



Vertical Pattern
0°-8° electrical downtilt

824 - 894 MHz: +45°/-45° Polarization

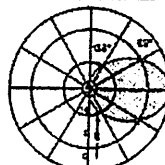


Horizontal Pattern



Vertical Pattern
0°-8° electrical downtilt

806 - 866 MHz: +45°/-45° Polarization



Horizontal Pattern



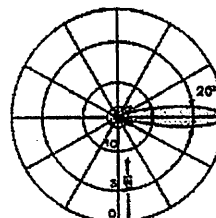
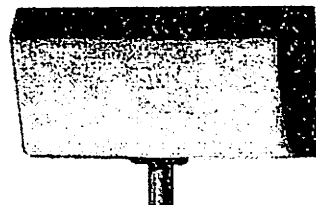
Vertical Pattern
0°-8° electrical downtilt



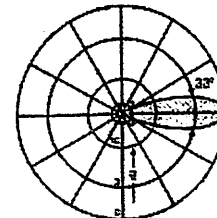
ОБРАЗЦЫ АНТЕНН МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ

Панельная антенна Kathrein VP01 870–960, ее характеристики и диаграмма направленности в вертикальной и горизонтальной плоскости

Типовой номер	5745/172
Частотный диапазон	870-960 МГц
Поляризация	Вертикальная
КУ	16,5 дБ
Ширина главного лепестка по половинной мощности	Гориз. : 20° Верт. : 33°
Коэффициент защитного действия	>24 дБ
Входное сопротивление	50 Ом
КСВ по напряжению	<1.3
Максимальная подводимая мощность	500 Вт
Вход	7-16
Положение коннектора	Снизу или сверху
Вес	10 кг
Ветровая нагрузка	Встречный/Боковой/Задний 500N 110N 715N
Макс. скорость ветра	230 км/ч
Высота/Ширина/Глубина	492/991/190 мм



Horizontal Pattern

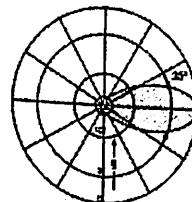


Vertical Pattern

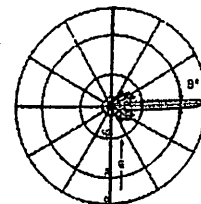
ОБРАЗЦЫ АНТЕНН МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ

Панельная антенна Kathrein VPol ParPanel 870–960, ее характеристики и диаграмма направленности в вертикальной и горизонтальной плоскости

Типовой номер	Код
Частотный диапазон	870-960 МГц
Поляризация	Вертикальная
КУ	20 дБ
Ширина главного лепестка по половинной мощности	Гориз. : 36° Верг. : 8°
Коэффициент защитного действия	>30 дБ
Входное сопротивление	50 Ом
КСВ по напряжению	<1,3
Максимальная подводимая мощность	500 Вт
Вход	7-16
Вес	30 кг
Ветровая нагрузка	Встречный/Боковой/Задний 950N 600N 950N
Макс. скорость ветра	200 км/ч
Высота/Ширина/Глубина	2250/591/406 мм



Horizontal Pattern

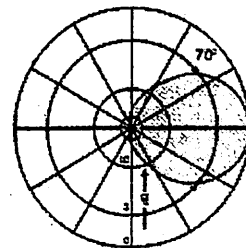


Vertical Pattern

ОБРАЗЦЫ АНТЕНН МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ

Панельная антенна Kathrein VPol F-Panel 872-960, ее характеристики и диаграмма направленности в вертикальной плоскости

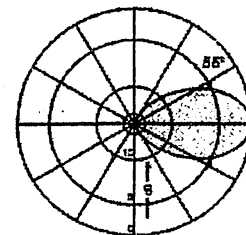
Типовой номер	736854
Частотный диапазон	872-960 МГц
Поляризация	Вертикальная
КУ	7,5 дБ
Ширина главного лепестка по половинной мощности	Гориз. : 90° Верт. : 70°
Коэффициент защитного действия	>20 дБ
Входное сопротивление	50 Ом
КСВ по напряжению	<1.5
Максимальная подводимая мощность	350 Вт
Вход	N
Положение коннектора	снизу или сверху
Вес	1,5 кг
Ветровая нагрузка	Встречный/Боковой/Задний 45N 20N 60N
Макс. скорость ветра	200 км/ч
Высота/Ширина/Глубина	262/155/49 мм



ОБРАЗЦЫ АНТЕНН МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ

Панельная антенна Kathrein VPol F-Panel 1710–1900, ее характеристики и диаграмма направленности в вертикальной плоскости

Типовой номер	734
Частотный диапазон	1710-1900 МГц
Поляризация	Вертикальная
КУ	8 дБ
Ширина главного лепестка по половинной мощности	Гориз. : 90° Верт. : 55°
Коэффициент защитного действия	>19 дБ
Входное сопротивление	50 Ом
КСВ по напряжению	<1.3 (1710-1880 МГц) <1.5 (1880-1900 МГц)
Максимальная подводимая мощность	200 Вт
Вход	7-16
Положение коннектора	снизу или сверху
Вес	1,4 кг
Ветровая нагрузка	Встречный/Боковой/Задний 30N 15N 40N
Макс. скорость ветра	200 км/ч
Высота/Ширина/Глубина	182/155/49 мм

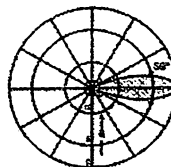


ОБРАЗЦЫ АНТЕНН МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ

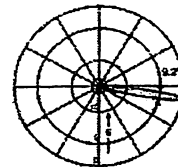
Панельная антенна Kathrein XPol F-Panel 1710–2170, ее характеристики и диаграмма направленности в вертикальной и горизонтальной плоскости

Типовой номер	80010251		
Частотный диапазон	1710-1880 МГц	1850-1990 МГц	1920-2170 МГц
Поляризация	+45°, -45°	+45°, -45°	+45°, -45°
KУ	2х19,2 дБ	2х19,5 дБ	2х19,8 дБ
Ширина главного лепестка по половинной мощности	Гориз. : 36° Верг. : 9,2°	Гориз. : 35° Верг. : 9°	Гориз. : 33° Верг. : 8,5°
Коэффициент защитного действия	>30 дБ	>30 дБ	>30 дБ
Входное сопротивление	50 Ом		
КСВ по напряжению	<1.5		
Максимальная подводимая мощность	300 Вт		

1710 – 1880 MHz: +45°-45° Polarization

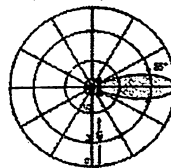


Horizontal Pattern

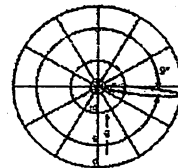


Vertical Pattern
0°-12° electrical downtilt

1850 – 1990 MHz: +45°-45° Polarization

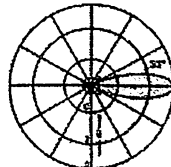


Horizontal Pattern

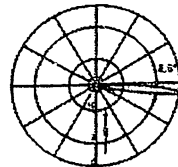


Vertical Pattern
0°-12° electrical downtilt

1920 – 2170 MHz: +45°-45° Polarization



Horizontal Pattern



Vertical Pattern
0°-12° electrical downtilt

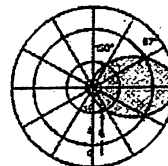


ОБРАЗЦЫ АНТЕНН МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ

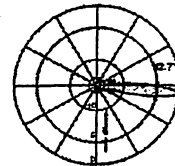
Трех-секторная антенна Kathrein XPol Tri-Sector Pipe 1710–2170, ее характеристики и диаграмма направленности в вертикальной и горизонтальной плоскости

Типовой номер	800.10375		
Частотный диапазон	1710-1880 МГц	1850-1990 МГц	1920-2170 МГц
Поляризация	+45°, -45°	+45°, -45°	+45°, -45°
KУ (дБ)	15,4..15,2..15..14,8 0°...4°...8°..12°	15,5..15,4..15,3..14,9 0°...4°...8°..12°	15,7..15,6..15,4..14,9 0°...4°...8°..12°
Ширина главного лепестка по половинной мощности	Гориз. : 67° Верт. : 12,7°	Гориз. : 65° Верт. : 12°	Гориз. : 62° Верт. : 11,2°
Коэффициент защитного действия	>25 дБ	>25 дБ	>25 дБ
Входное сопротивление	50 Ом		
КСВ по напряжению	<1.5		
Максимальная подводимая мощность	250 Вт		

1710 – 1880 MHz: +45°-45° Polarization

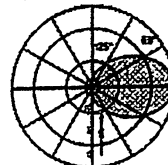


Horizontal Pattern

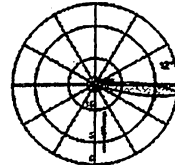


Vertical Pattern
0°-12° electrical downtilt

1850 – 1990 MHz: +45°-45° Polarization

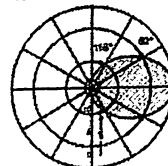


Horizontal Pattern

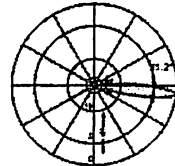


Vertical Pattern
0°-12° electrical downtilt

1920 – 2170 MHz: +45°-45° Polarization



Horizontal Pattern



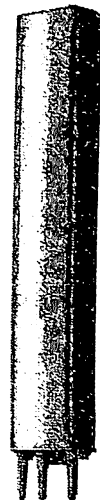
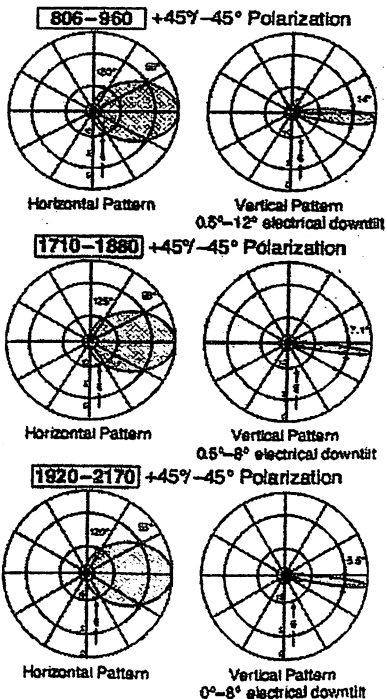
Vertical Pattern
0°-12° electrical downtilt



ОБРАЗЦЫ АНТЕНН МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ

Панельная антенна Kathrein XXXPoI A-Panel 806-960/1710-1880/1920-2170, ее характеристики и диаграмма направленности в вертикальной и горизонтальной плоскости

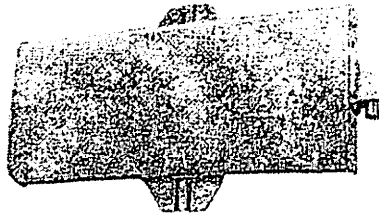
Типовой номер	800-10375				
Частотный диапазон	806-866 МГц	824-894 МГц	880-960 МГц	1710-1880 МГц	1920-2170 МГц
Поляризация	+45°, -45°	+45°, -45°	+45°, -45°	+45°, -45°	+45°, -45°
КУ	2x14,8 дБ	2x15 дБ	2x15,2 дБ	2x16,5 дБ	2x17,2 дБ
Ширина главного лепестка по половинной мощности	Гориз. : 69° Верт. : 14,3°	Гориз. : 68° Верт. : 14°	Гориз. : 66° Верт. : 13,3°	Гориз. : 66° Верт. : 7,1°	Гориз. : 65° Верт. : 6,5°
Коэффициент защитного действия	>27 дБ	>27 дБ	>27 дБ	>23 дБ	>23 дБ
Входное сопротивление	50 Ом				
КСВ по напряжению	<1,5				
Максимальная подводимая мощность	250 Вт				



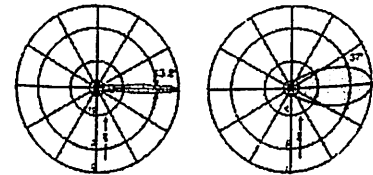
ОБРАЗЦЫ АНТЕНН МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ

Панельная антенна Kathrein VPol F-Panel 1710–2180, ее характеристики и диаграмма направленности в вертикальной и горизонтальной плоскости

Типовой номер	80010368		
Частотный диапазон	1710-1880 МГц	1850-1990 МГц	1920-2180 МГц
Поляризация	Вертикальная	Вертикальная	Вертикальная
КУ	18,1 дБ	18,4 дБ	18,7 дБ
Ширина главного лепестка по половинной мощности	Гориз. : 13,3°	Гориз. : 12,8°	Гориз. : 12°
	Вертик. : 37°	Вертик. : 36°	Вертик. : 36°
Коэффициент защитного действия	>30 дБ	>30 дБ	>30 дБ
Входное сопротивление	50 Ом		
КСВ по напряжению	<1.5		
Максимальная подводимая мощность	300 Вт		



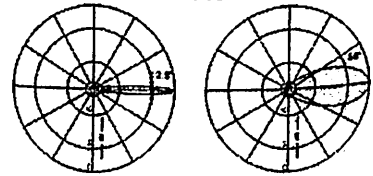
1710 – 1880 MHz



Horizontal Pattern

Vertical Pattern

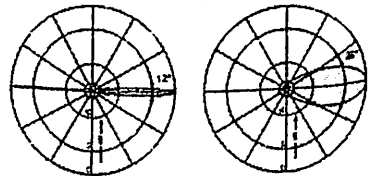
1850 – 1990 MHz



Horizontal Pattern

Vertical Pattern

1920 – 2180 MHz



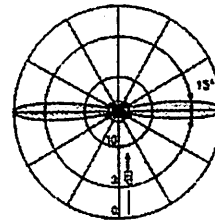
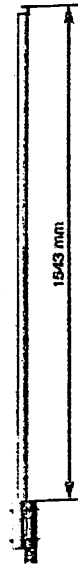
Horizontal Pattern

Vertical Pattern

ОБРАЗЦЫ АНТЕНН МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ

Штыревая антенна Kathrein VPoI Omni 870–960, ее характеристики и диаграмма направленности в вертикальной плоскости

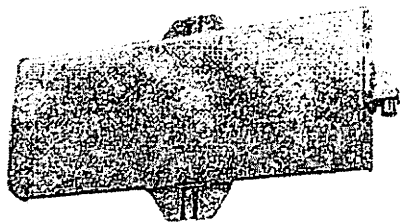
Видовой номер	736350
Частотный диапазон	870-960 МГц
Поляризация	Вертикальная
КУ	8 дБ
Входное сопротивление	50 Ом
КСВ по напряжению	<1.5
Максимальная подводимая мощность	500 Вт



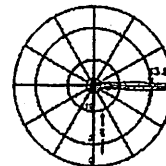
ОБРАЗЦЫ АНТЕНН МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ

Панельная антенна Kathrein VPol F-Panel 1710–2180, ее характеристики и диаграмма направленности в вертикальной и горизонтальной плоскости

Типовой номер	800110368		
Частотный диапазон	1710-1880 МГц	1850-1990 МГц	1920-2180 МГц
Поляризация	Вертикальная	Вертикальная	Вертикальная
KУ	18,1 дБ	18,4 дБ	18,7 дБ
Ширина главного лепестка по половинной мощности	Гориз. : 13,3° Вертик. : 37°	Гориз. : 12,8° Вертик. : 36°	Гориз. : 12° Вертик. : 36°
Коэффициент защитного действия	>30 дБ	>30 дБ	>30 дБ
Входное сопротивление	50 Ом		
КСВ по напряжению	<1.5		
Максимальная подводимая мощность	300 Вт		



1710 – 1880 MHz

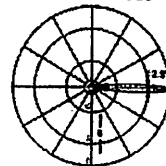


Horizontal Pattern



Vertical Pattern

1850 – 1990 MHz

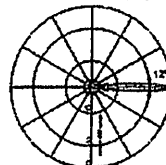


Horizontal Pattern

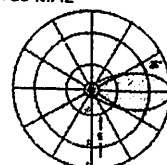


Vertical Pattern

1920 – 2180 MHz



Horizontal Pattern

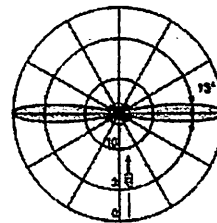


Vertical Pattern

ОБРАЗЦЫ АНТЕНН МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ

Штыревая антенна Kathrein VPol Omni 870–960, ее характеристики и диаграмма направленности в вертикальной плоскости

Типовой номер	1736250
Частотный диапазон	870-960 МГц
Поляризация	Вертикальная
KV	8 дБ
Входное сопротивление	50 Ом
КСВ по напряжению	<1.5
Максимальная подводимая мощность	500 Вт

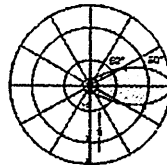


ОБРАЗЦЫ АНТЕНН МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ

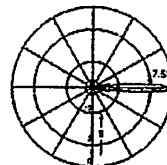
Панельная антенна Kathrein XPol C-Panel 806-960, ее характеристики и диаграмма направленности в вертикальной и горизонтальной плоскости

Типовой номер:	800-10302		
Частотный диапазон	806-866 МГц	824-894 МГц	880-960 МГц
Поляризация	+45°, -45°	+45°, -45°	+45°, -45°
KV	2x20,2 дБ	2x20,4 дБ	2x20,8 дБ
Ширина главного лепестка по половинной мощности	Гориз. : 34° Вертика. : 8,5°	Гориз. : 33° Вертика. : 8,2°	Гориз. : 30° Вертика. : 7,5°
Коэффициент защитного действия	>24 дБ	>24 дБ	>24 дБ
Входное сопротивление	50 Ом	50 Ом	50 Ом
KCB по напряжению	<1.5	<1.5	<1.5
Максимальная подводимая мощность	500 Вт		

880 – 960 MHz: +45°/-45° Polarization

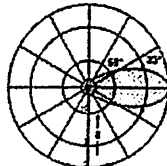


Horizontal Pattern

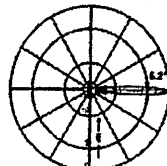


Vertical Pattern

824 – 894 MHz: +45°/-45° Polarization

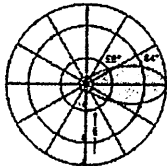


Horizontal Pattern

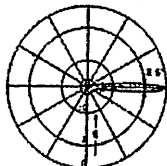


Vertical Pattern

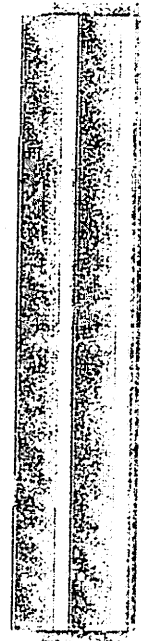
806 – 866 MHz: +45°/-45° Polarization



Horizontal Pattern



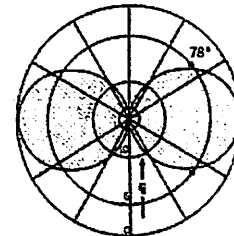
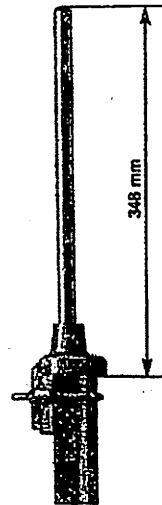
Vertical Pattern



ОБРАЗЦЫ АНТЕНН МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ

Штыревая антенна Kathrein VPol Omni 806–960, ее характеристики и диаграмма направленности в вертикальной плоскости

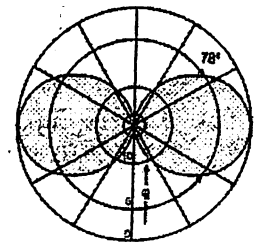
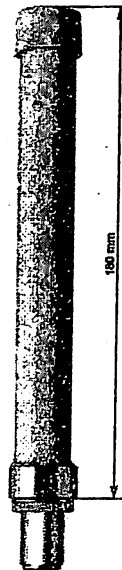
Типовой номер	K 75
Частотный диапазон	806-960 МГц
Поляризация	Вертикальная
KУ	2 дБ
Входное сопротивление	50 Ом
КСВ по напряжению	<1.5
Максимальная подводимая мощность	100 Вт



ОБРАЗЦЫ АНТЕНН МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ

Штыревая антенна Kathrein VPol Omni 870–960, ее характеристики и диаграмма направленности в вертикальной плоскости

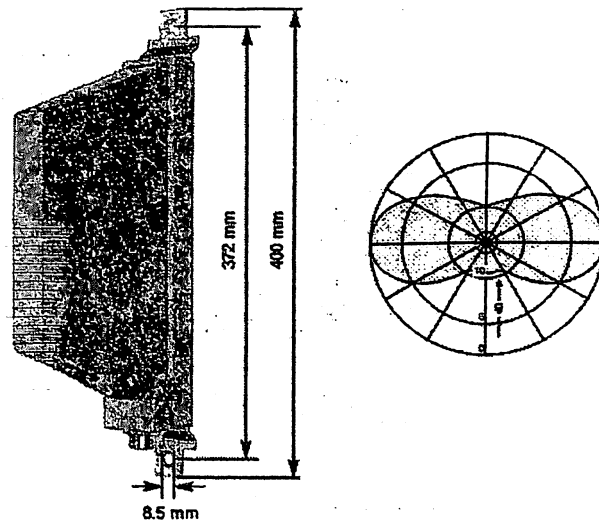
Типовая модель	730-56
Частотный диапазон	870-960 МГц
Поляризация	Вертикальная
KУ	2 дБ
Входное сопротивление	50 Ом
КСВ по напряжению	<1.5
Максимальная подводимая мощность	100 Вт
Вход	N
Положение коннектора	снизу или сверху
Вес	200 г
Высота	180 мм
Диаметр	20 мм



ОБРАЗЦЫ АНТЕНН МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ

Бидиректорная антенна Kathrein VPol BiDir 824-960, ее характеристики и диаграмма направленности в горизонтальной плоскости

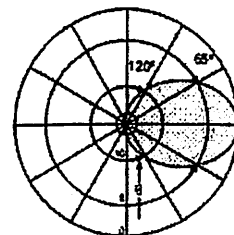
Типовой артикул	731 445	731 445
Частотный диапазон	824-960 МГц, 1710-2170 МГц	
Вход	1x7-16	1xN
КСВ по напряжению	<1,5	
KV	824-960 МГц : 5 дБ 1710-1880 МГц : 5,5 дБ 1880-2170 МГц : 6,5 дБ	
Поляризация	Вертикальная	
Входное сопротивление	50 Ом	
Максимальная подводимая мощность	200 Вт	
Вес	0,8 кг	
Ветровая нагрузка	Встречный/Боковой/Задний 25N 65N 35N	
Макс. скорость ветра	200 км/ч	
Высота/Ширина/Глубина	310/55/190 мм	



ОБРАЗЦЫ АНТЕНН МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ

Панельная антенна Kathrein XPOI F-Panel 1710–1880, ее характеристики и диаграмма направленности в горизонтальной плоскости

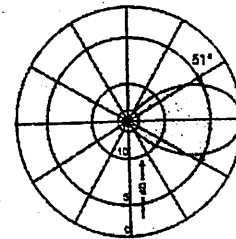
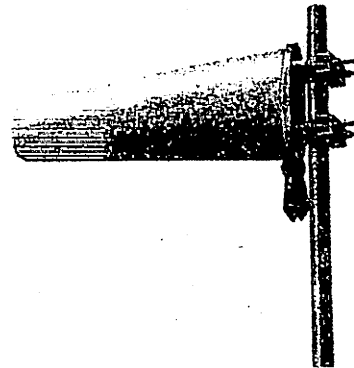
Типовой номер	739-491
Частотный диапазон	1710-1880 МГц
Поляризация	+45°, -45°
KУ	2х15,5 дБ
Ширина главного лепестка по половинной мощности	Гориз. : 65° Верт. : 14°
Коэффициент защитного действия	>30 дБ
Входное сопротивление	50 Ом
КСВ по напряжению	<1.5
Максимальная подводимая мощность	200 Вт
Вход	2х7-16
Положение коннектора	Снизу
Вес	3,5 кг
Ветровая нагрузка	Встречный/Боковой/Задний 150N 55N 120N
Макс. скорость ветра	200 км/ч
Высота/Ширина/Глубина	662/155/49 мм



ОБРАЗЦЫ АНТЕНН МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ

Логопериодическая антенна Kathrein VPol LogPer 790-960, ее характеристики и диаграмма направленности в горизонтальной плоскости

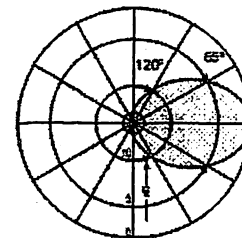
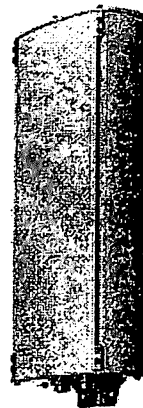
Частотный диапазон	790-960 МГц
Поляризация	Вертикальная
KУ	12 дБ
Ширина главного лепестка по половинной мощности	Гориз. : 51° Верг. : 45°
Коэффициент защитного действия	>30 дБ
Входное сопротивление	50 Ом
КСВ по напряжению	<1.4
Максимальная подводимая мощность	500 Вт
Вход	7-16
Вес	6,3 кг
Ветровая нагрузка	Встречный/Боковой/Задний 20N 260N 30N
Высота/Ширина/Глубина	300/155/785 мм



ОБРАЗЦЫ АНТЕНН МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ

Панельная антенна Kathrein XPol A-Panel 806–960, ее характеристики и диаграмма направленности в горизонтальной плоскости

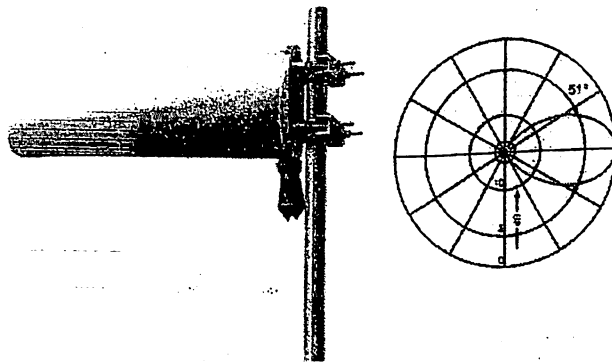
Типовой номер	439620	
Частотный диапазон	806-880 МГц	880-960 МГц
Поляризация	+45°, -45°	+45°, -45°
KУ	2 x 12 дБ	2 x 12,5 дБ
Ширина главного лепестка по половинной мощности	Гориз. : 68° Верт. : 29°	Гориз. : 65° Верт. : 27°
Коэффициент защитного действия	>30 дБ	
Входное сопротивление	50 Ом	
КСВ по напряжению	<1.5	
Максимальная подводимая мощность	500 Вт	
Вход	2x7-16	
Положение коннектора	Снизу или сверху	
Вес	6 кг	
Ветровая нагрузка	Встречный/Боковой/Задний 110N 60N 240N	
Макс. скорость ветра	200 км/ч	
Высота/Ширина/Глубина	656/262/116 мм	



ОБРАЗЦЫ АНТЕНН МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ

Логопериодическая антенна Kathrein VPol LogPer 790–960, ее характеристики и диаграмма направленности в горизонтальной плоскости

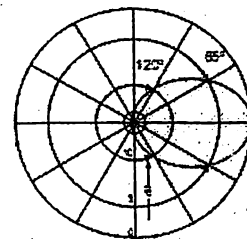
Типовой номер	К. 73 22 67
Частотный диапазон	790-960 МГц
Поляризация	Вертикальная
KУ	12 дБ
Ширина главного лепестка по половинной мощности	Гориз. : 51° Верт. : 45°
Коэффициент защитного действия	>30 дБ
Входное сопротивление	50 Ом
КСВ по напряжению	<1.4
Максимальная подводимая мощность	500 Вт
Вход	7-16
Вес	6,3 кг
Ветровая нагрузка	Встречный/Боковой/Задний 20N 260N 30N
Высота/Ширина/Глубина	300/155/785 мм



ОБРАЗЦЫ АНТЕНН МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ

Панельная антенна Kathrein XPol A-Panel 806–960, ее характеристики и диаграмма направленности в горизонтальной плоскости

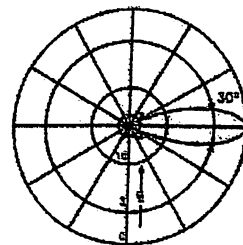
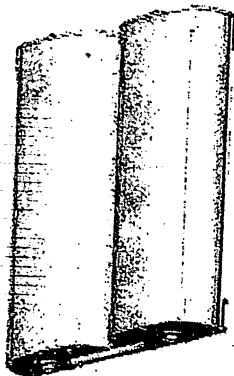
Типовой номер	739 620	
Частотный диапазон	806-880 МГц	880-960 МГц
Поляризация	+45°, -45°	+45°, -45°
КУ	2 x 12 дБ	2 x 12,5 дБ
Ширина главного лепестка по половинной мощности	Гориз. : 68° Верт. : 29°	Гориз. : 65° Верт. : 27°
Кэффициент защитного действия	>30 дБ	
Входное сопротивление	50 Ом	
КСВ по напряжению	<1.5	
Максимальная подводимая мощность	500 Вт	
Вход	2x7-16	
Положение коннектора	Снизу или сверху	
Вес	6 кг	
Ветровая нагрузка	Встречный/Боковой/Задний 110N 60N 240N	
Макс. скорость ветра	200 км/ч	
Высота/Ширина/Глубина	656/262/116 мм	



ОБРАЗЦЫ АНТЕНН МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ

Панельная антенна Kathrein XPol A-Panel 870–960, ее характеристики и диаграмма направленности в горизонтальной плоскости

Типовой номер	741 717
Частотный диапазон	870-960 МГц
Поляризация	+45°, -45°
KУ	2x15,5 дБ
Ширина главного лепестка по половинной мощности	Гориз. : 30° Верт. : 27°
Коэффициент защитного действия	>30 дБ
Входное сопротивление	50 Ом
КСВ по напряжению	<1.5
Максимальная подводимая мощность	500 Вт
Вход	2x7-16
Положение коннектора	Снизу
Вес	13 кг
Ветровая нагрузка	Встречный/Боковой/Задний 330N 60N 470N
Макс. скорость ветра	200 км/ч
Высота/Ширина/Глубина	656/560/116 мм



СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ерохин Г.А., Чернышев О.В. и др. Антенно-фидерные устройства и распространение радиоволн. – М.: Горячая Линия – Телеком, 2004
2. Антенны и не только – М.: РадиоСофт, 2004.
3. Весоловский К. Системы подвижной радиосвязи М.: Горячая Линия – Телеком, 2006.
4. Base station antennas for mobile communication networks. Kathrein catalog/Antennen-Electronic.

КОМПЛЕКТ СЛАЙДОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ РАДИОВОЛН И АНТЕННО-ФИДЕРНЫЕ УСТРОЙСТВА (раздел «АНТЕННЫ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ»)

Рассмотрено на заседании кафедры АФУ

20.04.2010 г. (протокол № 32)

и рекомендовано к печати.

Рассмотрено на Научно-методическом

Совете ТУИТ протокол № от)

и рекомендовано к печати.

Составитель доц. Губенко В.А

Отв. редактор доц. Ликонцев Д.Н.

Редактор доц. Абдуазизов А.А.

Формат 60x84 1/16

Заказ № -106. Тираж - 50

Отпечатано в Издательско полиграфическом
центре «АЛОҚАШН» при ТУИТ
Ташкент ул. Амир Темура, 108