

В ПОМОЩЬ ДОМАШНЕМУ  
**МАСТЕРУ**

# **СПУТНИКОВОЕ ТЕЛЕВИДЕНИЕ**

ХАРАКТЕРИСТИКА ■ УСТАНОВКА  
НАСТРОЙКА



**ПРАКТИЧЕСКОЕ  
РУКОВОДСТВО**

УДК 654  
ББК 32.947  
С71

Оригинал-макет подготовлен  
издательством «Центр общечеловеческих ценностей»

Спутниковое телевидение: Справочник/Сост. В.И. Назаров, В.И. Рыженко. — М.: Издательство Оникс, С71 2006. — 32 с: ил. — (В помощь домашнему мастеру).

ISBN 5-488-00628-1

В нашей книге приводятся характеристики различных видов спутниковых антенн, а также подвеска, постировка, установка и настройка индивидуальной спутниковой антенны.

УДК 654  
ББК 32.947

Справочник

*Серия «В помощь домашнему мастеру»*

## **СПУТНИКОВОЕ ТЕЛЕВИДЕНИЕ** **Характеристика. Установка. Настройка**

Оформление обложки *А.Л. Чирикова*

Редактор *В.И. Рыженко*

Технический редактор *В.А. Рыженко*

Корректор *Т.И. Генералова*

Компьютерная верстка *С.М. Крупина*

Общероссийский классификатор продукции  
ОК-005-93, том 2; 953 000 — книги, брошюры

Подписано в печать 23.05.2006.

Формат 84×108<sup>1</sup>/<sub>32</sub>. Печать высокая. Усл. печ. л. 1,68.

Тираж 7000 экз. Заказ № 3518.

ООО «Издательство Оникс»

127422, Москва, ул. Тимирязевская, д. 38/25

Отдел реализации: тел. (495) 119-02-20, 310-75-25

Internet: [www.onyx.ru](http://www.onyx.ru); e-mail: [mail@onyx.ru](mailto:mail@onyx.ru)

ООО «Центр общечеловеческих ценностей»

117418, Москва, ул. Новочеремушкинская, д. 54, корп. 4

Отпечатано с готовых диапозитивов

в ОАО «Рыбинский Дом печати»

152901, г. Рыбинск, ул. Чкалова, 8.

ISBN 5-488-00628-1

© Назаров В.И., Рыженко В.И., составление, 2006

© ООО «Издательство Оникс», иллюстрации,  
оформление обложки, 2006

## Спутниковое телевидение

### Системы спутникового телевидения, находящиеся в эксплуатации

Одной и первых стран, начавших освоение ближнего космоса для нужд народного хозяйства и создания систем спутниковой связи, был Советский Союз. Для трансляции программ центрального телевидения в отдаленные районы страны и, в первую очередь, на азиатской части территории, в 1967 году была создана система спутниковой связи «Орбита». Первые 20 наземных станций этой системы были сооружены в наиболее труднодоступных и отдельных городах страны. Это дало возможность смотреть передачи из Москвы более 20 млн. телезрителей.

Передача телевизионного сигнала осуществлялась при помощи искусственного спутника Земли (ИСЗ) «Молния-1». Период его обращения составлял 12 часов, плоскость орбиты наклонена относительно плоскости земного экватора на  $63,4^\circ$ , высота перигея 500 км, апогея - 40000 км. Обслуживание всей территории страны одним космическим аппаратом (КА), было возможно в течение 8 часов в сутки. Поэтому для обеспечения круглосуточной ретрансляции необходимо как минимум 3 КА.

Спутники «Молния-1» работали в диапазоне частот 800-1000 МГц. В 1971 году был запущен спутник «Молния-2», выведенный на ту же орбиту, что и «Молния-1», но работающий в международном спутниковом диапазоне частот 4-6 ГГц. Соответственно этому диапазону были переоборудованы все наземные станции «Орбита» и создана новая усовершенствованная станция «Орбита-2».

Наземная приемная станция системы «Орбита» - сложное и дорогостоящее сооружение. Она располагается в круглом железобетонном здании, которое одновременно служит основанием антенной системы с отражателем диаметром 12 м. Антенна установлена на полноповоротном опорном устройстве. В связи с непрерывным движением спутника относительно приемной станции, антенна должна постоянно перемещаться, обеспечивая ориентацию на КА. Для этого она укомплектована устройством программного и ручного наведения. Приемное устройство для улучшения чувствительности

ти содержит малошумящие охлаждаемые жидким азотом параметрические усилители, блоки усиления и преобразования сигналов изображения с частотной модуляцией в амплитудно-модулируемые блоки регенерации синхросигнала и т. д.

Вследствии дорогостоящие охлаждаемые параметрические усилители были заменены на транзисторные, введено 100% резервирование всех блоков и узлов и пр.

К 1982 году было задействовано 90 станций «Орбита». Их использование целесообразно для организации спутниковых систем связи и трансляции телевизионных программ в крупные населенные пункты. Для мелких населенных пунктов использования станций «Орбита» экономически невыгодно. В этих условиях необходимы более простые и дешевые системы. В настоящее время станции системы «Орбита» функционируют в качестве резервной системы магистральной и внутризональной связи.

Для обеспечения малонаселенных районов телевизионным вещанием необходимы более простые и дешевые наземные приемные станции. Для достижения этой цели необходимо использовать ретранслятор повышенной мощности, что позволяет упростить приемное устройство и использовать КА, находящийся на геостационарной орбите. Геостационарная орбита имеет форму окружности, лежащей в плоскости экватора Земли, с высотой над ее поверхностью 35875 км, направление вращения спутника совпадает с направлением вращения Земли, а период обращения спутника равен 24 часам. Следовательно, для неподвижного наблюдателя на земной поверхности спутник кажется неподвижным, зависшим в строго определенной точке небосклона. Это в свою очередь исключает необходимость непрерывного слежения приемной антенной за КА.

Такой новой системой спутникового телевидения стала система «Экран», созданная в СССР в 1976 г. Первый спутник этой системы был запущен на геостационарную орбиту 26 октября 1976 года. Зона обслуживания около 9 млн. км<sup>2</sup> (почти 40% территории СССР) охватила районы Сибири, Крайнего Севера и частичного Дальнего Востока.

Для ретрансляции телевизионного сигнала использовалась полоса частот 702-723 МГц, мощность ретранслятора 200 Вт.

*В качестве приемных устройств применялись:*

- «Экран-КР-10» — предназначен для обслуживания цветным телевизионным вещанием крупных поселков путем формирования стандартного телевизионного сигнала мощностью 10 Вт на частоте одного из метровых каналов с излучением сигнала в эфир. Радиус действия составляет 6-7 км.

- «Экран-КР-1» отличается пониженной мощностью передатчика, которая составляет 1 Вт, радиус действия 2-2,5 км.

- «Экран». По сути является простым абонентским приемником. Формирует телевизионный сигнал по 1 или 4 каналу с амплитудой 1 В для подачи через кабельную сеть до 8 телевизоров.

В 1979 году введена в эксплуатацию система прямого распределения телевизионных программ «Москва», работающей через геостационарный спутник «Горизонт». Использование на стационарном КА передатчика повышенной мощности и антенны с узкой диаграммой направленности позволило существенно упростить и удешевить приемную станцию системы «Москва», по сравнению со станцией «Орбита», удалось уменьшить наиболее громоздкую часть станции - антенную систему и перейти от антенн с диаметром зеркала 12 м к антеннам диаметра 2,5 м.

В 1989 году начала работать система «Москва - Глобальная», обеспечивающая прием отечественных телевизионных программ на территории практически всех стран мира.

Использовался КА «Горизонт» с антенной и широкой диаграммой направленности, это обеспечило расширение зоны приема до максимально возможной, вследствие этого пришлось увеличить приемную антенну до 4 метров для сохранения качественных показателей.

Вещание спутниковых программ «НТВ+» ознаменовало начало эры непосредственного телевизионного вещания в России. Теперь любой владелец спутниковой системы может смотреть русскоязычные программы, передаваемые из Москвы.

На первом этапе проекта используются спутники «Галс-1» и «Галс-2». Технические характеристики КА «Галс» приведены в *табл. 1*.

В дальнейшем предполагается использовать более современный спутник «Галс-16».

В настоящее время по спутниковому вещанию «НТВ+» идет трансляция четырех каналов через спутник «Галс», находящийся в позиции 36° в.д.:

- наше кино (отечественные фильмы);
- мир кино (зарубежные фильмы);
- спортивный канал;
- музыкальный канал.

Таблица 1

**Технические характеристики КА «Галс»**

КА	Номер ствола	Частота, ГГц	Передающая антенна	Мощность, Вт	ЭИИМ в центре луча
ГАЛС-1	2	12149,44	A1	85	56
ГАЛС-1	3	11831,56	A2	45	57
ГАЛС-2	1	11919,28	A1	85	56
ГАЛС-2	2	12206,98	A1	85	56
ГАЛС-2	3	11765,84	A2	45	53

Все каналы проекта «НТВ+» с 1 февраля 1997 г. закодированы. А это значит, что желающий смотреть эти программы должен вносить ежемесячную плату, а в дополнении к имеющемуся для приема оборудованию приобрести декодер.

С конца 80-х годов США, страны Европы, Японии и другие государства начали выводить на орбиту спутники для непосредственного приема телевизионных программ на индивидуальные приемные устройства. Большие возможности спутникового вещания явились причиной интенсивного развития в этих странах спутникового телевидения. В настоящее время вещание на европейскую часть России и стран СНГ осуществляют порядка 50 геостационарных спутников.

Наиболее популярным для нас является безусловно «Hot Bird» — «Жар-птица». На настоящее время в позиции 13° в.д. находятся пять спутников, прием с которых возможен на большей части европейской территории бывшего СССР на антенны размером до одного метра от 15 до 68 аналоговых некодированных программ. На этих спутниках транслируются общеразвлекательные (BBC, NBC, TV-5, ARTE, POLSAT), новостные (EURONEWS, EBN), спортивные (EUROSPORT), музыкальные программы (MCM, VIVA, VIVA-2, Орух).

Спутники «ASTRA», расположенные в позиции 19° в.д. занимают лидирующее положение в Западной и Центральной Европе. Однако с них на небольшие антенны прием возможен только в самых западных районах бывшего СССР. Новые спутники «ASTRA 1E» и «ASTRA 1F» имеют специальный восточный луч, что позволяет использовать антенны диаметром: в Москве 75 см, С.-Петербурге и Киеве - 90 см. Однако все каналы, передаваемые этим лучом являются цифровыми.

В позиции 0,6-1° з.д. находятся спутники «Intelsat 707», «Thor», «TV-SAT2», которые представляют большой интерес для наших телезрителей. На них транслируются такие широко известные фильмовые каналы, как «Filmnet», и «TV1000», а также ряд других интересных программ — «MTV», «Cartoon Network», «CNN», «BBC Prime», «Discovery», «Sci-Fi Channel». Практически все перечисленные каналы закодированы, но для их просмотра можно приобрести декодирующие карточки. Спутники «THOR» и «TV-Sat2» имеют лучи, которые захватывают северо-запад России и позволяют принимать передачи на 1,0-метровую антенну.

Спутник «Intelsat 707» имеет зону покрытия, простирающую далеко на юг, и обеспечивающую прием передач на антенны меньше 1,0 м практически на всей европейской части России.

Для южных районов бывшего СССР, в особенности для стран Средней Азии представляет интерес спутник «PAS-4». С него принимаются следующие интересные программы: «Asia Busines News», «Discovery», «BBC World», «CNN», «MTV» и другие.

*Аппаратура для индивидуального приема каналов спутникового телевидения хотя и получает все большее распространение в нашей стране, но сдерживается следующими факторами:*

1. Отсутствуют бесплатные русскоязычные спутниковые каналы для индивидуального приема антеннами малых размеров.

2. Пока на рынке платного спутникового ТВ присутствует лишь «НТВ+». У телезрителя нет свободы выбора, даже из существующих русскоязычных каналов пакета «НТВ+».

Приходится платить за пользование всех четырех программ, тогда как многие хотели бы иметь 2-3 канала за соответствующую меньшую плату.

3. Широкое внедрение цифрового метода передачи телевизионного сигнала существенно удорожает стоимость индивидуального приемного устройства на нынешнем рынке (до 1000 долларов США). При снижении цены на приемное устройство до уровня 300-500 долларов США возможна широкая популяризация как отечественных так и иностранных систем цифрового спутникового телевидения.

### Индивидуальный комплект спутникового телевидения

*Все приемные устройства делятся на две группы:*

- устройства, предназначенные для многоканального приема сигналов с одного спутника;

устройства, предназначенные для многоканального приема сигналов с нескольких спутников.

В первом случае антенна приемного устройства жестко устанавливается на каком-либо основании (на стене, балконе, крыше). При этом сохраняется возможность перестройки с канала на канал в пределах данного спутника.

Во втором случае антенна также жестко устанавливается на основании, но имеет устройство наведения на спутник. Устройство наведения представляет собой специальный электропривод, который осуществляет перемещение антенны. Управляется он позиционером, который либо входит в состав спутникового ресивера, либо устанавливается отдельно. Число позиций позиционера в зависимости от возможностей ресивера в среднем может быть от 24 до 99. Естественно, такая приемная система стоит дороже.

Структурная схема приемной станции представлена на *рис. 1.*

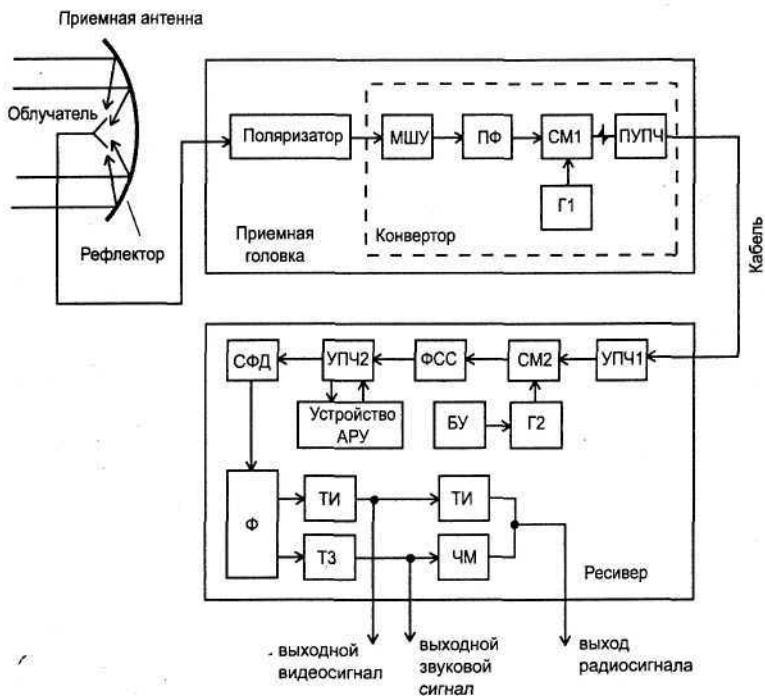
Приемная параболическая антенна диаметром 0,6-2,0 м предназначена для приема частотно-модулированного телевизионного сигнала со спутника-ретранслятора, находящегося на геостационарной орбите.

Отражаясь от поверхности рефлектора и фокусируясь в фокусе раскрыва антенны сигнал попадает в облучатель и далее в поляризатор. Поляризатор выделяет сигнал определенной



поляризации (вертикальной, горизонтальной или круговой). Поляризация сигнала, который излучает ретранслятор, определяется конструкцией его передающей антенны. Для обеспечения качественного телевизионного приема необходимо, чтобы поляризация приемной антенны соответствовала принимаемому сигналу.

Таким образом, пройдя через облучатель и поляризатор, сигнал со спутника-ретранслятора в интервале частот 10,5-12,75 ГГц поступают в конвертор. В конверторе производится усиление сигнала малошумящим широкополосным усилителем (МШУ) и устранение помех по зеркальному каналу полосовым фильтром (ПФ). Далее осуществляется первое преобразование частоты. Первая промежуточная частота формируется смесителем (СМ 1). Для этого на него, помимо принимаемого сигнала, подается сигнал с гетеродина (Г 1),



**Рис. 1. Структурная схема индивидуальной приемной установки**

представляющего собой генератор, частота которого стабилизирована диэлектрическим резонатором.

С выхода смесителя (СМ 1) сигнал первой ПЧ в интервале частот 0,7-2,15 ГГц поступает на предварительный усилитель промежуточной частоты (ПУПЧ), после чего по кабелю подается в ресивер (тюнер).

В ресивере сигнал первой ПЧ через усилитель промежуточной частоты (УПЧ 1) поступает на смеситель (СМ 2), в котором происходит второе преобразование частоты, т. е. дальнейшее ее понижение. Ресивером осуществляется выбор необходимого канала, если требуется, настройка или подстройка на канал, демодуляция принятого сигнала, разделение видео и звуковых сигналов и формирование стандартного телевизионного сигнала на частоте одного из ТВ каналов в дециметровом диапазоне.

Необходимый канал выбирается с помощью блока управления (БУ) путем соответствующей настройки гетеродина (Г 2). Причем настройку по частоте можно осуществлять либо плавно, либо набрав номер требуемого канала. Гетеродин (Г 2) представляет собой транзисторный генератор, управляемый напряжением, которое подается на включенный в частотозадающий контур варикан, либо может быть выполнен на основе синтезатора частоты, управляемого микропроцессором. Полоса пропускания второй промежуточной частоты формируется фильтром сосредоточенной селекции (ФСС), а дополнительное усиление сигнала - усилителем УПЧ 2. В тракт обязательно входит устройство автоматического регулирования усилением (АРУ). Его работа должна быть очень эффективной для того, чтобы приемная установка могла хорошо работать в различных условиях приема, независимо от диаметра приемной антенны, длины кабеля, соединяющего приемную головку с ресивером, уровня сигналов различных спутников в данной местности. Поэтому глубина регулирования устройства АРУ составляет 25—30 дБ.

С выхода УПЧ 2 сигнал поступает на демодулятор, представляющий собой синхронный фазовый детектор (СФД).

С выхода СФД сигнал поступает на фильтры Ф, которыми осуществляется разделение сигнала изображения и поднесущей, модулированной сигналом звукового сопровождения.

В тракт изображения, как правило, входит схема привяз-

ки уровня, цепи предискажений и регулировки уровня выходного видеосигнала.

Тракт звука ТЗ содержит смеситель с гетеродином, усилитель промежуточной частоты и частотный детектор. Настройка на частоту поднесущей осуществляется путем изменения частоты гетеродина. Для улучшения помехоустойчивости тракт звука охвачен цепью обратной связи по частоте.

Выделенные низкочастотные сигналы видео и звукового сопровождения подаются непосредственно на выход ресивера, а также на амплитудный и частотный модуляторы (АМ и ЧМ). После модуляции сигналы суммируются в сумматоре и образуют стандартный телевизионный сигнал на частоте одного из ТВ каналов.

Помимо основных функций ресивер выполняет ряд сервисных: дистанционное управление, автоматическое управление поляризатором и т. д.

Приемная антенна предназначена для приема электромагнитных волн, которые возбуждают в приемной антенне токи, энергия которых с некоторым коэффициентом полезного действия (к.п.д.) передается приемнику непосредственно или через линию передачи.

*Наибольшее распространение для приема спутникового телевидения нашли:*

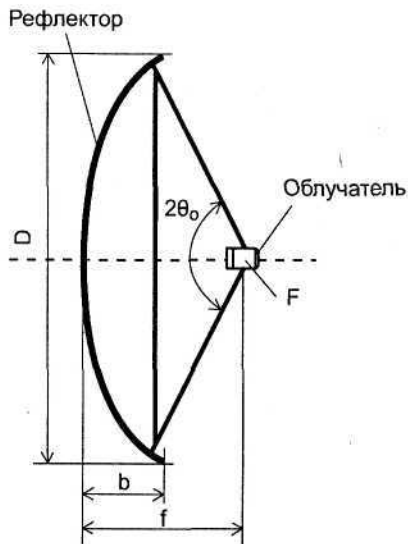
- параболические (зеркальные) антенны;
- плоские антенны.

### Зеркальные антенны

Зеркальными называются антенны, у которых поле в раскрыве формируется в результате отражения электромагнитной волны от поверхности рефлектора (зеркала).

В зависимости от конструкции параболические приемные антенны могут быть как однозеркальными, так и двухзеркальными. Двухзеркальные антенны обладают рядом достоинств, по сравнению с однозеркальными, но они более сложные и дорогостоящие. Поэтому для приемных устройств диапазона 11-12 ГГц, как правило, применяют однозеркальные антенны. В свою очередь, однозеркальные антенны можно разделить на прямофокусные (рис. 2) и офсетные (рис. 3).

Рефлектор представляет собой зеркало в виде параболоида вращения. Если у антенны облучатель расположен в фо-



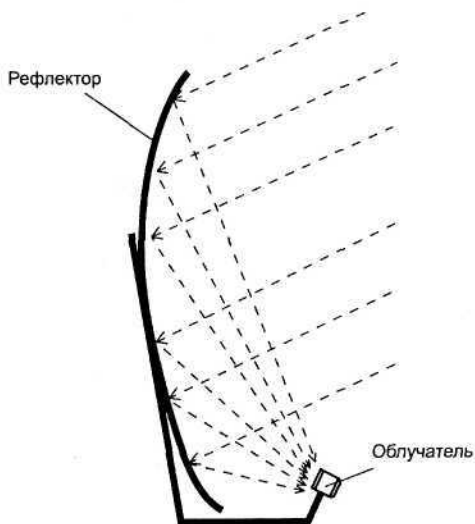
**Рис. 2. Однозеркальная прямофокусная параболическая антенна:**

$D$  – диаметр антенны;  $f$  – фокусное расстояние;  $b$  – глубина рефлектора;  $F$  – фокус зеркала,  $2\theta_0$  – угол раскрыва апертуры

кусе зеркала, то она называется прямофокусной. Размеры таких антенн могут быть совершенно различными. При диаметре раскрыва антенны до 1,5 м часто применяются осесимметричные зеркальные антенны (рис. 3), так называемые офсетные антенны. У такой антенны облучатель расположен не в фокусе зеркала, а смещен. Преимущество такого построения антенны состоит в том, что облучатель не затеняет раскрыва зеркала, что несколько увеличивает коэффициент усиления. Рефлектор обычно имеет яйцевидную форму, иногда усеченную

Осевая симметричность зеркала должна учитываться при установке и ориентации антенны. Прямофокусная антенна ориентируется так, чтобы ее оптическая ось (ось симметрии) совпадала с направлением на спутник. Раскрыв же офсетной антенны должен быть отклонен от направления на спутник на некоторый угол.

В настоящее время антенны изготавливают из алюминиевых сплавов марки АМцМ, АМгМ, АД1М или стального про-



**Рис. 3. Приемная офсетная зеркальная антенна**

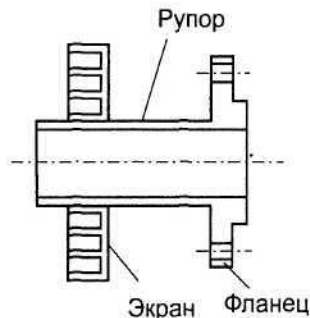
ката 08 КПС, 08 Ю толщиной от 0,6 до 2,5 мм. Стеклопластиковые рефлекторы изготавливают путем проклеивания многих слоев стеклоткани. Далее поверхность оклеивается алюминиевой фольгой, что обеспечивает высокие радиотехнические характеристики

*Основными геометрическими характеристиками антенны являются:*

- диаметр  $D$ ;
- фокусное расстояние  $f$ ;
- глубина рефлектора  $B$ ;
- фокус зеркала  $F$ ;
- угол раскрытия апертуры  $2\theta_0$ .

Отклонение реальной формы от идеальной в процессе изготовления антенны существенно влияет на электрические параметры антенны, например, отклонение формы поверхности на 2 мм означает снижение коэффициента усиления на 10%. Для антенн с небольшой кривизной зеркала и диаметром обеспечить высокую точность поверхности гораздо легче, чем для глубоких и больших зеркал.

*Облучатель* - это устройство для передачи энергии, сфокусированной рефлектором, в конвертор. Одним из наиболее



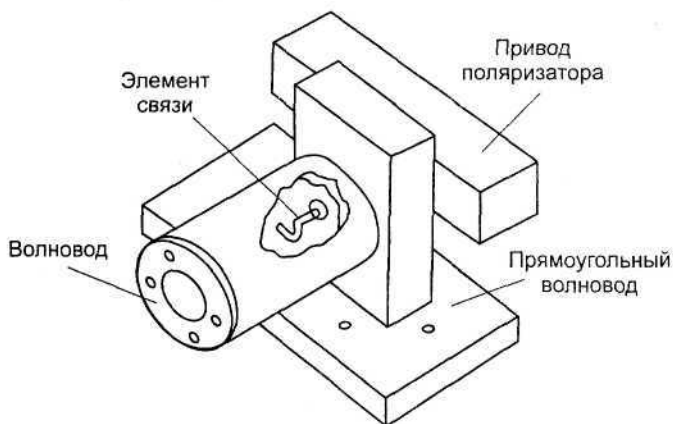
**Рис. 4. Типовая конструкция рупорного облучателя**

часто применяемых облучателей для параболических антенн непосредственного телевизионного вещания можно назвать рупор, представляющий собой открытый конец круглого волновода с дополнительным рефлектором - экраном, служащим для переотражения части передаваемой энергии облучателя в направлении рефлектора. Типовая конструкция такого облучателя представлена на рис. 4. Чтобы предотвратить попадание воды и пыли внутрь облучателя, его раскрыв закрывают фторопластовой или полистирольной пленкой толщиной 0,1-0,15 мм.

*Поляризатор* антенны обеспечивает возможность преобразования поляризованных определенным образом электромагнитных волн в сигнал с требуемой линейной поляризацией для конвектора. Поляризаторы систем непосредственного



**Рис. 5. Электромагнитный поляризоид**



**Рис. 6. Схематичное представление механического поляризатора**

телевизионного вещания могут быть электромагнитными или механическими. Принцип действия электромагнитного поляризатора (рис. 5) основан на эффекте Фарадея. Электрический ток, протекающий в катушке, намотанной на ферритовый стержень, создает продольное магнитное поле. При распространении электромагнитной волны вдоль намагниченного феррита направление ее поляризации изменяется на некоторый угол. Величина этого угла зависит от длины ферритового стержня и величины магнитного поля, т. е. от величины тока в катушке. Изменяя величину тока в катушке, можно добиться совпадения направления поляризации волны на выходе поляризатора с нужным направлением.

Механический поляризатор (рис. 6) представляет собой отрезок круглого волновода, в котором расположен элемент связи (проводник, выполненный в виде петли или крючка). В зависимости от его расположения в волноводе возбуждается электромагнитная волна горизонтальной или вертикальной поляризации. Изменение положения элемента связи в круглом волноводе осуществляется электрическим приводом.

*Конвертор* усиливает сигнал и преобразует его в диапазон частот 950-1750 МГц (или 700-2150 МГц).

*Основные технические характеристики конвертора:*

диапазон принимаемых частот

уровень шума (в С-диапазоне уровень шума измеряется

в градусах Кельвина, в КИ-диапазоне — в децибелах. Чем эта величина меньше, тем конвертор лучше по своим параметрам).

### Плоские антенны

Плоские антенны изготавливаются на основе полосковых излучателей, соединенных параллельно и образующих плоскую антенную решетку. Особенностью такой антенны является широкая диаграмма направленности и значительный уровень боковых лепестков.

Конструктивно антенна представляет собой диэлектрик, на который по интегральной технологии наносятся медные проводники - микрополоски определенной формы и размеров.

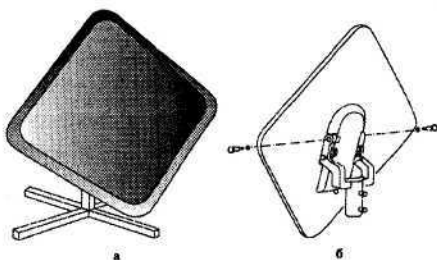
С обратной стороны диэлектрика наносится сплошной слой проводника, который играет роль рефлектора и оказывает существенное влияние на диаграмму направленности.

*К основным достоинствам плоских антенн следует отнести:*

- высокую технологичность изготовления;
- возможность управления диаграммой направленности; простота установки;
- малая масса.

Основным недостатком плоских антенн, затрудняющих их использование при индивидуальном приеме спутникового телевидения, является невозможность приема сигналов с различными видами поляризации, то есть для каждого вида поляризации требуется своя антенна, что неприемлемо для частного потребителя.

На рис. 7а, б представлены плоская спутниковая антенна, и вариант ее крепления.



**Рис. 7. Плоская спутниковая антенна (а) и вариант ее крепления (б)**



## Подвеска и постировка спутниковых антенн

Одним из важнейших элементов антенны является устройство ее крепления. Антенна может быть установлена как неподвижно, и принимать сигналы только с одного спутника, на который сориентирована, так и устанавливаться на специальном поворотном устройстве для перенацеливания со спутника на спутник.

Наибольший интерес представляет опорно-поворотное устройство (ОПУ), позволяющее перемещать антенну относительно двух осей: вертикальной и (или) горизонтальной. Различают азимутально-угломестную и полярную подвески.

При азимутально-угломестной подвеске зеркало может вращаться относительно вертикальной и горизонтальной осей независимо (рис. 8). В этом случае точная настройка антенны с одного спутника на другой - непростая двухкоординатная задача. Поэтому в индивидуальных спутниковых системах такая подвеска крепится жестко, т. е. перемещение антенны не предусмотрено.

При полярной подвеске антенна вращается вокруг оси, совпадающей с направлением на Полярную звезду (рис. 9).



Рис. 8. Азимутально-угломестная подвеска



**Рис. 9. Основы конструкции антенны с полярной подвеской**

Электропривод опорно-поворотного устройства (ОПУ) состоит из электродвигателя и выдвигной штанги, перемещение которой обеспечивает поворот антенны вокруг вертикальной оси. Работой привода управляет позиционер, который может быть встроен в тюнер (ресивер). Позиционер запоминает то или иное положение антенны в виде определенного кода, а затем при наборе этого кода устанавливает антенну строго в соответствующее положение.

Кроме возможности обеспечивать необходимую ориентацию антенны, ОПУ должно иметь достаточно прочную конструкцию, ибо на антенную систему приходится значительные ветровые нагрузки. Подвеска антенны должна быть такой, чтобы отклонение оси антенны, вызванное давлением ветра, не превышало  $0,1^\circ$  ширины диаграммы направленности главного лепестка.

При установке и настройке приемной антенны на какой-либо геостационарный спутник - ретранслятор, необходимо произвести расчет координат. Поскольку каждый спутник, находящийся на геостационарной орбите постоянно находится над определенной точкой поверхности Земли, направление на данный спутник остается неизменным и определяется только географическими координатами места приема и местоположением самого спутника.

Направление характеризуется двумя параметрами: углом места и азимутом (*рис. 10*).

Исходными для расчета данными являются следующие географические координаты:

- $B$  - широта места приема, в градусах (северная или южная);
- $L$  - долгота места приема, в градусах (западная или восточная);
- $L_{сп}$  - долгота спутника, в град.

Для данных расчетов используются только геодезические координаты, с максимальной точностью, лучше всего определять координаты точки приема по топографической карте.

$$UM = \arctg \frac{\cos(L_{сп} - L) \cos B - 0,1513}{\sqrt{1 - \cos^2(L_{сп} - L) \cos^2 B}}$$

Угол места (УМ) вычисляется по формуле:

$$\cos(L_{сп} - L) \cos B > 0,1513$$

Условием радиовидимости спутника является условие: В противном случае спутник будет находиться за линией горизонта и прием с него будет невозможен.

Определение азимута производится по формуле:

$$A = 180^\circ \pm \arctg \frac{\operatorname{tg}(L - L_{сп})}{\sin B}$$

Знак «+» используется в случае, когда спутник расположен западнее места приема, а знак «-», если восточнее.

Рассмотренный метод ориентирования антенны по направлению на ИСЗ называется азимутально-угломестными, т. к. оно производится по двум координатам: по азимуту и по углу

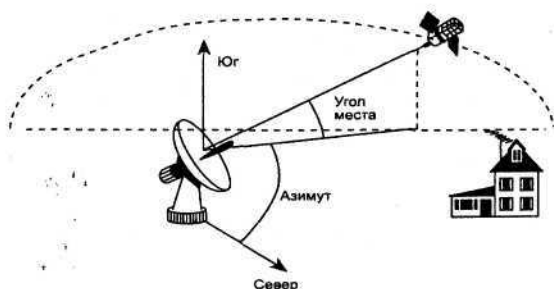


Рис. 10. Характеристики направления на спутник

места. Отличительная особенность этого метода ориентирования состоит в том, что для ориентирования по азимуту антенна вращается вокруг оси, расположенной вертикально относительно поверхности земли, которая называется азимутальной осью опорно-поворотного устройства антенны. Поэтому на любой широте точки приема за исключением северного и южного полюсов азимутальная ось пересекает плоскость экватора и, соответственно, плоскость геостационарной орбиты под некоторым острым углом. Это приводит к тому, что каждому спутнику, размещенному на геостационарной орбите, соответствуют для данной точки приема персональные значения азимута и угла места направления антенны.

При переориентировании антенны с одного спутника на другой приходится изменять направление антенны, как по азимуту, так и по углу места.

В отличие от азимутально-угломестной ориентации существует метод полярной ориентации, который позволяет производить переориентирование антенны с одного спутника на другой только по одной координате. Для этого вращение антенны по азимуту должно происходить не вокруг вертикальной азимутальной оси, а вокруг дополнительной оси, параллельной оси вращения земли. В связи с тем, что в направлении оси вращения земли находится Полярная звезда, эта дополнительная ось называется полярной осью.

Конструкция такого ОПУ показана на *рис. 9*. Для полярной ориентации по-прежнему требуется наличие механизма вертикальной оси и поворота антенны вокруг этой оси, а также механизма поворота антенны по углу места. Однако, эти механизмы используются только один раз, при установке антенны. В дальнейшем переориентирование антенны с одного спутника на другой осуществляется только поворотом вокруг полярной оси.

## **Установка и настройка индивидуальной спутниковой системы**

*Основные требования к месту установки антенны:*

- свободный обзор в направлении юго-запад и юго-восток;
- минимальное расстояние от антенны до телевизора (максимальная длина соединительного кабеля 70-100 м).

Самым удобным вариантом является балкон квартиры, выходящий на южную сторону дома и незатененный рядом стоящими домами или сооружениями (рис. 11), а также крыша вашего индивидуального или садового домика или коттеджа. На балконной решетке необходимо закрепить опору для антенны, на опоре смонтировать зеркало антенны и затем производить настройку по изображению на экране телевизора.

Рассмотрим процесс установки антенны с азимутально-угломестной подвеской, то есть принимающей программы только с одного спутника. Для установки антенны с полярной подвеской и системой позиционирования на несколько спутников рекомендуется обратиться к услугам специалистов фирмы, в которой приобретено радиотехническое оборудование.

Первый этап заключается в сборке (в соответствии с инструкцией) зеркала антенны с подвесной системой.

Следующий этап — установка конвертора в фокусе антенны. Необходимо, чтобы срез облучателя конвертора был расположен строго в фокусе антенны. Если блок конвертора с облучателем будет доступен после установки антенны, то это

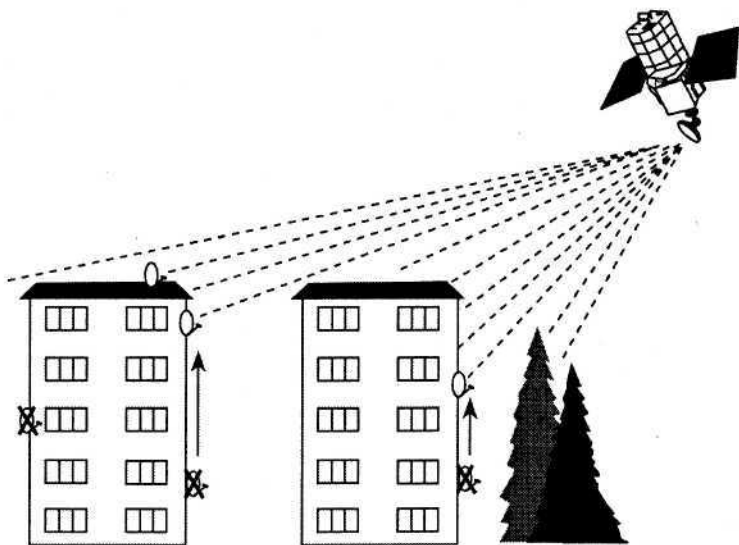
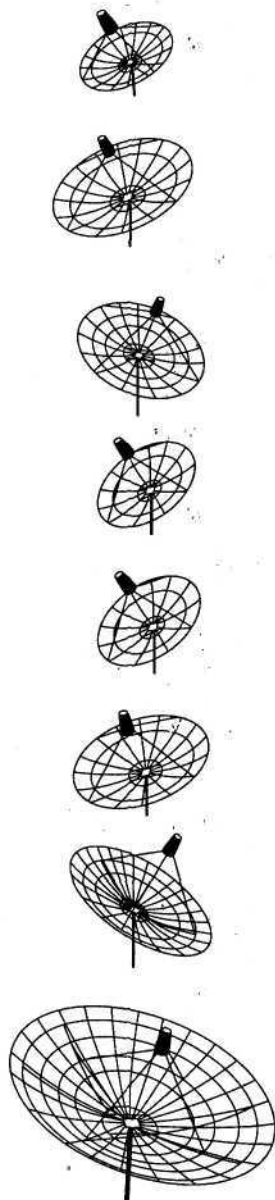


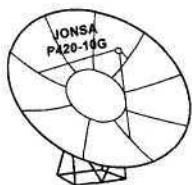
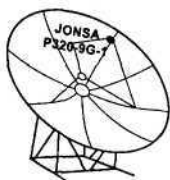
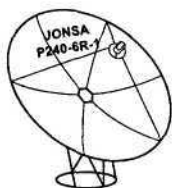
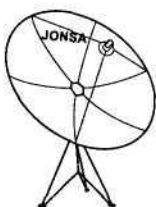
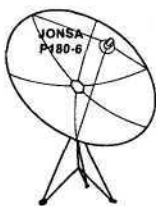
Рис. 11. Возможные места установки спутниковой антенны



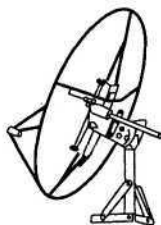
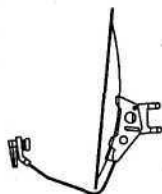
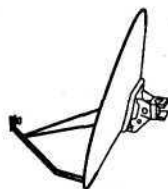
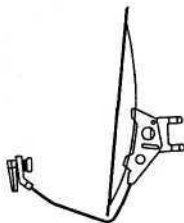
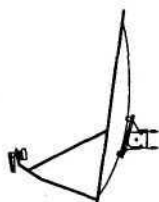
**Рис. 12. Цельные осесимметричные антенны**



**Рис. 13. Сборные осесимметричные антенны**



**Рис. 14. Сборные осесимметричные антенны**



**Рис. 15. Офсетные антенны**

расстояние позже можно будет подрегулировать, слегка перемещая конвертор в оправке и визуальнo оценивая качество принимаемого сигнала.

Обычно на любом конверторе стоит метка, определяющая его положение, то есть указывающая его верх. Это связано со встроенным в конвертор поляризатором. Метка «верх» соответствует вертикальной поляризации.

К конвертору подсоединяется коаксиальный кабель. Другой конец кабеля подсоединяется к соответствующему разьему тюнера.

Теперь антенна подготовлена и ее можно установить на заранее закрепленную опору. При установке опоры следует учитывать, что она должна выдерживать не только вес антенны, но и дополнительно возникающие ветровые нагрузки.

Теперь как можно более точно установите угол места и слегка затяните болты, которые фиксируют азимутальное положение антенны, так, чтобы осталась возможность вращать антенну. Если вы устанавливаете небольшую антенну (менее метра) и нацеливаете ее на мощный спутник, то углы можно устанавливать с небольшой точностью, «на глазок». Если же вы настраиваете большую антенну на спутник со слабым сигналом, то все углы нужно выставлять как можно точнее. Необходимость точной установки антенны большого диаметра обусловлена более узкой, по сравнению с меньшими антеннами, диаграммой направленности. Настройка антенны осуществляется визуальнo, контролируя качество принимаемого сигнала по изображению на экране телевизора.

Включите тюнер и подключите к нему телевизор. Если вы все сделали правильно, то на экране должен появиться характерный шум конвертора. В соответствии с таблицей частот выставите на тюнере частоту и поляризацию наиболее мощного канала. Плавно вращая антенну вокруг своей оси получите на экране телевизора изображение с логотипом выбранной программы.

Спутник можно «поймать» боковым лепестком диаграммы направленности антенны. Это легко проверить, слегка отклонив антенну вправо и влево. Если при отклонении качество изображения ухудшается, значит вы настроились центральным лепестком диаграммы направленности.



Когда устойчивая картинка на экране телевизора получена, точная настройка производится по сигналу самого слабого канала.

Последний этап - программирование тюнера согласно инструкции по эксплуатации. Оно сводится к настройке и запоминанию в памяти тюнера параметров сигналов, соответствующих различным программам: частоты, вида поляризации, частоты аудиосигнала и др.

Антенны промышленного производства для приема телевизионных сигналов со спутникового ретранслятора, расположенного на геостационарной орбите, подразделяются как по геометрическим размерам (диаметр зеркала, фокусное расстояние и т. д.), так и по электрическим параметрам (диапазон частот, коэффициент усиления, ширина луча и т. д.). Кроме того спутниковые антенны могут быть симметричными и осесимметричными (офсетными).

В *табл. 2* приведены основные технические характеристики спутниковых антенн промышленного производства.

## Технические параметры спутниковых антенн

Тип антенны	Тип подвески	Размеры зеркала, мм	Фокусное расстояние, мм	Коэффициент усиления дБ	Диапазон частот ГГц	Масса кг
АСЗ-1	полярная	2500	1000	47,5	10,95-12,75	98,0
АСЗ-03	—>—	2000	780	46,0	—>—	80,0
АСЗ-07	—>—	1650	660	44,3	—>—	42
АСЗ-10		900	338	38,0	—>—	8
АСЗ-11		1200	480	40,5	10,9-11,7	10
X1-6,5		2050	788	37,0-45,6	1-12,75	36
X1-10		3000	1168	40,3-48,2	—>—	73
XT1-10		3000	1168	41,0-19,0	—>—	86
X1-7,5		2300	917	38,2-46,3	—>—	45
UX1-7,5		2300	917	38,3-46,5	—>—	47,5
S1-10		3000	1168	40,2-47,8	—>—	72
ST1-12		3650	1499	42,3-49,8	—>—	97
ST1-161		5000	1499	44,2-44,5	—>—	263
P180-6R-1		1800	652	35,9-45,5	3,7-12,75	32,5
P210-6R		2100	798	37,2-47,3	—>—	47,5
P240-6R-1		2400	915	38,4-48,0	—>—	58,0
P320-9G-1		3200	1120	40,9-50,7	—>—	173
P420-10G		4200	1470	43,8-53,0	—>—	400
АС4-04,11	азимут.-углон.	900×1000	450	39,0	10,95-12,75	8
АС4-07	—>—	700×800	350	36,9	—>—	6
АС4-10, 12	—>—	1200×1340	600	41,2	—>—	12
АС4-13	—>—	600×650	300	35,5	—>—	5
АС4-16		1600	350	44,5	—>—	60

## Основные характеристики тюнеров промышленного производства

Модель тюнера	Число каналов	Частотный диапазон МГц	Ширина полосы П4 МГц	Диапазон звуковой поднесущей МГц	Управление поляриizat.	Экранное меню	Ориентировочная цена USD
1	2	3	4	5	6	7	8
Amstrad SRX301	200	700-2150	27	5,5-8,5	напряж.	+	120
Amstrad SRX401	199	700-2050	18/27	5,5-8,5	напряж.	+	132
Amstrad SRX2001	300	700-2050	16/28	5,0-9,0	напряж.	+	371
Aston LT 700	400	950-2050	18/27	5,0-9,0	напряж.	+	235
Echostar SR-90	199	920-2150	27	5,0-9,0	напряж.	+	150
Strong SRT228	250	900-2150	27	5,0-8,8	напряж.	+	144
Strong SPT229	250	900-2150	18/27	5,0-8,8	ток	+	147
Strong SPT120MKH	200	950-2050	18/27	5,0-9,0	ток	+	170
Strong SPT230LT	250	920-2050	18/27	5,0-9,9	ток	+	160
Uniden SQ 400 E	400	900-2150	27	5,0-9,0	напряж.	-	130
Uniden SQ 500 E	250	900-2150	27	5,0-9,0	напряж.	-	130
Uniden SQ 400 EDT	400	900-2150	27	5,0-9,0	напряж.	-	135
Unisat 1500	250	920-2050	27	5,0-8,5	напряж.	-	85
Unisat 1500 MXII	250	900-2050	27	5,0-8,8	напряж.	-	85
Universal US-300	250	950-2050	27	5,0-9,5	напряж.	-	120

1	2	3	4	5	6	7	8
Vector VECA	250	900-210	18/27	5,0-9,0	напряж.	-	110
Vector VECB	250	900-2150	18/27	5,0-9,0	напряж.	+	120
PACE MSS538G	250	700-2150	15/27	5,0-9,0	ток	+	365
PACE PRIMA	125	700-2150	27	5,0-9,0	напряж.	+	470
Philips STU 804	190	920-2050	18/27	5,0-9,0	напряж.	+	280
Protec 9000	250	900-2150	27	5,0-9,0	напряж.	-	100
Protec 9100T	250	900-2150	27	5,0-9,0	напряж.	-	120
Protec 9200T	250	900-2150	18/27	5,0-9,0	напряж.	+	150
Skardin 200	200	900-2150	27	5,0-9,8	напряж.	+	95
Strong SRT116	200	950-2050	18/27	5,0-9,0	ток	+	155
Strong SRT220	200	900-2150	27	5,0-8,8	напряж.	-	120
Strong SRT225	250	900-2150	27	5,0-8,8	напряж.	-	275
Strong SRT226	200	920-2050	18/27	5,0-9,0	ток	+	155
Manhattan MN	250	950-2050	18/27	5,0-9,0	ток	+	190
Manhattan XLT	500	900-2050	13/15/18/27	5,0-9,0	ток-	450	
Nokia SAT 800	179	920-2050	27	5,0-8,0	напряж.	+	200
Nokia SAT 800A	199	920-2050	18/27	5,5-8,0	напряж.	-	220
NTV1	99	950-2050	27	5,0-8,5	напряж.	+	229
NTV2	99	950-2150	27	5,0-8,5	напряж.	+	239
NTV3	300	900-2150	18/27	5,0-8,5	напряж.	+	269

1	2	3	4	5	6	7	8
PACE MSS138G	250	700-2150	15/27	5,0-9,0	шим	+	154
PACE MSS148G	250	700-2150	15/27	5,0-9,0	шим	+	170
			активный фильтр				
PACE MSS238G	199	700-2150	15/27	5,0-9,0	шим	+	190
PACE MSS348G	250	700-2150	15/27	5,0-9,0	шим	+	260
Echostar SR-800	200	920-2050	18/27	5,5-8,8	напряж.	+	210
Echostar LT-730	200	920-2050	18/27	5,5-8,8	шим	-	240
Echostar LT-830	200	920-2050	18/27	5,5-9,0	ток	+	240
Echostar LT-950	250	920-2150	активный фильтр	5,0-9,0	ток.	+	210
Fortec star	250	900-2150	18/27	5,5-8,5	шим	-	110
Grundig STR310	200	950-2050	27	5,5-10,0	напряж.	+	235
Horizon SR250plus	250	950-2050	18/27	5,0-8,8	ток	-	115
Horizon XLT 4000	250	900-2150	18/27	5,0-9,9	ток	+	170
Lasat LS3800	250	950-2050	активный фильтр	5,0-9,0	напряж.	-	120
Lasat LS300	320	950-2050	активный фильтр	5,5-10,0	напряж.	-	130
Manhattan 7200 plus	250	920-2050	13/15/18/27	5,0-9,0	напряж.	-	130
Manhattan 7400 plus	250	920-2050	9/13/15/18	5,0-9,0	ток	+	170

Таблица 4

**Основные характеристики тюнеров со встроенным позиционером промышленного производства**

Модель тюнера	Число каналов	Частотный диапазон МГц	Ширина полосы П2 МГц	Число позиций позиционера	Встроенный декодер	Ориентировочная цена USD
Echostar SR570	250	950-2050	18/27	24	-	360
Echostar SR570M	250	950-2050	18/27	24	+	600
Echostar LT8700	1500	950-2050	18/27	64	+	1150
Manhattan XLT9700D	300	950-2050	18/27	99	-	500
Origo DEX300	350	900-2150	27	64	+	470
PACE MSS538GP	500	700-2150	15/27	64	-	418
PACE MSS5081P	500	700-2150	15/27	64	+	495
PACE MSS1038GP	500	700-2150	15/27	64	-	530
Protec 9200P	500	900-2150	18/27	50	-	250
Pro-Vision V	400	950-2050	1/27	50	-	310
Strong STR 1500MKIILT	400	950-2050	18/27	50	-	310
Uniden MST 9004	250	950-2150	16/22/27	50	-	244
Uniden MST 9006	250	950-2150	16/22/27	50	+	293
Uniden 590EPiP	1000	900-2150	14-30	56	-	444

Таблица 5

## Основные характеристики конверторов промышленного производства

Тип конвертора	Частота гетеродина ГГц		Частота входного сигнала, ГГц		Частота выходного сигнала, ГГц		Уровень шумов min/max, дБ
	LOF-1 I диапазон	LOF-2 II диапазон	LOF-1 I диапазон	LOF-2 II диапазон	LOF-1 I диапазон	LOF-2 II диапазон	
Grundig AUN15	9,75	10,6/10,75	10,7-11,8	11,7-12,75	0,95-2,05	$\frac{11,-2,15}{0,95-2,00}$	1,1/1,5
Grundig AUNQ15							
Gambridge AE-14							
Sharp BSCU86	9,75	10,6	10,7-11,8	11,7-12,75	0,95-2,05	1,1-2,15	1,1/1,5
Philips SC819TB/FL	9,75	10,6	10,6-11,8	11,7-12,75	0,95-2,05	1,1-2,15	1,1/1,3
MTi qp 2353-NP	9,75	10,75	10,7-11,8	11,7-12,75	0,95-2,05	0,95-2,00	1,1/1,5
WR2353-W							

## Оглавление

Спутниковое телевидение.....	3
Системы спутникового телевидения, находящиеся в эксплуатации.....	3
Индивидуальный комплект спутникового телевидения.....	8
Зеркальные антенны.....	11
Плоские антенны.....	16
Подвеска и постройка спутниковых антенн.....	17
Установка и настройка индивидуальной спутниковой системы.....	20