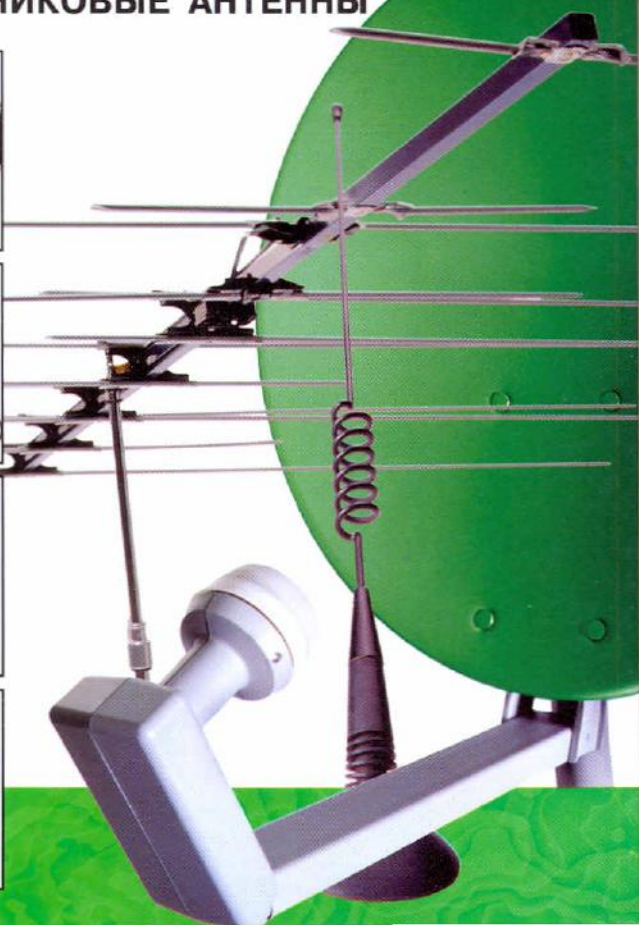
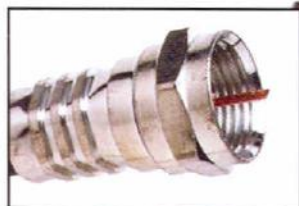




ДОМАШНИЙ МАСТЕР

ВСЕ ОБ АНТЕННАХ

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ АНТЕННЫ
КОНСТРУКЦИИ ■ УСТАНОВКА
СПУТНИКОВЫЕ АНТЕННЫ





ДОМАШНИЙ МАСТЕР

ВСЕ ОБ АНТЕННАХ

**ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ
АНТЕННЫ**

КОНСТРУКЦИИ

УСТАНОВКА

**СПУТНИКОВЫЕ
АНТЕННЫ**

Москва

ОНИКС

Центр общечеловеческих ценностей

Оригинал-макет подготовлен
издательством «Центр общечеловеческих ценностей»

Все об антеннах: Справочник / Сост. В.И. Назаров,
В84 В.И. Рыженко. — М.: Издательство Оникс, 2008. —
240 с.: ил. — (Домашний мастер).

ISBN 978-5-488-01564-7

В настоящей книге даны виды, характеристики антенн, а также принципы выбора антенных систем для приема радио и телевидения, включая спутниковое. По приведенным рекомендациям вы сможете изготовить ту или иную антенну собственными силами, установить ее и провести необходимую настройку.

УДК 654
ББК 32.845/32.94

ISBN 978-5-488-01564-7

© ООО «Издательство Оникс», состав,
оформление переплета, 2008

Передача радио и телепрограмм осуществляется с помощью радиоволн. Антенна — это устройство, предназначенное для излучения в эфир и приема из эфира радиоволн той или иной частоты. Высококачественный радио и телеприем возможен только при условии выбора наиболее подходящей для данных условий типа антенны и правильности ее установки и юстировки.

Многие владельцы прекрасной импортной радио и телеаппаратуры страдают от того, что качество принимаемых передач оставляет желать лучшего. Причина такого положения в пренебрежительном отношении к антенне, которое сложилось еще с тех времен, когда на простейшую (комнатную) антенну можно было принимать передачи с весьма удовлетворительным качеством. В настоящее время для того, чтобы принимать большое количество каналов, расходы, связанные с приобретением или изготовлением высококачественной антенны неизмеримо возросли и составляют по скромным оценкам 15–25% стоимости радио- и телеаппаратуры, а в спутниковом телевидении до 200%.

В настоящей книге даны общие принципы выбора антенных систем для приема радио и телевидения, включая спутниковое. По приведенным реко-

мендациям владелец может изготовить ту или иную антенну собственными силами, установить ее и произвести необходимую настройку и юстировку.

Особенности распространения радиоволн в свободном пространстве

Из электротехники известно, что если по проводу протекает переменный электрический ток, то возникает электромагнитное поле, образующее электромагнитную волну, излучающуюся в окружающее пространство и распространяющуюся во все стороны со скоростью, близкой к скорости света.

Многочисленными исследованиями установлено, что интенсивность возникающей волны пропорциональна быстрой изменению электрического или магнитного поля. Интенсивность излучения электромагнитных волн наиболее высока в случае применения однопроводной линии, т. е. разомкнутого провода. Это объясняется тем, что при использовании электрических токов очень высоких частот емкость провода относительно земли оказывается достаточной для возникновения в нем емкостного тока. Сопротивление такой емкости обратно пропорционально частоте тока, подводимого к проводу. Следовательно, чем выше частота, тем больший ток будет протекать по проводу и тем более интенсивно будет излучаться электромагнитная волна.

Упрощенная картина образования электромагнитной волны иллюстрируется рис. 1.

Направления силовых линий E и H перпендикулярны друг другу и направлению распространения волн, образуют правовинтовую систему.

Электромагнитные волны классифицируются по положению в пространстве плоскости поляриза-

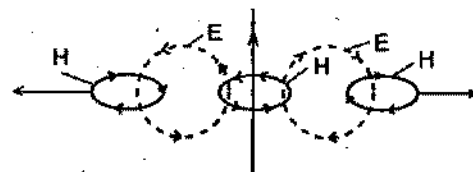


Рис. 1. Упрощенная картина образования электромагнитной волны:

E — силовые линии электромагнитного поля; H — силовые линии магнитного поля

ции, т. е. плоскости, пересекающей волну и вектор электрического поля E . Электромагнитные волны с вертикальным вектором E называются вертикально поляризованными, а с горизонтальным — горизонтально поляризованными. Плоскость поляризации электромагнитной волны зависит от положения передающей антенны относительно земли.

Допустим, что электромагнитные волны создаются проходящим по проводу электрическим током синусоидальной формы с частотой f . Такую же форму и такую же частоту будут иметь возникающие в окружающем пространстве электромагнитные волны. Обозначим через λ длину волны, т. е. расстояние между двумя ближайшими точками в пространстве, на котором фаза волны меняется на 360° (2π), через T — период колебания волны, т. е. время, в течение которого электромагнитная волна проходит путь, равный длине волны, и через C — скорость распространения электромагнитной волны в свободном пространстве (для воздуха $C=3 \cdot 10^8$ м/с).

Эти величины связаны между собой соотношением:

$$f = \frac{1}{T} \text{ и } \lambda = \frac{C}{f} = C \cdot T$$

В настоящее время в радиотехнике используют частоты от $1,5 \cdot 10^4$ до $3 \cdot 10^{11}$ Гц. Радиоволны с учетом особенностей их распространения делятся на пять диапазонов, а диапазон ультракоротких волн дополнительно делится на пять поддиапазонов.

Международным консультативным комитетом радиосвязи (МККР) утверждено следующее распределение радиоволн на диапазоны.

Таблица 1

Диапазон волн	Индекс диапазона	Длина волны в свободном пространстве	Диапазон частот
Сверхдлинные волны		более 10000 м	менее 30 КГц
Длинные волны		10000–1000 м	30–300 КГц
Средние волны		1000–100 м	300–3000 КГц
Короткие волны		100–10 м	3–30 МГц
Ультракороткие волны:			
метровые		10–1,0 м	30–300 МГц
дециметровые	S	100–10 см	300–3000 МГц
сантиметровые	Ku	10–1,0 см	3–30 ГГц
миллиметровые	Ka	10–1,0 мм	30–300 ГГц
субмиллиметровые	K	1,0–0,1 мм	300–3000 ГГц

Ультракороткие волны (УКВ) отличаются от более длинных волн многими признаками и свойствами. Так, например, они распространяются преимущественно прямолинейно и почти не огибают природных и искусственных преград (гор, высоких строений), встречающихся на их пути. На распространение ультракоротких волн, в особенности дециметровых, сантиметровых и миллиметровых, существенное влияние оказывают рельеф местности, различные препятствия, а также метеорологические условия. Сантиметровые и миллиметровые вол-

ны сильно поглощаются атмосферными осадками (дождем, снегом) и газами атмосферы (кислородом, водяным паром), что приводит к быстрому ослаблению напряженности поля.

В настоящее время в диапазоне УКВ организовано как телевизионное вещание, так и высококачественное радиовещание, а также системы радиосвязи.

Для увеличения дальности передач на УКВ антенны поднимают над землей как можно выше.

Расстояние прямой видимости между передающей и приемной антеннами при отсутствии рефракции может быть определено по формуле:

$$R = \sqrt{2a}(\sqrt{H} + \sqrt{h}) = 3,57 \cdot (\sqrt{H} + \sqrt{h}) \text{ км},$$

где a – радиус земного шара, который приблизительно равен $6,37 \cdot 10^6$ м; H – высота передающей антенны, м; h – высота приемной антенны, м. Эта формула дает возможность определить наибольшее расстояние между передающей и приемной антеннами, которые имеют соответственно высоты H и h .

На рис. 2 в точках А и В на высотах H_1 и h_1 размещены передающая и приемная антенны. Прямая

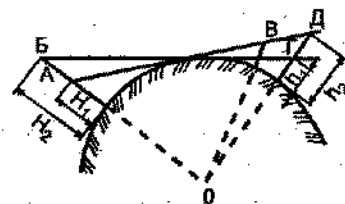


Рис. 2 Дальность действия УКВ радиостанции в пределах прямой видимости в зависимости от высоты расположения передающей и приемной антенн:

А и В – передающие антенны; В и Г – приемные антенны;
АВ – расстояние прямой видимости

линия АВ (касательная к поверхности земли) — это линия прямой видимости. Из рисунка ясно, что для увеличения дальности действия УКВ радиостанций необходимо увеличивать высоту передающей и приемной антенн. Чтобы приемную антенну удалить от передающей и перенести ее из точки В в точку Г при той же высоте, необходимо передающую антенну поднять на высоту H_2 и поместить в точку Б. Не поднимая передающей антенны, можно приемную антенну удалить от передающей, подняв ее на высоту h_2 , и поместить в точку Д.

С помощью рассматриваемой формулы дальность действия УКВ передатчиков можно определить приблизительно, без учета преломления (рефракции) радиоволн в атмосфере.

Исследования, проведенные над распространением УКВ, свидетельствуют, что часто довольно качественный прием может быть на расстояниях, значительно превышающих расстояние прямой видимости. Нередко наблюдаются случаи сверхдальнего приема и телевизионных сигналов на метровых волнах. В чем же причина?

Как известно, Земля окружена газообразной оболочкой — атмосферой. Учитывая физические свойства и изменения в качественном составе атмосферы, ее подразделяют на пять областей или сфер. Самый нижний слой, непосредственно прилегающий к поверхности Земли и простирающийся до высоты примерно 11–12 км, называется тропосферой. В нем происходят метеорологические явления, связанные с изменением температуры, давления, влажности. Высота тропосферы непостоянна и зависит от времени года. Кроме того, над экватором ее высота достигает 17–18 км, а над полюсами 8–9 км.

От тропосферы до высоты 55 км простирается стратосфера, затем следуют: от 55 до 80 км — мезосфера, от 80 км до 800 км — термосфера и самая внешняя область называется экзосферой. С точки зрения роли атмосферы в процессах распространения радиоволн особое значение имеют ее верхние ионизированные слои, расположенные выше волн. Они получили название ионосферы и состоят из свободных электронов, положительных и отрицательных ионов.

Ионизация атмосферы происходит под воздействием солнечной радиации, главным образом, ультрафиолетового излучения солнца, и имеет слоистый характер. В нижних слоях атмосферы плотность электронов небольшая, но уже на высоте 60 км она достигает значительной величины и влияет на распространение радиоволн. Относительно большая плотность электронов сохраняется до высоты 300–500 км, а затем она уменьшается. Степень ионизации атмосферы определяется количеством электронов в одном кубическом сантиметре газа. С повышением степени ионизации увеличиваются и ее преломляющие свойства; при одной и той же степени ионизации более короткие волны преломляются слабее, чем более длинные.

Максимум электронной плотности и изменение ее величины с высотой зависят от времени суток, периода года и неодинаковы из года в год. В течение дня обычно наблюдаются три четких максимума электронной плотности, которые располагаются друг над другом отдельными слоями: слой Е и слои F_1 и F_2 . Ниже слоя Е находится зона относительно малой плотности ионизации, которая называется слоем D. Максимум плотности слой D достигает между 60 и 90 км высоты. Высота же максимума

плотности слоя E почти постоянна и равняется примерно 110–120 км.

Максимум электронной плотности слоя F_1 находится примерно на высоте 225 км и имеет незначительные суточные и сезонные колебания. Высота слоя F_2 в зависимости от широты подвержена значительным суточным и сезонным колебаниям. Ночью слой F_2 опускается до высоты 250 км, а днем поднимается до 350 км. С наступлением темноты, т. е. после прекращения действия солнечного излучения, ионизация слоев F_1 и D быстро уменьшается. В пределах всей толщи тропосферы воздух имеет такой же состав, как и у поверхности Земли. Несмотря на это, состояние тропосферы непрерывно изменяется, что зависит от давления, температуры и влажности воздуха. Все это в свою очередь влияет на преломление радиоволн, а следовательно и на скорость их распространения.

Радиоволны огибают сферическую поверхность Земли при дальнем распространении в результате таких явлений, как дифракция, отражение от

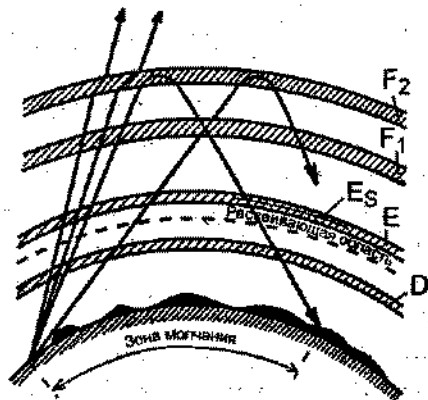


Рис. 3. Схема расположения ионосферных слоев

ионизированных слоев атмосферы, атмосферная рефракция. Сущность дифракции заключается в том, что радиоволны, встречая на своем пути какое-либо препятствие, в том числе и выпуклость Земли, огибают его.

Дифракция особенно заметна в тех случаях, когда геометрические размеры препятствий соизмеримы с длиной волн. Если же они во много раз превышают длину волн, то дифракция проявляется весьма незначительно и ею можно пренебречь. Именно поэтому в диапазоне УКВ дифракция значительно слабее, чем в диапазоне более длинных волн.

Чем же объясняется сверхдальнее распространение метровых волн?

1. Чаще всего сверхдальнее распространение волн длиной 6–10 м наблюдается при максимуме солнечной активности, которая повторяется через каждые 11 лет. В эти годы зимой электронная плотность слоя F_2 достигает днем таких значений, при которых метровые волны отражаются от него и могут быть приняты на расстояниях 2000–2500 км. Ближе 2000 км радиоволны не принимаются. Радиосвязь в этом случае может осуществляться только периодически. Качество радиосвязи удовлетворительное.

2. Возникает сверхдальнее распространение радиоволн и под действием высокой солнечной активности или при спорадических (нерегулярных) образованиях в ионосфере, когда на высоте около 110 км появляется сильно ионизированный слой E_s (или ионизированной зоны), который назвали спорадическим. От этого слоя кратковременно могут отражаться радиоволны метрового диапазона, прием которых возможен на расстояниях до нескольких тысяч километров. Спорадический слой появляет-

ся нерегулярно, поэтому длительная устойчивая радиосвязь в этом случае невозможна.

3. Ионизированные слои атмосферы, находящиеся на высоте 75–90 км, неоднородны и подобны облакам, в которых электронная плотность, а следовательно, и диэлектрическая проницаемость отличается от электронной плотности и диэлектрической проницаемости окружающей среды. Радиоволны, попадающие на такой слой, рассеиваются отражающей зоной.

В результате использования рассеивания метровых волн на неоднородностях ионосферных слоев в настоящее время осуществляется нерегулярная радиосвязь на трассах длиной 1000–2000 км при мощности передатчика не менее 5 кВт. Наиболее устойчива связь на волнах длиной 5–10 м. На более коротких волнах напряженность поля в месте приема резко снижается, и связь становится невозможной.

Рассмотрим, как содействует дальнему распространению УКВ явление атмосферной рефракции. Известно, что с удалением от земной поверхности коэффициент преломления воздуха уменьшается. Вследствие этого УКВ, выходящие под некоторым углом к горизонту, проходя через тропосферу, преломляются и распространяются по криволинейным траекториям, отклоняясь к поверхности Земли. Эта кривизна определяется степенью неоднородности среды. Явление постепенного преломления лучей названо атмосферной рефракцией.

Рассмотрим возможные случаи рефракции. При нормальном распределении давления, температуры и влажности по высоте атмосферы коэффициент преломления около поверхности Земли приблизительно на $3,4 \cdot 10^{-4}$ больше единицы. При подъеме на каждые 100 м над земной поверхностью этот коэф-

фициент уменьшается на $4 \cdot 10^{-6}$, стремясь к единице. Такое уменьшение продолжается приблизительно до высоты 10 км. На этой высоте коэффициент преломления превышает единицу на $1,09 \cdot 10^{-4}$ и остается постоянным над всеми точками поверхности. Говоря точнее, на распространение радиоволн влияет не величина коэффициента преломления, а закон его изменения в зависимости от высоты. Атмосфера, в которой коэффициент уменьшается на $4 \cdot 10^{-6}$ на каждые 100 м изменения высоты, называется стандартной атмосферой. При такой скорости уменьшения показателя преломления радиоволн, излучаемых под некоторым углом к горизонту, будет происходить по круговым траекториям радиусом около 25000 км, повернутым выпуклостью вверх (кривая 2 на рис. 4). Такую рефракцию радиоволн считают нормальной.

Для идеального случая однородности нижних слоев атмосферы, когда показатель преломления имеет неизменную величину по высоте, радиоволны распространяются по прямолинейным траекториям (рис. 4, кривая 1). Если показатель преломления нижних слоев атмосферы уменьшается на

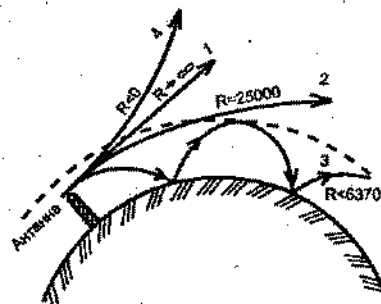


Рис. 4. Траектории распространения УКВ при различных видах атмосферной рефракции

$16 \cdot 10^6$ при подъеме на каждые 100 м, то радиус траектории радиоволн равен радиусу земного шара и радиоволны смогут огибать поверхность Земли. Когда показатель преломления уменьшается в зависимости от высоты значительно быстрее, нежели при нормальной рефракции, траектория радиоволн имеет радиус меньший радиуса земного шара, и радиоволна отражается от нижних слоев атмосферы и возвращается на Землю (рис. 4 кривая 3). При достаточной мощности передатчика радиоволны могут многократно отражаться от поверхности Земли и нижних слоев атмосферы и распространяться на значительные расстояния. Такое распространение радиоволн называется сверхрефракцией.

Однако могут быть и такие случаи, когда показатель преломления в зависимости от высоты не уменьшается, а увеличивается. Тогда УКВ будут распространяться по траекториям, повернутым выпуклостью вниз (рис. 4 кривая 4). Это уменьшает дальность радиосвязи, т. к. луч не огибает поверхности Земли. Таким образом, дальность распространения УКВ сильно зависит от изменения коэффициента преломления нижних слоев атмосферы, а следовательно, и от их состояния. Практически довольно хорошо заметно, что дальность распространения УКВ не одинакова, например, в сухую и сырую погоду, в летний и зимний периоды.

При нормальной рефракции радиоволна проходит над поверхностью Земли расстояние большее, чем расстояние прямой видимости, т. е. расстояние прямой видимости как бы увеличивается. Для этого случая дальность прямой видимости определяется формулой:

$$R = 4,12(\sqrt{H} + \sqrt{h}) \text{ км.}$$

Таким образом, благодаря рефракции эта дальность увеличивается на 15%.

Практически установлено, что уверенный прием телевизионных сигналов на приемники высокой чувствительности с использованием антенн с большим коэффициентом усиления осуществляется на расстояниях от телевизионных центров, превышающих дальность прямой видимости примерно на 30%. На большие расстояния вдоль поверхности Земли при нормальной рефракции УКВ не распространяются, поэтому и уверенный прием сигналов становится невозможным.

Когда прием телевизионных программ происходит в крупном населенном пункте или городе, оснащенном телецентром или ретранслятором, вопрос о выборе источника сигнала обычно не стоит. В условиях же сельской местности, дачного поселка, садового участка и т. д. всегда приходится решать вопрос о том, сигналы какого телецентра или ретранслятора целесообразнее всего принимать. Такой выбор встает и тогда, когда телевизор расположен вдали от телецентра или ретрансляторов и некоторые из них вещают одну и ту же программу на разных каналах. Требуется выбрать тот, который обеспечит наиболее устойчивый прием, при этом нужно учитывать расстояние до передатчика по прямой, рельеф местности между передатчиком и пунктом приема, мощность передатчика и номер канала, на котором он работает.

Не всегда следует останавливаться на ближайшем передатчике: бывает что его мощность значительно меньше, чем более удаленного. В других случаях уровень сигнала удаленного передатчика в точке приема может оказаться выше из-за того, что он имеет более высокую антенну, расположен выше

над уровнем моря или между ближайшим передатчиком и пунктом приема имеются естественные преграды в виде возвышенностей, гор или холмов.

От выбора типа антенн и тщательности ее установки и юстировки зависит уровень сигнала на входе телевизора, определяющий контрастность изображения и его качество, возможность получения цветного изображения. Для приема одной программы необходима узкополосная антенна, рассчитанная на прием определенного канала, на котором работает передатчик. Такие антенны обладают наибольшей эффективностью по сравнению с широкополосными антеннами, предназначенными для приема нескольких программ по разным каналам. Если выбранный телецентр или ретранслятор передает несколько программ, в зоне прямой видимости можно установить одну широкополосную антенну. Однако в зоне полутени придется установить в этом случае отдельные антенны для каждой программы. При необходимости принимать несколько программ с разных направлений, требуется устанавливать отдельные антенны, каждая из которых должна быть узкополосной и жестко ориентирована на заданного передатчика в заданном частотном канале. Это связано с тем, что переориентировать антенну каждый раз при переходе с приема одной программы на другую крайне неудобно. Трудность использования отдельных антенн для каждой программы состоит в необходимости вести от каждой антенны отдельный фидер, что затрудняет переход с одной антенны на другую, связанный с необходимостью переключения штекеров к антенному гнезду телевизора. Однако эта трудность легко преодолевается, если использовать разделительный

фильтр, который позволяет подключить к одному общему фидеру две отдельные антенны.

На прием телевизионного сигнала очень большое влияние оказывает правильное и весьма тщательное ориентирование приемной антенны. Она должна быть направлена на передатчик таким образом, чтобы изображение на экране телевизора имело наибольшую четкость по горизонтали, отсутствовали повторения на изображении. При распространении УКВ в пределах прямой видимости к месту расположения приемной антенны могут одновременно приходиться несколько радиоволн: одна прямая и одна или несколько отраженных от расположенных вблизи сооружений или зданий, а также волны, создаваемые вторичным излучением от всевозможных металлических сооружений. Чаще всего это явление наблюдается в городах, где множество высотных зданий и сооружений и т. д. Попадая на приемную антенну, отраженные волны искажают принимаемое телевизионное изображение в виде повторов.

Стандарты и система телевидения

Системы преобразования изображения и звукового сопровождения телевизионной передачи в электрический сигнал на передающей стороне и обратного преобразования на приемной устанавливаются телевизионным стандартом. Разные страны мира используют разные стандарты, сложившиеся исторически, которые различаются числом строк в полном кадре, частотой поля, разносом между несущими частотами изображения и звукового сопровождения, видом модуляции несущей и т. д.

В большинстве стран мира их стандартами предусмотрено разложение изображения на 625 строк

и 50 полей при чересстрочной развертке. В странах Америки, Японии и некоторых других частота полей составляет 60 Гц, а число строк в полном кадре – 525.

На рис. 5 изображен спектр частот электромагнитных колебаний, излучаемых передающей телевизионной антенной. Излучаются две несущие частоты: одна – несущая частота изображения, а вторая – звукового сопровождения. Разнос несущих частот по нашему стандарту должен соответствовать 6,5 МГц. Для передачи сигналов звукового сопровождения отведена полоса частот шириной 250 КГц и дополнительно возле верхней границы этого канала предусмотрена защитная зона с полосой 125 КГц. Для передачи к приемникам части нижних боковых частот передатчика изображения отведена полоса частот шириной 1,25 МГц. Полная полоса частот, которую занимает телевизионная передача, равняется 8,0 МГц и называется шириной

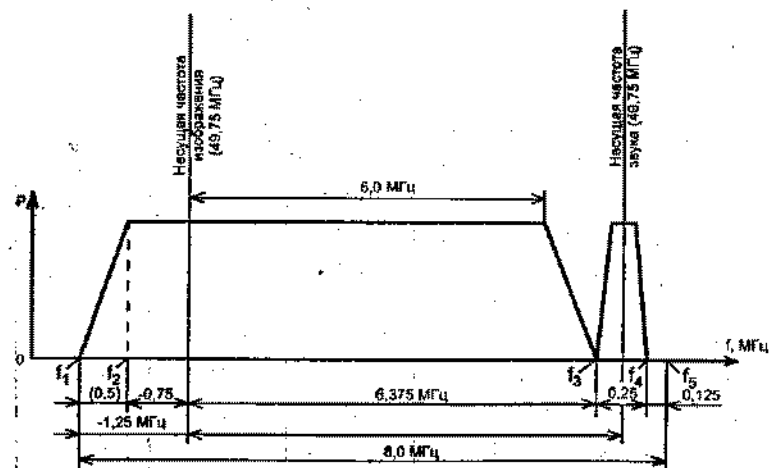


Рис. 5. Спектр частот радиоканала для передачи телевизионной программы

радиоканала телевизионной программы. Чтобы телевизионные станции не мешали друг другу, они должны работать в разных участках УКВ диапазона. Для телевидения выделены три диапазона частот в области метровых волн и два диапазона в области дециметровых. Каждому телевизионному каналу присваивается постоянный порядковый номер. Первый и второй частотные каналы относятся к диапазону I, с третьего по пятый – к диапазону II, с шестого по двенадцатый – к диапазону III, с 21-го по 39-й – к диапазону IV, а с 40-го по 80-й – к диапазону V.

В таблицах 2, 3 приведены основные параметры телевизионных частотных каналов в области метровых и дециметровых волн.

Таблица 2

Частотные каналы телевизионного вещания в метровом диапазоне

Но- мер кана- ла	Полоса частот канала, МГц	Средняя частота канала, МГц	Несущая частота изображе- ния, МГц	Несущая частота звукового сопровожд- ения, МГц	Длина волны средней частоты канала, м
1	48,5–56,5	52,500	49,75	56,25	5,72
2	58,415–66,415	62,415	59,25	65,75	4,84
3	76,434–84,434	80,434	77,25	83,75	3,75
4	84,44–92,44	88,44	85,25	91,75	3,41
5	92,445–100,445	96,445	93,25	99,75	3,13
6	174,47–182,47	178,47	175,25	181,75	1,68
7	182,472–190,472	186,472	183,25	189,75	1,61
8	190,473–198,473	194,473	191,25	197,75	1,55
9	198,474–206,474	202,474	199,25	205,75	1,48
10	206,475–214,475	210,475	207,25	213,75	1,43
11	214,476–222,476	218,476	215,25	221,75	1,37
12	222,477–230,477	226,477	223,25	229,75	1,32

Таблица 3

**Частотные каналы телевизионного вещания
в дециметровом диапазоне**

Но- мер кана- ла	Полоса частот канала, МГц	Средняя частота канала, МГц	Несущая частота изображе- ния, МГц	Несущая частота звукового сопровожд- ения, МГц	Длина волны средней частоты канала, м
1	2	3	4	5	6
21	470,489-478,489	474,489	471,25	477,75	0,632
22	478,489-486,489	482,489	479,25	485,75	0,622
23	486,489-494,489	490,489	487,25	493,75	0,612
24	494,489-502,489	498,489	495,25	501,75	0,602
25	502,490-510,490	506,490	503,25	509,75	0,592
26	510,490-518,490	514,490	511,25	517,75	0,583
27	518,490-526,490	522,490	519,25	525,75	0,574
28	526,490-534,490	530,490	527,25	533,75	0,566
29	534,490-542,490	538,490	535,25	541,75	0,557
30	542,490-550,490	546,490	543,25	549,75	0,549
31	550,490-558,490	554,490	551,25	557,75	0,541
32	558,491-566,491	562,491	559,25	565,75	0,533
33	566,491-574,491	570,491	567,25	573,75	0,526
34	574,491-582,491	578,491	575,25	581,75	0,519
35	582,491-590,491	586,491	583,25	589,75	0,512
36	590,491-598,491	594,491	591,25	597,75	0,512
37	598,491-606,491	602,491	599,25	605,75	0,498
38	606,491-614,491	610,491	607,25	613,75	0,491
39	614,491-622,491	618,491	615,25	621,75	0,485
40	622,492-630,492	626,492	623,25	629,75	0,479
41	630,492-638,492	634,492	631,25	637,75	0,473
42	638,492-646,492	642,492	639,25	645,75	0,467
43	646,492-654,492	650,492	647,25	653,75	0,461
44	654,492-662,492	658,492	655,25	661,75	0,456
45	662,492-670,492	666,492	663,25	669,75	0,450
46	670,492-678,492	674,492	671,25	677,75	0,445
47	678,492-686,492	682,492	679,25	685,75	0,440
48	686,492-694,492	690,492	687,25	693,75	0,435
49	694,492-702,492	698,492	695,25	701,75	0,430
50	702,493-710,493	706,493	703,25	709,75	0,425
51	710,493-718,493	714,493	711,75	717,75	0,420

Окончание табл. 3

1	2	3	4	5	6
52	718,493-726,493	722,493	719,25	725,75	0,415
53	726,493-734,493	730,493	727,25	733,75	0,411
54	734,493-742,493	738,493	735,25	741,75	0,406
55	742,493-750,493	746,493	743,25	749,75	0,402
56	750,493-758,493	754,493	751,25	757,75	0,398
57	758,493-766,493	762,493	759,25	765,75	0,393
58	766,493-774,493	770,493	767,25	773,75	0,389
59	774,493-782,493	778,493	775,25	781,75	0,385
60	782,493-790,493	786,493	783,25	789,75	0,381
61	790,493-798,493	794,493	791,25	797,75	0,377
62	798,493-806,493	802,493	799,25	805,75	0,374
63	806,493-814,493	810,493	807,25	813,75	0,370
64	814,494-822,494	818,494	815,25	821,75	0,367
65	822,494-830,494	826,494	823,25	829,75	0,363
66	830,494-838,494	834,494	831,25	837,75	0,360
67	838,494-846,494	842,494	839,25	845,75	0,356
68	846,494-854,494	850,494	847,25	853,75	0,352
69	854,494-862,494	858,494	855,25	861,75	0,349
70	862,494-870,494	866,494	863,25	869,75	0,346
71	870,494-878,494	874,494	871,25	877,75	0,343
72	878,494-886,494	882,494	879,25	885,75	0,339
73	886,494-894,494	890,494	887,25	893,75	0,336
74	894,494-902,494	898,494	895,25	901,75	0,333
75	902,494-910,494	906,494	903,25	909,75	0,330
76	910,494-918,494	914,494	911,25	917,75	0,328
77	918,494-926,494	922,494	919,25	925,75	0,325
78	926,494-934,494	930,494	927,25	933,75	0,322
79	934,494-942,494	938,494	935,25	941,75	0,319
80	942,494-950,494	946,494	943,25	949,75	0,317

Помимо разных телевизионных стандартов существуют три разные системы цветного телевидения — СЕКАМ, ПАЛ, и НТСЦ, каждая из которых характеризуется определенным способом формирования сигнала, содержащего информацию о цвете элементов изображения.

Различия в стандартах мешают использовать телевизор, рассчитанный на один стандарт, для приема передачи по другому. Такие рассогласования обычно происходят при использовании импортных телевизоров, когда из-за разницы в стандартах оказывается невозможно принять звуковое сопровождение телевизионных передач или при цветной передаче изображение на экране телевизора оказывается черно-белым. В таких случаях неизбежна перенастройка телевизора, и порой достаточно сложная. Поэтому в последних разработках телевизоров устанавливаются микропроцессоры, которые распознают стандарт принятого телевизионного сигнала и систему цветного телевидения. Процессор производит необходимые переключения в схеме телевизора, которые обеспечивают нормальный прием изображения и звука.

Прием сигналов радиовещания

В связи с тем, что цель радиовещания состоит в передаче звуковой информации, ширина частотного спектра радиовещательной станции сравнительно невелика. Так как высшая частота звука, воспринимаемого органами слуха человека, не превышает 16 КГц, для передачи звуковых сигналов при амплитудной модуляции достаточно передавать спектр шириной 32 КГц. В действительности радиовещательные станции с амплитудной модуляцией передают более узкий спектр частот, не превышающий 14 КГц. Это связано с тем, что и при таком узком спектре достигается вполне удовлетворительное качество звука, но вдвое увеличивается количество радиостанций, которые можно разместить в выделенных для радиовещания диапазонах частот

длинных волн (ДВ), средних волн (СВ), и коротких волн (КВ).

Значительно большие возможности для высококачественного радиовещания представляются при использовании диапазона УКВ, где практически можно разместить неограниченное количество радиостанций благодаря большой ширине этого диапазона и ограниченному радиусу действия каждой из них. В диапазоне УКВ каждой радиостанции допустимо выделить достаточно широкую полосу частот, что позволяет использовать вместо амплитудной частотную модуляцию сигнала (ЧМ), которая устраняет влияние атмосферных и промышленных помех.

Международным консультативным комитетом (МККР) для радиовещания выделены диапазоны частот в пределах от 150 до 450 КГц длинные волны (ДВ), от 525 до 1605 КГц средние волны, а также участка в диапазоне коротких волн (КВ), носящих названия поддиапазонов:

3950–4000 КГц	75 м
5950–6200 КГц	49 м
7160–7300 КГц	41 м
9500–9775 КГц	31 м
11700–11975 КГц	25 м
15100–15450 КГц	19 м
17700–17900 КГц	16 м
21450–21750 КГц	13 м
25600–26100 КГц	11 м

В диапазоне УКВ радиовещание ведется на участке частот от 65,8 до 73,0 МГц (диапазон УКВ ЧМ) и от 88,0 до 108,0 МГц (диапазон УКВ ФМ).

Радиовещание в диапазоне ДВ характеризуется тем, что при достаточной мощности радиостанции прием сигнала оказывается возможным на очень

больших расстояниях (до 2000 км). Это объясняется с одной стороны наличием так называемой «земной волны», когда радиоволны огибают земную поверхность, а с другой – значительной рефракцией от нижних ионизированных слоев атмосферы. При большой протяженности территории России это свойство диапазона ДВ особенно важно. К недостаткам этого диапазона относится его относительная узость, ограничивающая количество радиостанций.

Радиовещательные станции диапазона СВ обеспечивают прием на расстояниях порядка 1000 км, но особенности этого диапазона состоят в различном уровне рефракции в течение дня и ночи. Днем рефракция ослабевает и дальность приема уменьшается, в ночное же время напряженность поля даже при большом удалении от передатчика значительно возрастает. Радиовещание в диапазоне СВ чрезвычайно популярно во всем мире, по всей ширине он позволяет разместить в 4 раза больше радиостанций, чем диапазон ДВ. В нем работают как радиостанции мощностью в десятки ватт, так и в сотни киловатт. Диапазон СВ весьма популярен среди радиослушателей во всем мире.

В диапазоне КВ земная волна сильно поглощается поверхностью Земли, поэтому прием за счет земной волны ограничивается небольшим расстоянием (до 100 км). Но волны этого диапазона интенсивно отражаются ионосферой. За счет многократных отражений от ионосферы и от Земли радиоволны диапазона КВ способны многократно огибать земной шар. Это позволяет использовать КВ для связи на сколь угодно больших расстояниях.

В последнее время в нашей стране началось широкое развитие систем гражданской связи, работающих в диапазоне 27 МГц. В России внедрению

этого вида радиосвязи положило решение государственной комиссии по радиочастотам. Оно разрешает использование радиостанций личного пользования в диапазоне 27 МГц, так называемом гражданском диапазоне (Си-Би). Сегодня в России гражданская связь становится массовым, наиболее доступным средством обмена сообщениями и информацией между людьми. Предоставлено право использования всех типов радиостанций диапазона 27 МГц как отдельным гражданам, так и юридическим лицам при наличии соответствующего разрешения Главного управления Государственного надзора за связью в Российской Федерации (Главсвязьнадзор РФ). Перед покупкой аппаратуры будущий пользователь должен обратиться в местное управление Главгоссвязьнадзора для получения разрешения на приобретение радиостанции.

Для того, чтобы в полной мере пользоваться возможностями гражданского диапазона, необходимо обладать не только хорошей аппаратурой и эффективными антеннами, но и соблюдать правила и дисциплину поведения в эфире, а именно: всегда быть тактичными и не мешать радиосвязи, если в данный момент канал занят другим пользователем. Ведь частотные каналы в диапазоне 27 МГц не закреплены за какими-либо радиосетями или абонентами. Все владельцы радиостанций Си-Би имеют равные права.

Параметры и характеристики приемных антенн

Вопросы проектирования, изготовления и использования антенн для диапазонов длинных (ДВ), средних (СВ), и коротких (КВ) волн содержат зна-

чительно меньше проблем, чем антенны для диапазона УКВ, особенно телевизионных. Дело в том, что в диапазонах ДВ, СВ, КВ передатчики, как правило, обладают большой мощностью, распространение радиоволн этих диапазонов связано с большими значениями дифракции и рефракции в атмосфере, и приемные устройства обладают высокой чувствительностью.

При передаче и приеме сигнала в диапазоне УКВ и в частности телевизионного сигнала обеспечение необходимых значений этих параметров вызывает ряд трудностей, а именно: достижение мощностей телевизионных передатчиков, таких как радиовещательных, оказалось пока невозможным; явления дифракции и рефракции в диапазоне УКВ незначительны; чувствительность телевизионного приемника ограничена уровнем его собственных шумов и составляет из-за необходимости приема широкополосного сигнала примерно 5 мкВ. Поэтому для получения на экране телевизора высокого уровня изображения уровень входного сигнала должен быть не менее 100 мкВ. Однако из-за небольшой мощности передатчика и худших условий распространения радиоволн напряженность электромагнитного поля в точке приема оказывается невысокой. Отсюда возникает одно из главных требований, предъявляемых к телевизионной антенне: при данной напряженности поля в точке приема антенна должна обеспечить необходимое напряжение сигнала для нормальной работы телевизионного приемника.

Приемная антенна представляет собой одиночный провод или систему проводов, предназначенных для преобразования энергии электромагнитных волн в энергию токов высокой частоты. Пара-

метры антенны при работе на прием и на передачу идентичны, поэтому можно применять принцип взаимности антенных устройств, дающих возможность некоторые характеристики и параметры антенны определять в режиме передачи, а другие в режиме приема.

Радиоволны, попадая на окружающие предметы, наводят в них электрические токи высокой частоты. Последние создают электромагнитное поле, и происходит отражение электромагнитной волны. Антенна принимает как прямые, так и отраженные радиоволны, которые приводят к искажению изображения на экране телевизора.

Экспериментальные исследования показали, что при использовании вертикальной поляризации к месту приема приходит значительно больше отраженных волн, чем при использовании горизонтальной поляризации. Это объясняется тем, что в окружающем пространстве, особенно в городах, имеется множество вертикальных, хорошо отражающих препятствий (здания, столбы, трубы, магниты). При выборе вида поляризации учитываются и свойства антенны. Конструктивно горизонтальные антенны проще вертикальных. Почти все они обладают направленностью в горизонтальной плоскости, что ослабевает прием помех и отраженных волн за счет пространственной избирательности.

Приемные телевизионные антенны должны удовлетворять следующим основным требованиям:

- иметь простую и удобную в эксплуатации конструкцию;
- высокую пространственную избирательность;
- пропускать широкую полосу частот;

- обеспечивать высокое отношение уровня сигнала к уровню помех при приеме;
- обладать слабой зависимостью входного сопротивления и коэффициента усиления от частоты.

Входное сопротивление антенны

Антенна является источником сигнала, который характеризуется электродвижущей силой (ЭДС) и внутренним сопротивлением, которое называется входным сопротивлением антенны. Входное сопротивление определяется отношением направления на зажимах антенны к току на входе фидера. Величину входного сопротивления антенны необходимо знать для того, чтобы правильно согласовать антенну с кабелем и телевизором: только при этом условии на вход телевизора поступает наибольшая мощность. При правильном согласовании входное сопротивление антенны должно равняться входному сопротивлению кабеля, которое, в свою очередь, должно быть равно входному сопротивлению телевизора.

Входное сопротивление антенны имеет активную и реактивную составляющие. Входное сопротивление настроенной в резонанс антенны чисто активно. Оно зависит от типа антенны и ее конструктивных особенностей. Например, входное сопротивление линейного полуволнового вибратора составляет 75 Ом, а петлевого вибратора – около 300 Ом.

Согласование антенны с кабелем-фидером

Согласование антенны с кабелем характеризуется коэффициентом бегущей волны (КБВ). При отсутствии идеального согласования антенны и кабе-

ля имеет место отражение падающей волны (входного напряжения), например, от конца кабеля или другой точки, где его свойство резко меняется. В этом случае вдоль кабеля распространяются в противоположных направлениях падающая и отраженная волны. В тех точках, где фазы обеих волн совпадают, суммарное напряжение максимально (пучность), а в точках, где фазы противоположны, оно минимально (узел).

Коэффициент бегущей волны определяется соотношением:

$$КБВ = \frac{U_{\min}}{U_{\max}}$$

В идеальном случае КБВ=1 (когда имеет место режим бегущей волны, т. е. ко входу телевизора передается сигнал максимально возможной мощности, т. к. в кабеле нет отраженных волн). Это возможно при согласовании входных сопротивлений антенны, кабеля и телевизора. В худшем случае (когда $U_{\min}=0$) КБВ=0 (имеет место режим стоячей волны, то есть амплитуды падающей и отраженной волн равны, и энергия вдоль кабеля не передается).

Коэффициент стоячей волны определяется соотношением:

$$КСВ = \frac{1}{КБВ}$$

Коэффициент направленного действия и коэффициент усиления антенны

Приемная ненаправленная антенна принимает сигналы со всех направлений. Направленная приемная антенна обладает пространственной избирательностью. Это имеет важное значение, т. к. при

малом уровне направленности поля в месте приема такая антенна увеличивает уровень принимаемого сигнала и ослабляет внешние помехи, приходящие с других направлений.

Коэффициент направленного действия приемной антенны представляет собой число, показывающее, во сколько раз мощность, поступающая на вход телевизора при приеме на направленную антенну, больше мощности, которую можно получить при приеме на ненаправленную антенну (при той же напряженности поля).

Свойства направленности антенны характеризуются диаграммой направленности. Диаграмма направленности приемной антенны представляет собой графическое изображение зависимости напряжения сигнала на входе телевизора от угла поворота антенны в соответствующей плоскости. Эта диаг-

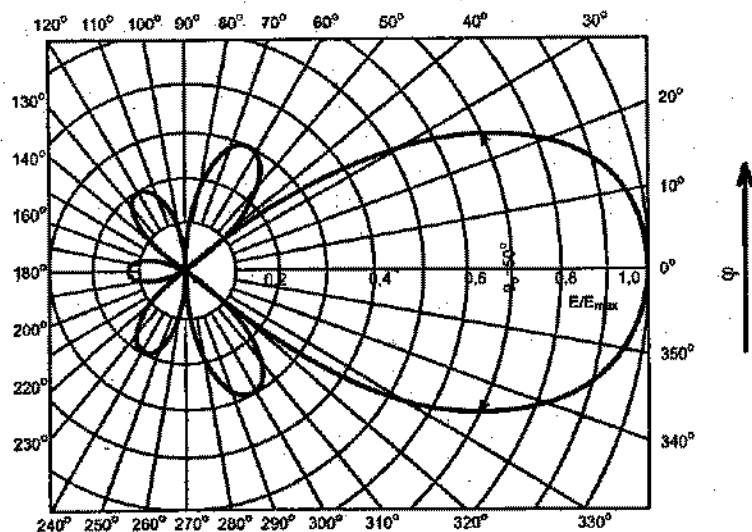


Рис. 6. Диаграмма направленности антенны в полярной системе координат

рамма характеризует зависимость ЭДС, наведенной в антенне электромагнитным полем, от направления прихода сигнала. Строится она в полярной или прямоугольной системе координат. На рис. 6, 7 представлены диаграммы направленности антенны типа «волновой канал».

Диаграммы направленности антенн чаще всего являются многолепестковыми. Лепесток, соответствующий направлению прихода волны при котором в антенне наводится максимальная ЭДС, называется главным. В большинстве случаев диаграмма направленности имеет еще обратный (задний) и боковые лепестки. Для удобства сравнения между собой различных антенн их диаграммы направленности нормируют, т. е. строят в относительных величинах, принимая наибольшую ЭДС за единицу (или за сто процентов).

Основными параметрами диаграммы направленности являются ширина (угол раствора) главного

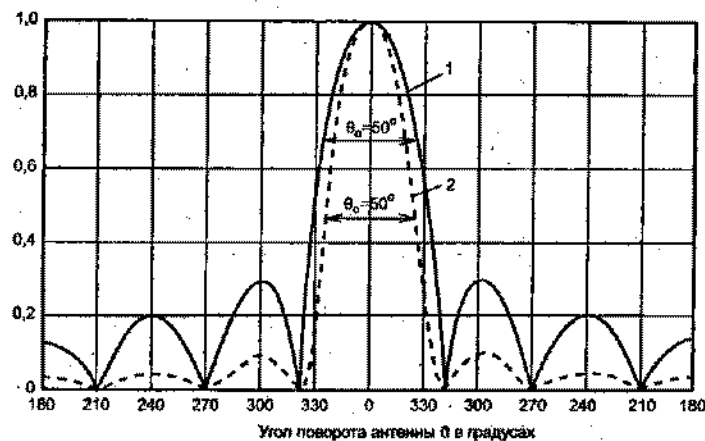


Рис. 7. Диаграмма направленности антенны в прямоугольной системе координат

лепестка в горизонтальной и вертикальной плоскостях. По ширине главного лепестка судят о направленных свойствах антенны. Чем эта ширина меньше, тем больше направленность.

Уровень боковых и задних лепестков характеризует помехозащищенность антенны. Она определяется с помощью коэффициента защитного действия (КЗД) антенны, под которым понимают отношение мощности, выделяемой антенной на согласованной нагрузке при приеме с заднего или бокового направления, к мощности на той же нагрузке при приеме с главного направления.

Часто коэффициент защитного действия выражают в логарифмических единицах – децибелах:

$$\text{КЗД} = 20 \lg \frac{P_{\max}}{P_{\text{об}}}$$

Направленные свойства антенны характеризуются также коэффициентом направленного действия (КНД) – числом, показывающим, во сколько раз мощность сигнала, поступающего на вход телевизора при приеме на данную направленную антенну, больше мощности, которую можно было бы получить при приеме на ненаправленную или направленную эталонную антенну. В качестве эталонной антенны чаще всего используют полуволновый вибратор (диполь), коэффициент направленного действия которого по отношению к гипотетической ненаправленной антенне равен 1,64 (или 2,15 дБ). КНД характеризует предельно возможный выигрыш по мощности, который может дать антенна благодаря своим направленным свойствам в предположении, что в ней полностью отсутствуют потери. В действительности любая антенна обладает по-

терями и даваемый ею выигрыш по мощности всегда меньше предельно возможного. Реальный выигрыш антенны по мощности относительно гипотетического изотропного излучателя или полуволнового вибратора характеризуется коэффициентом усиления по мощности K_p , который связан с КНД соотношением:

$$K_p = \text{КНД} \cdot \eta$$

где η – коэффициент полезного действия (КПД) антенн.

КПД антенны характеризует потери мощности в антенне и представляет собой отношение мощности излучения к сумме мощностей излучения и потерь, то есть к полной мощности, которая подводится к антенне от передатчика:

$$\eta = \frac{P_u}{P_u + P_{\text{п}}}$$

где P_u – мощность излучения, $P_{\text{п}}$ – мощность потерь.

Ширина полосы пропускания антенны

Полоса пропускания приемной телевизионной антенны представляет собой спектр частот, в пределах которого выдержаны все основные значения ее электрических характеристик. Частотная характеристика настроенной антенны подобна резонансной кривой колебательного контура. Поэтому по аналогии с полосой пропускания контура может быть определена и полоса пропускания антенны.

На резонансной (фиксированной) частоте антенна имеет определенную величину входного сопротивления, которое согласуется с сопротивлением нагрузки. За такую частоту обычно принимается

средняя частота телевизионного канала, на которой реактивное сопротивление антенны равно нулю. На частотах ниже резонансной она носит емкостной характер, а на частотах выше резонансной — индуктивный.

Таким образом, изменение частоты приводит как к изменению активной составляющей, так и к появлению реактивной составляющей входного сопротивления. Вследствие этого мощность, подводимая к нагрузке, уменьшается.

Особенно это заметно на крайних частотах, наиболее удаленных от резонансной частоты. Допустимо уменьшение мощности не более чем в два раза. Исходя из этого шириной полосы пропускания $2\Delta f$ считается такой спектр частот вблизи резонансной частоты f_0 , в пределах которого подводимая к нагрузке мощность уменьшится не более чем в два раза.

Для обеспечения хорошего качества приема антенна должна пропускать весь спектр частот телевизионного сигнала, который для одного канала равен 8 МГц. Качество изображения остается еще достаточно хорошим, если антенна пропускает полосу частот не менее 6 МГц. Дальнейшее сужение полосы частот приводит к ухудшению качества изображения и к потере его четкости. Самый эффективный метод расширения полосы пропускания — уменьшение эквивалентного волнового сопротивления вибратора за счет увеличения его поперечных размеров. Таким путем увеличивается погонная емкость и уменьшается погонная индуктивность вибратора. Кроме всего прочего полоса пропускания антенны ограничивается и полосой пропускания фидера снижения.

Симметрирующие и согласующие устройства приемных телевизионных антенн

Приемная телевизионная антенна соединяется со входом телевизора с помощью кабеля снижения, который передает принятые антенной сигналы на вход телевизора. Для этой цели обычно используется несимметричный коаксиальный кабель.

Для преобразования входного сопротивления антенны в сопротивление близкое или равное волновому сопротивлению коаксиального кабеля служит согласующее устройство.

Симметрирование антенны осуществляется в тех случаях, когда к симметричной антенне подключается несимметричный коаксиальный кабель. Симметрирующее устройство устраняет высокочастотные токи на наружной поверхности оплетки коаксиального кабеля и вызванные ими искажения диаграммы направленности антенны. Обычно симметрирование и согласование выполняется одним симметрирующе-согласующим устройством (ССУ).

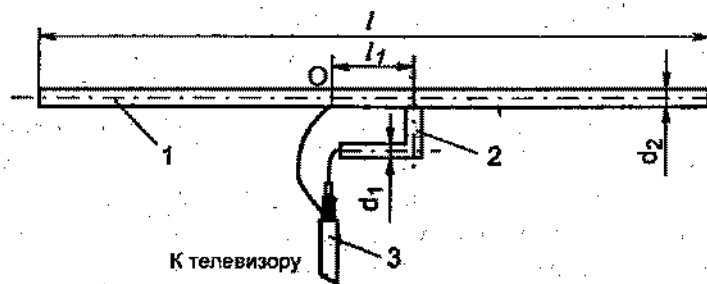


Рис. 8. Симметрирующе-согласующее устройство типа «фазосдвигающее колено»:

1 — полуволновый линейный вибратор (антенна); 2 — фазосдвигающее колено; 3 — кабель снижения

Для полуволнового линейного неразрезного вибратора применяется ССУ типа «фазосдвигающее колено» (рис. 8). Это устройство хорошо работает в полосе частот $\pm 5\%$ от средней частоты антенны. Изготавливается данное ССУ из латунной или иной трубки диаметром d_1 , равным диаметру вибратора d_2 , который в свою очередь, равен одной пятидесятой длины волны ($\lambda/50$). Длина колена l_1 равна $\lambda/10$.

Для линейного разрезного вибратора наиболее простым по конструкции ССУ является «четвертьволновый короткозамкнутый мостик» на отрезках коаксиальных кабелей (рис. 9), в котором роль мостика играют экраны кабелей. Экран кабеля 1, соединяющего антенну с телевизором, подключается к одной трубке вибратора, а экран кабеля 2 к другой. Центральная жила кабеля 1 соединяется с той же трубкой вибратора, что и экран кабеля 2. На расстоянии $\lambda/4$ от вибратора экраны кабелей 1 и 2 соединяются друг с другом, образуя «четвертьволно-

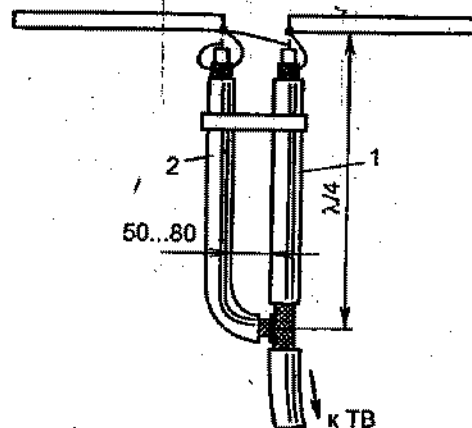


Рис. 9. Симметрирующе-согласующее устройство типа «четвертьволновый короткозамкнутый мостик»

вый короткозамкнутый мостик». Центральную жилу кабеля 2 на обоих концах этого кабеля следует припаять к экрану. Кабели 1 и 2 должны быть закреплены параллельно друг другу.

ССУ типа «четвертьволновый короткозамкнутый мостик» можно также изготовить из медных или латунных трубок (рис. 10). Длина мостика l_1 от вибратора до замыкающей перемычки равна $\lambda/4$, где λ — средняя длина волны телевизионного канала. Концы трубок, спускающиеся ниже замыкающей перемычки, могут быть произвольной дли-

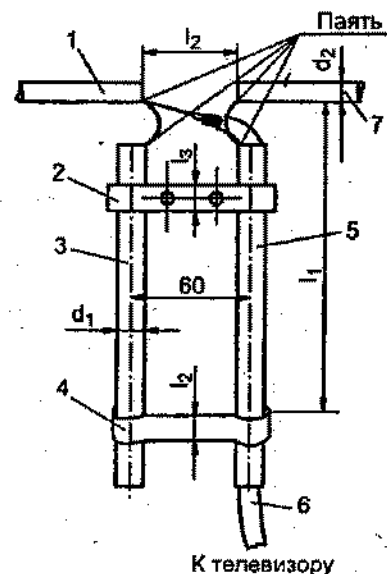


Рис. 10. Другая конструкция ССУ типа «четвертьволновый короткозамкнутый мостик»:

1 — левая трубка вибратора; 2 — диэлектрическая планка, ее ширина $l_2 = 15-20$ мм; 3 — левая трубка мостика; 4 — короткозамыкающая металлическая перемычка, ее ширина $l_2 = 10-12$ мм; 5 — правая трубка мостика; 6 — кабель снижения; 7 — правая трубка вибратора; диаметры трубок — $d_1 = 12-20$ мм, $d_2 = 8-25$ мм

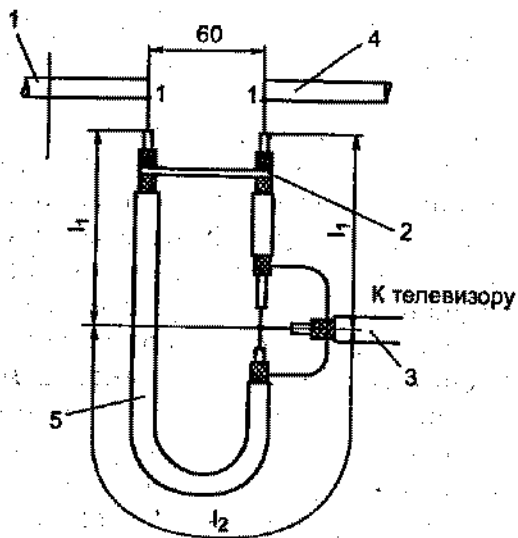


Рис. 11. Синхронизирующе-согласующее устройство типа «волновое U-колесо»:

1 и 4 – вибраторы; 2 – перемычка; 3 – кабель снижения;
5 – отрезок трубы

ны. Симметрирующий мостик не нарушает согласования, т. к. его входное сопротивление очень велико во всей полосе частот телеканала и не шунтирует антенну. Настройка мостика осуществляется путем перемещения перемычки вдоль трубок.

Широко распространено также ССУ типа «волновое U-колесо» (рис. 11). В этом устройстве в качестве согласующего трансформатора применен четвертьволновый отрезок коаксиального кабеля, а удлинение одной ветви на отрезок, равный полуволне, изменяет фазу тока, питающего вторую половину вибратора антенны. Размеры U-колеса определяются по формулам:

$$l_1 = \frac{\lambda}{4n} \cdot \frac{1}{l_2} = \frac{\lambda}{2n}$$

где λ – средняя длина волны; n – коэффициент укорочения, который для кабелей типа РК-75-4 равен 1,52.

Для петлевого вибратора чаще всего используется ССУ типа «полуволновое U-колесо» (рис. 12) из коаксиального кабеля с волновым сопротивлением 75 Ом, которое может быть использовано для приема как метровых так и дециметровых волн.

Как видно из рис. 12 зажимы 1 петлевого вибратора соединены между собой полуволновым отрезком коаксиального кабеля 2, а несимметричный кабель 3 присоединен к одному из зажимов вибратора. Вследствие того, что электрическая длина петли 2 равна полуволне, ток правой половины вибратора в точке 1 изменит свое направление на противоположное и, следовательно, токи обеих половин вибратора в точке присоединения центральной жилы кабеля имеют одинаковую фазу и складываются.

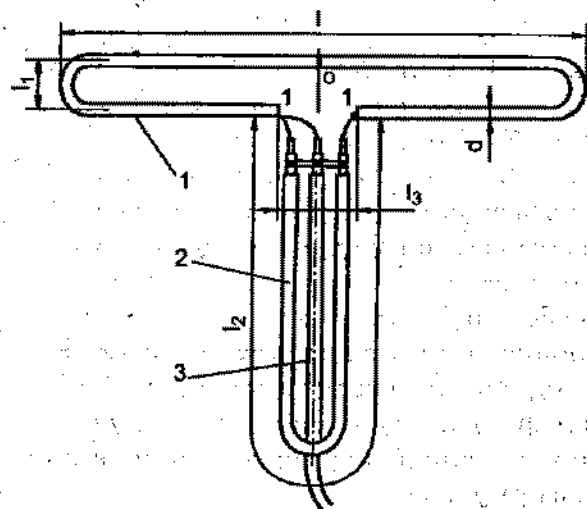


Рис. 12. Симметрирующе-согласующее устройство типа «полуволновое U-колесо»

ются. Симметрия токов в каждом плече вибратора сохраняется. Для метровых каналов $l_1=50-80$ мм, $l_2=50-80$ мм, $d=10-20$ мм. Длина U-колена определяется соотношением:

$$l = \frac{\lambda}{2\Pi}$$

где λ — длина волны (средняя) телевизионного канала, Π — коэффициент ускорения (1,52)

Рабочая полоса ССУ типа «полуволновое U-колено» составляет $\pm 20\%$ от средней частоты.

Размеры U-колена для метровых каналов, изготовленного из кабеля со сплошной полиэтиленовой изоляцией (РК-75) приведены в табл. 4.

Таблица 4

Длина кабеля ССУ типа «полуволновое U-колено»

Номер канала	1	2	3	4	5	6
Длина, мм	1880	1600	1240	1120	1030	560
Номер канала	7	8	9	10	11	12
Длина, мм	530	510	490	470	455	440

Для метрового диапазона широко применяются малогабаритные широкодиапазонные схемы ССУ, изготавливаемые для антенн всех типов, включающие в схему высокочастотные трансформаторы.

ССУ, представленное на рис. 13, состоит из двух высокочастотных трансформаторов. Катушки трансформаторов наматываются на кольца из термостабильных никель-цинковых ферритов марки М500. Размеры кольца $D = 7$ мм; $d = 4$ мм; $h = 2$ мм, где D — наружный диаметр кольца, d — внутренний диаметр кольца, h — высота кольца.

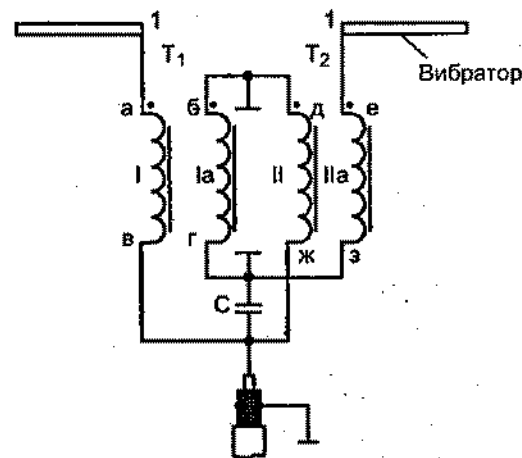


Рис. 13. ССУ на основе высокочастотных трансформаторов на ферритовых кольцах

Намотка согласная рядовая в два провода ПЭТВ-2. Диаметр провода 0,21 мм, каждая катушка содержит по восемь витков. Начала обмоток обозначены на рис. 13 точками.

В ССУ, представленном на рис. 14 используется трансформатор на воздушном сердечнике. Катушки этого трансформатора наматываются согласно в два провода на диэлектрических каркасах, конструкция которых представлена на рис. 15. Катушки наматываются проводом ПЭТВ-2 диаметром 0,33 мм. Число витков каждой катушки 10×2 .

В дециметровом диапазоне волн в основном используется ССУ типа «полуволновое U-колено» рис. 11, а также ССУ, показанное на рис. 16. Это устройство представляет собой свернутую в спираль полуволновую полосковую линию, центральным проводником которой служит лента, намотанная на каркас из полистирола или органического стекла, а

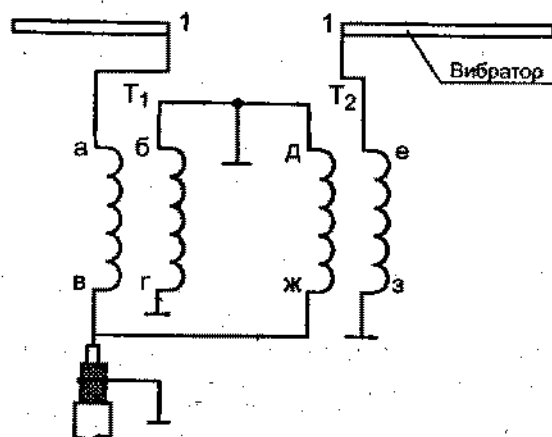


Рис. 14. ССУ на основе воздушных трансформаторов

земляным проводником — латунная трубка с узкой, продольной щелью. Конструкция его показана на рис. 17. Устройство имеет 1,5–2-кратную полосу частот.

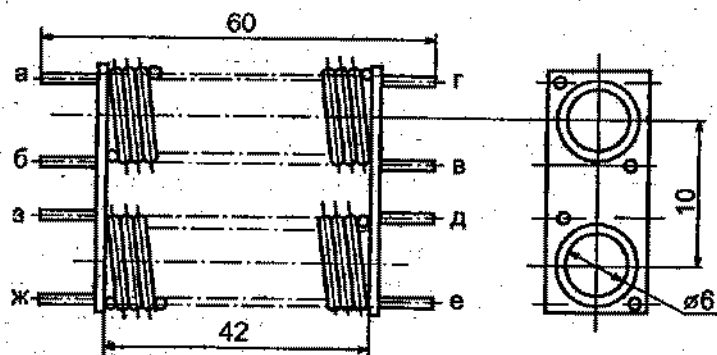


Рис. 15. Конструкция ССУ на основе воздушных трансформаторов

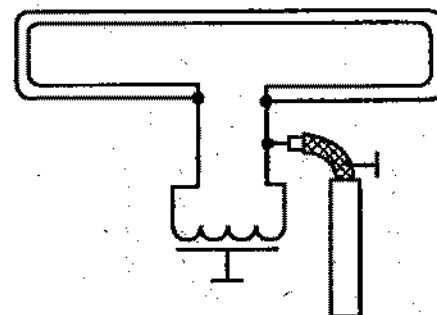


Рис. 16. Подключение ССУ на основе полосковой линии

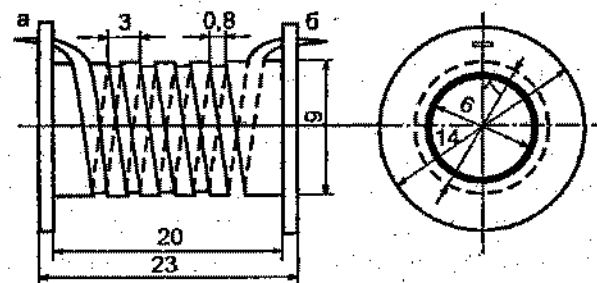


Рис. 17. Конструкция ССУ на основе полосковой линии

Комнатные телевизионные антенны

Для электромагнитного поля стены здания не являются непреодолимым препятствием, и поле существует внутри здания. Поэтому имеется возможность принять телевизионный сигнал, воспользовавшись комнатной антенной. Все корпоративные телевизионные приемники в настоящее время оборудуются встроенной телескопической антенной, которая позволяет принимать сигнал без использования наружной антенны. Однако крайне редко внутренняя комнатная антенна позволяет получить

хорошее качество изображения на экране. Это связано с целым рядом причин.

Напряженность электромагнитного поля внутри здания значительно меньше, чем на открытой местности, а тем более чем на крыше здания. Значительная часть энергии сигнала поглощается стенами — меньше деревянными, сильнее кирпичными, особенно сильное поглощение происходит в железобетонных стенах. Сильное влияние на уровень напряженности поля внутри помещения оказывают направление и размер окон и этажность помещения.

Комнатные антенны метрового диапазона из-за ограниченности их размера являются слабонаправленными и обладают весьма малым коэффициентом усиления.

Антенны дециметрового диапазона имеют меньшие размеры и в комнатных условиях могут быть применимы более сложные их конструкции с повышенным коэффициентом усиления. Однако поглощение стенами энергии этого диапазона значительно больше, а чувствительность телевизора в дециметровом диапазоне ниже. Поэтому и в дециметровом диапазоне комнатные антенны не обеспечивают качественного изображения на экране телевизора.

Если на открытой местности электромагнитное поле имеет характер бегущих волн, то в помещении значительную долю составляют стоячие волны, когда в одних точках пространства возникают пучности напряженности поля (максимумы), а в других точках — узлы (минимумы). Стоячие волны образуются за счет многократных отражений волн от металлических предметов в помещении и конструкций стен.

Наличие стоячих волн в помещении не столь опасно, т. к. можно разместить комнатную антенну

в пучности электромагнитного поля, экспериментально подобрав ее колебания. Хуже то, что многократно отраженные сигналы поступают к антенне с запаздыванием относительно основного, прямого сигнала, что приводит к появлению на экране телевизора многократных повторов изображения. Недостаточная контрастность изображения и наличие повторов сильно ухудшают качество картинки. Так же наблюдаются сбои строчной и кадровой синхронизации.

Перечисленные неприятности, связанные с использованием комнатных антенн, хорошо знакомы большинству владельцев телевизионных приемников, особенно тем, кто имеет стаж телезрителя с давних времен, когда еще не было коллективных антенн. Для получения сравнительно сносного изображения приходится долго и терпеливо подбирать положение антенны в комнате. При этом оптимальное положение антенны, выбранное для одной программы, оказывается совершенно неприемлемым для другой. Уже выбранное оптимальное положение антенны оказывается нестабильным, и через несколько дней приходится заново ориентировать антенну.

При использовании комнатной антенны на изображение порой оказывает влияние даже перемещение людей в комнате. Все это приводит к необходимости сделать вывод о том, что комнатные антенны, как правило, не дают возможности добиться нормальной работы телевизора. Поэтому даже в условиях сильного сигнала, когда телевизионный приемник расположен вблизи от телецентра, для нормальной работы приемника приходится подключаться к коллективной антенне, а при ее отсутствии — устанавливать на крыше наружную антенну.

Тем не менее в определенных условиях при малоэтажной застройке, в дачном домике и в радиусе 10–15 км от телецентра возможность приема телевизионных передач на комнатную антенну не исключена и иногда удается получить достаточно уверенный прием с хорошим качеством изображения.

Конструкции комнатных телевизионных антенн

Наиболее простая комнатная антенна – полуволновый разрезной вибратор (рис. 18). Полуволновым он называется потому, что общая длина его двух плеч V примерно равна половине длины волны принимаемого телевизионного канала. Разрезным же он назван в связи с тем, что вибратор разрезан на два плеча пополам. Плечи вибратора выполняют из провода. Можно использовать голый или изолированный провод, одножильный или многожильный, а также антенный канатик. Плечи вибратора изолированы одно от другого в середине изолятором 1. Такие же изоляторы устанавливаются на концах вибратора, при помощи которых антенна крепится к стенам или потолку комнаты, предварительно ориентируя антенну на телецентр.

В отсутствии орешковых изоляторов можно использовать обычные фарфоровые ролики (рис. 19). Выводы a - a' делают у среднего изолятора, по краям их делать нет необходимости. Все четыре скрутки

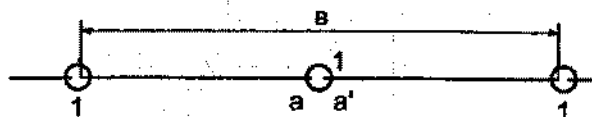


Рис. 18. Проволочный разрезной вибратор

нужно тщательно пропаять, чтобы при натяжении антенны они не разошлись.

Длина полуволнового вибратора точно равна половине длины волны только в том случае, если вибратор выполнен из провода бесконечно малого диаметра. При конечных значениях диаметра длина вибратора укорачивается тем сильнее, чем тоньше вибратор. Тем не менее для комнатных антенн, выполненных из провода или антенного канатика, вибратор оказывается достаточно тонким и его длина незначительно отличается от половины длины волны: в диапазоне 1–5 каналов – в пределах 0,97–0,975 половины длины волны, а в диапазоне 6–12 каналов – 0,965–0,971 половины длины волны.

В табл. 5 приведены значения длины V полуволнового вибратора для любого из 12-метровых каналов при двух диаметрах провода, из которого выполнены плечи вибратора: 1,5 мм и 4 мм. Видно, что при более толстом вибраторе его длина немного меньше, чем при более тонком.

В качестве симметрирующе-согласующего устройства (ССУ) используют либо «волновое U-колено» (рис. 12) либо более комнатное симметрирующее устройство с согласующим трансформатором на ферритовом сердечнике (рис. 13).

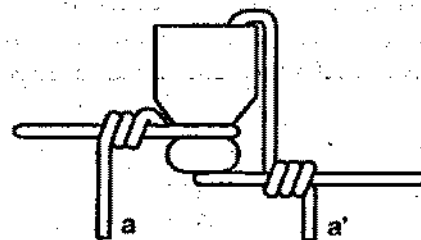


Рис. 19. Роликовый изолятор

Таблица 5

Размеры проволоочного полуволнового вибратора

Номер канала	1	2	3	4	5	6
В, мм $d=1,5$ мм	2764	2341	1815	1650	1513	816
В, мм $d=4$ мм	2756	2334	1809	1645	1509	814
а, мм	2798	2372	1840	1674	1535	829
σ, мм	933	791	613	558	512	276
Номер канала	7	8	9	10	11	12
В, мм $d=1,5$ мм	781	749	720	692	666	643
В, мм $d=4$ мм	779	747	717	689	663	640
а, мм	794	761	731	703	677	654
σ, мм	265	254	244	234	226	218

Размеры отрезков U-колена для каждого канала приведены в табл. 5, где $a=l_1+l_2$; $\sigma=l_1$.

Симметрирующее устройство на ферритовом кольце хорошо работает на всех 12 каналах метрового диапазона волн.

Коэффициент усиления разрезного полуволнового вибратора равен единице, что соответствует нулю децибел.

Для приема телевизионного сигнала в дециметровом диапазоне требуется антенна с повышенным коэффициентом усиления, что требует усложнения ее конструкции.

Задача упрощается благодаря тому, что все размеры дециметровой антенны оказываются существенно меньше размеров антенн метрового диапазона. Это позволяет создать комнатную антенну дециметрового диапазона, обладающую сравнительно большим коэффициентом усиления при небольших габаритах.

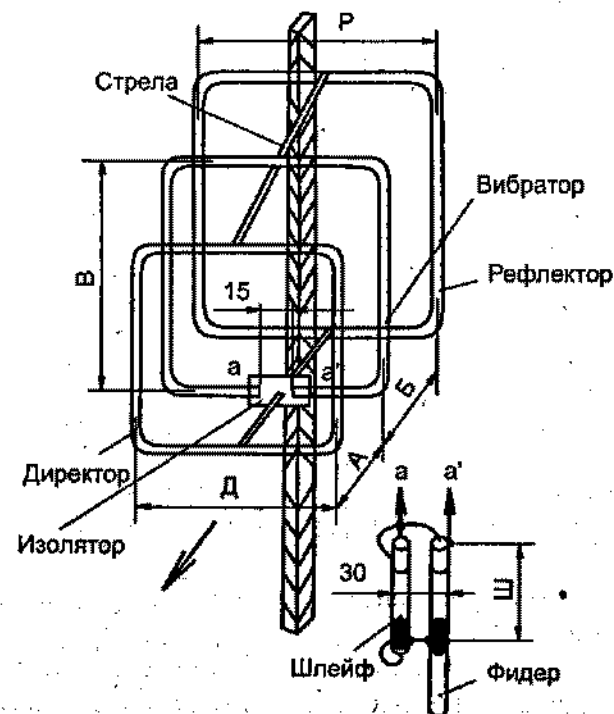


Рис. 20. Трехэлементная рамочная антенна

Одной из таких антенн, сравнительно несложной по конструкции, является трехэлементная рамочная антенна «тройной квадрат» (рис. 20). Коэффициент усиления этой антенны достигает 14 дБ, что соответствует увеличению напряжения сигнала на ее выходе в 5 раз по сравнению с полуволновым вибратором. Антенна содержит три квадратные рамки, из которых директорная и рефлекторная являются замкнутыми, а вибраторная в точках $a-a'$ (точки питания) разомкнута. Рамки расположены симметрично, так, что их центры находятся на горизонтальной прямой, совпадающей с направлением на

телецентр. Рамки выполняют из медного или латунного провода диаметром 3–5 мм, которые обладают достаточной жесткостью. Размеры антенны приведены в табл. 6.

Таблица 6

Размеры комнатной дециметровой рамочной антенны

Каналы	Д	В	Р	А	Б	Ш
21–26	134	158	193	67	98	152
27–32	122	144	176	61	89	139
33–40	110	131	160	55	80	126
41–49	99	117	143	50	72	112
50–58	89	105	129	45	65	102
59–68	81	96	118	41	59	92
69–80	73	86	106	37	53	83

Рамки антенны крепятся к двум стрелам в серединах горизонтальных сторон. Верхняя стрела выполнена из того же материала, что и рамки, и припаивается к рамкам в точках соприкосновения с ними. Нижняя стрела выполняется из изоляционного материала (гетинаксового или текстолитового прутка) и крепится к рамкам с помощью приклеивания эпоксидной смолой. Мачта или стойка в комнатном варианте такой антенны выполняется также из изоляционного материала. Стрелы крепят к мачте или стойке в центре тяжести антенны. Изолятор представляет собой пластину из гетинакса, текстолита или оргстекла размерами 20×30 мм и толщиной 2–3 мм. Концы вибраторной рамки крепятся к этой пластине хомутами.

Входное сопротивление трехэлементной рамочной антенны составляет 70 Ом, и она хорошо со-

гласуется с волновым сопротивлением 75-Омного коаксиального кабеля. Для симметрирования используется четвертьволновый короткозамкнутый шлейф, выполненный из отрезка того же кабеля. Трехэлементная рамочная антенна обладает узкой диаграммой направленности и поэтому должна тщательно ориентироваться.

Владельцам телевизионных приемников хорошо известны поступающие в широкую продажу промышленные комнатные антенны, называемые в обиходе «усы». Они представляют собой два телескопических плеча разрезного полуволнового вибратора, шарнирно укрепленных в основании. Телескопическая конструкция плеч позволяет экспериментально подбирать длину вибратора под длину волны принимаемого частотного канала по наилучшему качеству картинки на экране телевизора, а шарнирное крепление – выбирать значение угла между плечами, которые располагаются в виде буквы V. Симметрирующее устройство на ферритовом кольце, размещенное внутри основания антенны, соединяет ее с коаксиальным кабелем, оснащенным на конце стандартным штекером для подключения к антенному гнезду телевизора.

Комнатные антенны широко применяются для приема телевизионных сигналов дециметрового диапазона. Отечественная и зарубежная промышленность выпускает самые разные конструкции комнатных дециметровых антенн, пользующихся большим спросом, который вызван быстрым ростом числа телевизионных программ, передающихся в дециметровом диапазоне.

Наружные телевизионные антенны

Зоной ближнего приема можно назвать такую территорию, где уверенный прием достигается с помощью простейших антенн со сравнительно небольшим коэффициентом усиления, в связи с тем, что зона ближнего приема располагается внутри зоны прямой видимости. Радиус зоны ближнего приема на равнинной местности для мощного телецентра составляет примерно 50 км, для областных ретрансляторов – 30 км, а для маломощных местных ретрансляторов еще меньше. Четко провести границу зоны ближнего приема невозможно, т. к. она зависит от мощности передатчика, номера канала, рельефа местности на трассе прохождения сигнала, и от застройки населенного пункта, в котором осуществляется прием телевизионных программ. Все это не позволяет определить радиус зоны ближнего приема в конкретных условиях методом расчета. Поэтому в каждом конкретном случае необходимую антенну приходится выбирать

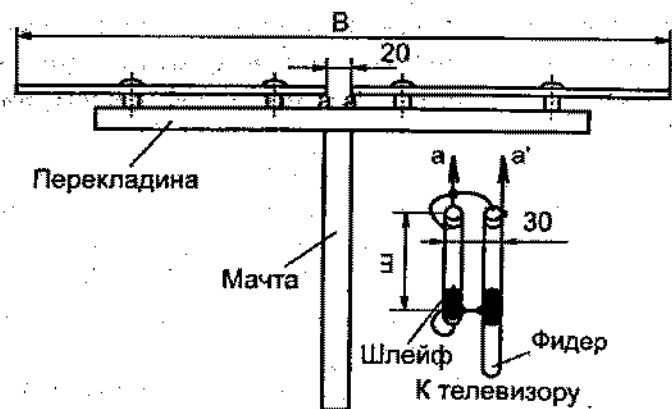


Рис. 21. Разрезной полуволновой вибратор

опытным путем, начиная с простейшей и при отрицательном результате переходя к более сложной.

При неблагоприятных условиях приема на комнатную антенну, а также при приеме телевидения в зоне уверенного приема, но на некотором удалении от телецентра, приходится применять наружные антенны. Наиболее распространенный тип наружной антенны – симметричный полуволновый вибратор, схематически изображенный на рис. 21. Он состоит из двух одинаковых трубок диаметром 15–20 мм. Плечи вибратора четырьмя длинными шурупами (или винтами с гайками) через изоляционные втулки из пластмассы или с помощью обычных роликов крепятся на горизонтальной перекладине, установленной на вершине металлической или деревянной мачты. Перекладина обязательно изготавливается из изоляционного материала. Под головки шурупов или винтов подкладывают изоляционные шайбы. Концы трубок нужно сплющить или вложить внутрь заглушки из дерева, чтобы предотвратить попадание внутрь влаги. В принципе, трубки вибратора могут быть выполнены из любого металла, однако предпочтительнее медь или латунь, к которым легко припаять симметрирующее устройство.

Симметрирующее устройство, показанное на рис. 21, выполняют в виде четвертьволнового симметрирующего шлейфа из того же кабеля, из которого выполнен фидер.

Размеры антенны (В) и симметрирующего шлейфа (Ш) сведены в табл. 7.

Размеры перекладины, расстояние между ней и вибратором, а также расстояние между втулками выбирают произвольно.

Таблица 7

Размеры антенны разрезной полуволновой вибратор

Номер канала	1	2	3	4	5	6
В, мм	2742	2322	1798	1633	1496	805
Ш, мм	1418	1202	932	848	778	420
Номер канала	7	8	9	10	11	12
В, мм	771	738	709	681	656	633
Ш, мм	402	386	370	356	343	331

Как отмечалось ранее коэффициент усиления разрезного полуволнового вибратора равен 0 дБ, диаграмма направленности имеет вид восьмерки в горизонтальной плоскости (т. е. вибратор одинаково принимает сигнал спереди и сзади) и форму окружности в вертикальной плоскости (т. е. вибратор одинаково принимает сигнал с любых углов места).

Другой тип внешней приемной антенны – полуволновый шлейф – вибратор Пистолькорса (рис. 22). Оба плеча этого вибратора выполнены в виде

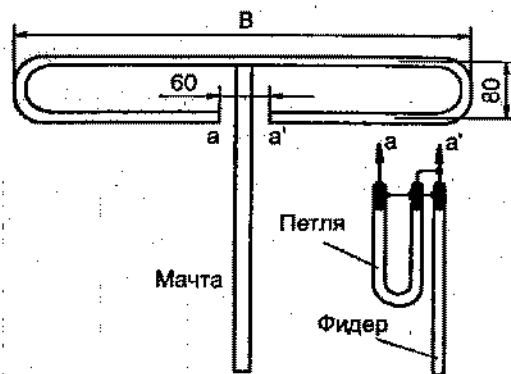


Рис. 22. Петлевой вибратор

короткозамкнутых шлейфов с длиной каждого, равной $\lambda/4$ длины волны. Середина верхней неразрезанной части вибратора является точкой нулевого потенциала, что позволяет в этой точке крепить вибратор к металлической мачте без изоляции.

Петлевой вибратор выполняют из тех же материалов, что и разрезной. Радиус закругления концов петлевого вибратора не имеет значения. В точках питания концы трубок можно расплющить. Коэффициент укорочения полуволнового петлевого вибратора значительно меньше зависит от диаметра трубки, чем у разрезного вибратора. Поэтому длина петлевого вибратора, выполненного из трубок диаметром 10–20 мм, практически остается неизменной. Механическое соединение петлевого вибратора с мачтой можно выполнять любым способом: сваркой, заклепочным или винтовым соединением без изоляции.

Для подключения к петлевому вибратору 75-омного коаксиального кабеля необходимо симметрирующие-согласующее устройство в виде полуволновой петли. Размеры петлевого вибратора В и длина петли П приведены в табл. 8.

Таблица 8

Размеры антенны полуволновой петлевой вибратор

Номер канала	1	2	3	4	5	6
В, мм	2722	2302	1781	1616	1479	786
П, мм	1865	1581	1227	1116	1023	553
Номер канала	7	8	9	10	11	12
В, мм	752	720	691	664	639	616
П, мм	529	508	488	469	452	434

Если разрезной вибратор узкополосный и может принимать сигналы только того канала, на который рассчитана его длина, то петлевой вибратор имеет более широкую полосу пропускания. Поэтому он может удовлетворительно принимать сигналы по двум-трем каналам, соседним по частоте. При этом необходимо иметь ввиду, что второй и третий, пятый и шестой каналы не являются соседними по частоте, между ними значительный частотный интервал.

Обе рассмотренные антенны (полуволновый разрезной и петлевой вибраторы) ориентируются по направлению на передатчике так, чтобы они располагались в плоскости, перпендикулярной этому направлению. Однако ориентирование должно контролироваться по изображению на экране телевизора, которое должно иметь максимальную четкость и устойчивую синхронизацию строк и кадров. Лучше всего ориентировать антенну при приеме телевизионной испытательной таблицы.

Простейшие антенны в диапазоне дециметровых волн обычно не применяют, т. к. в этом диапазоне требуется получить от антенны ощутимое усиление из-за меньшей напряженности поля.

Антенны «волновой канал»

Антенна типа «волновой канал» — эффективная направленная антенна, широко используемая для приема телевизионных передач в зоне неуверенного приема. Она обладает хорошими направленными свойствами и довольно большим усилением. Большинство телевизионных коллективных и индивидуальных антенн промышленного изготовления так же являются антеннами типа «волновой ка-

нал». Это связано с тем, что такие антенны достаточно компактны и обеспечивают получение необходимого усиления при сравнительно небольших габаритах. Иногда антенну «волновой канал» называют антенной Уда-Яги по имени японских изобретателей, запатентовавших ее.

Антенна «волновой канал» представляет собой набор элементов: активного — вибратора и пассивных — рефлектора и нескольких директоров, установленных на одной общей стреле.

Принцип действия антенны в следующем. Вибратор определенной длины, находящийся в электромагнитном поле сигнала, резонирует на частоте сигнала, и в нем наводится ЭДС. В каждом из пассивных элементов под действием электромагнитного поля также наводится ЭДС, и каждый из пассивных элементов переизлучает вторичные электромагнитные поля. Эти вторичные поля, в свою очередь, наводят в вибраторе дополнительные ЭДС. Размеры пассивных элементов и их расстояния от вибратора должны быть выбраны такими, чтобы дополнительные ЭДС, наведенные в вибраторе вторичными полями, были в фазе с основной ЭДС, наведенной в нем первичным полем. Тогда все ЭДС в вибраторе будут складываться, обеспечив увеличение эффективности антенны по сравнению с одиночным вибратором.

Рефлектором называется пассивный элемент, располагаемый сзади активного вибратора на расстоянии $0,15-0,2 \lambda_{\text{ср}}$. Длина рефлектора должна быть больше длины активного вибратора на 5–15%. У такой антенны односторонняя диаграмма направленности в горизонтальной и вертикальной плоскостях, вследствие чего резко уменьшается прием отраженных лучей и полей, приходящих с тыльной стороны антенны (рис. 23).

Таблица 9

Геометрические размеры трехэлементной антенны

Канал	Средняя длина волны, м	A, мм	B, мм	B, мм	a, мм	b, мм	l_n , мм
1	5,72	3020	2690	2350	875	585	1900
2	4,84	2560	2275	1990	740	495	1600
3	3,55	1980	1765	1540	575	385	1240
4	3,41	1800	1605	1400	625	350	1120
5	3,13	1650	1470	1285	480	320	1030
6	1,68	875	780	682	258	172	560
7	1,61	850	755	660	246	165	535
8	1,55	816	728	636	238	158	515
9	1,48	780	695	606	227	152	495
10	1,43	754	672	586	219	146	475
11	1,37	722	644	562	210	140	455
12	1,32	695	620	540	202	135	440
21	0,632	332	298	270	98	65	210
22	0,622	328	294	265	96	64	206
23	0,611	320	287	258	94	63	202
24	0,602	315	284	254	93	62	202
25	0,592	312	280	252	92	61	197
26	0,583	306	275	246	90	60	192
27	0,575	300	270	242	88	59	190
28	0,565	295	265	238	87	58	188
29	0,556	290	261	235	86	57	184
30	0,548	285	256	230	85	56	182
31	0,541	282	254	228	83	55	180
32	0,533	278	250	225	82	55	177
33	0,525	274	246	220	81	54	174
34	0,518	270	243	218	80	53	172
35	0,512	268	241	216	79	52	170
36	0,505	264	237	212	78	52	168
37	0,498	260	234	210	77	51	165
38	0,492	256	231	206	76	50	163
39	0,485	254	228	204	75	50	161

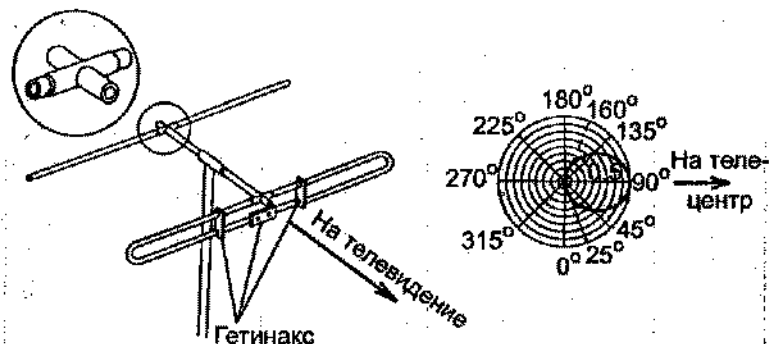


Рис. 23. Двухэлементная телевизионная антенна и диаграмма ее направленности в горизонтальной плоскости

Для приема телевизионных сигналов на большие расстояния и в особо неблагоприятных условиях, при наличии помех и отраженных лучей рекомендуется использовать трех и более элементную антенну, состоящую из активного вибратора, рефлектора и одного и более директоров (рис. 24). Директора размещаются спереди активного вибратора на расстоянии примерно $0,1 \lambda_{cp}$ от вибратора и друг от друга. Геометрические размеры трехэлементной антенны приведены в табл. 9.

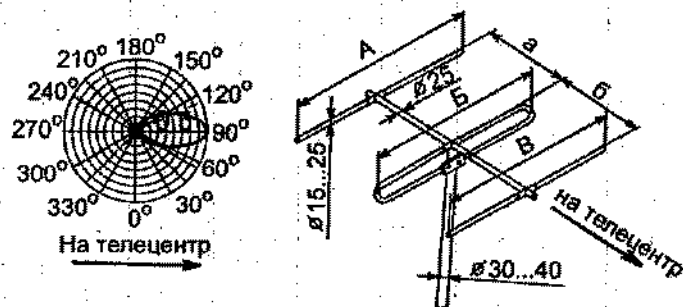


Рис. 24. Трехэлементная телевизионная антенна и диаграмма ее направленности в горизонтальной плоскости

На расстояниях свыше 50 км от телецентра применяются четырех- и пятиэлементные антенны типа «волновой канал». Как видно из рис. 25, пятиэлементная антенна имеет очень узкую диаграмму направленности в горизонтальной плоскости. С увеличением числа директоров уменьшается полоса пропускания и величина входного сопротивления, что является одним из недостатков многоэлементных антенн.

Основные размеры пятиэлементной антенны приведены в табл. 10, а семиэлементной антенны на 6–12 диапазонов в табл. 11.

В многоэлементных антеннах типа «волновой канал» в качестве активного вибратора применяется шлейф-вибратор Пистолькорса, имеющий большое входное сопротивление (290–295 Ом), который согласуется с 75 Омным коаксиальным кабелем с

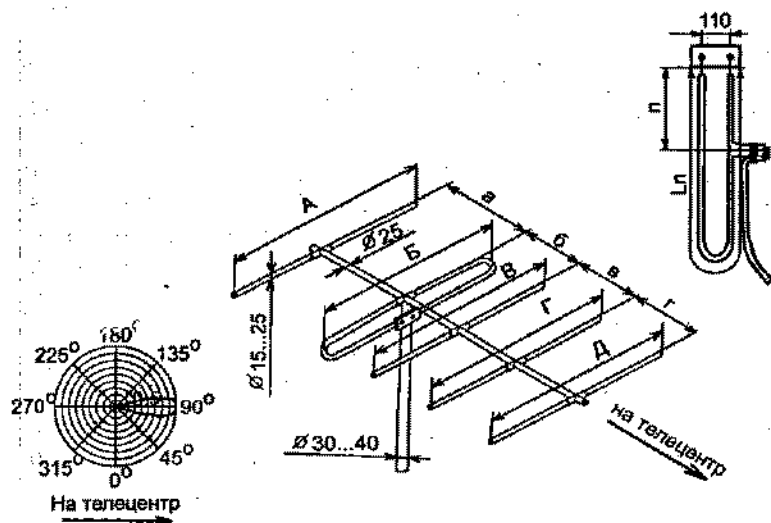


Рис. 25. Пятиэлементная телевизионная антенна и диаграмма ее направленности в горизонтальной плоскости

помощью симметрирующе-согласующего устройства на U-колоне (рис. 25).

Объемная диаграмма направленности антенны «волновой канал» имеет форму сигары, вытянутой в сторону директоров. Такая форма получается в результате сложения полей активного вибратора, рефлектора и директоров. Подбором размеров излучателей антенны и расстояния между ними добиваются такого соотношения фаз всех полей, чтобы они в направлении директоров складывались, а в направлении рефлектора — вычитались. Таким образом, система директоров образует своеобразный «волновой канал», вдоль которого распространяется электромагнитная энергия.

Таблица 10
Геометрические размеры пятиэлементной антенны

Канал	А, мм	Б, мм	В, мм	Г, мм	Д, мм	а, мм	б, мм	в, мм	г, мм	п, мм
1	3040	2740	2510	2490	2430	1200	730	700	740	950
2	2650	2340	2130	2100	2060	1030	620	590	625	710
3	2060	1790	1650	1630	600	790	480	460	485	627
4	1870	1620	1500	1480	1450	720	435	420	440	560
5	1710	1510	1370	1360	1330	660	400	380	400	515
6	862	748	748	714	692	375	220	414	498	280
7	825	716	716	685	662	369	211	396	477	265
8	788	686	686	655	633	343	202	379	456	255
9	760	660	660	630	610	330	195	365	440	245
10	732	636	636	608	588	319	188	352	424	235
11	706	614	614	587	568	308	181	640	409	225
12	682	592	592	565	547	297	174	327	394	220

Ширина диаграммы направленности антенны «волновой канал» зависит от числа директоров. Чем их больше, тем диаграмма уже. Обычно бывает

от 1 до 10 директоров. При дальнейшем их увеличении диаграмма направленности сужается слабо, а антенна становится громоздкой.

Для того, чтобы многоэлементная антенна типа «волновой канал» хорошо работала, расстояния между вибраторами и их размеры должны быть тщательно выдержаны. Для подстройки антенны ее пассивные вибраторы снабжаются подстроечными наконечниками, которые после окончательной настройки жестко закрепляются.

Таблица 11

Геометрические размеры семиэлементной антенны

Канал	А, мм	Б, мм	В, мм	Г, мм	Д, мм	Е, мм	Ж, мм
6	840	700	695	710	690	680	670
7	800	670	660	670	660	650	640
8	770	645	640	650	640	630	615
9	740	620	615	620	610	600	590
10	710	595	585	595	580	570	560
11	680	575	570	580	570	560	550
12	660	555	550	560	550	540	

Канал	а, мм	б, мм	в, мм	г, мм	д, мм	е, мм	
6	500	290	420	400	265	280	
7	470	280	400	380	250	270	
8	450	270	380	370	245	260	
9	430	260	370	355	235	250	
10	420	250	350	340	225	240	
11	400	240	340	330	220	230	
12	390	230	330	315	210	220	

Коэффициент усиления многоэлементной антенны типа «волновой канал» зависит от числа пассивных элементов, их диаметра и расстояния между вибраторами. Особенно сильно он зависит от расстоя-

ния между активным вибратором и рефлектором, между активным вибратором и первым директором, а также от длины вибраторов. Для двухэлементной антенны $K = 1,4$; трехэлементной $= 1,8-1,9$; пятиэлементной $2,7-2,8$.

Если нужно немного расширить полосу пропускания, то этого можно добиться, увеличивая расстояние между элементами до $(0,16-0,2) \lambda_p$, но при этом уменьшится коэффициент усиления. Учитывая уменьшение полосы пропускания, размеры многоэлементной антенны выбирают не по средней длине волны канала, а по расчетной длине, лежащей между двумя несущими частотами, ближе к несущей частоте сигналов изображения. Этим достигается улучшение прохождения нижних частот, что необходимо для повышения устойчивости синхронизации. В результате может наблюдаться некоторое ослабление несущей частоты звукового сопровождения. Но его можно увеличить за счет укорочения первого директора на 8-10% по сравнению с активным вибратором.

При отсутствии труб широкополосную антенну можно изготовить из провода. На рис. 26 показано устройство такой антенны, рассчитанной на прием передач по 1-му телевизионному каналу. Каждое плечо состоит из трех проводов с треугольной распоркой, которая сделана из провода диаметром 3-4 мм. Полотно антенны можно изготовить из антенного канатика или медного провода диаметром 1,5-3 мм. Провода антенны припаивают по концам и к вершинам треугольной распорки. Антенна подвешивается между опорами на крыше здания растяжками через оребренные изоляторы и ориентируется на телецентр, как обычный полуволновый вибратор. Снижение можно сделать из двухжильного эк-

0,7. Коэффициент усиления десятиэлементной антенны составляет 8 дБ, шестнадцатиэлементной – 11 дБ, двадцатичетырехэлементной – 15 дБ.

Элементы антенны ДМВ изготавливаются из алюминиевой или медной трубки (прутка) диаметром 5–8 мм. Однако их можно выполнить и из медной или алюминиевой полосы шириной 10–16 мм толщиной 3–5 мм. Длина элементов указана для установки их на траверсе из изоляционного материала. При изготовлении траверсы антенны и стойки рефлектора из металла длину элементов, установленных на них, увеличивают на половину диаметра траверсы или стойки.

Для пересчета размеров антенны на другие каналы ДМВ все ее размеры и длину полуволнового U-колена умножают на коэффициент пересчета $K=530/f$, где f – средняя частота любого другого канала ДМВ в мегагерцах. При использовании металлической траверсы полученные при пересчете размеры элементов нужно увеличить на половину диаметра траверсы (стойки).

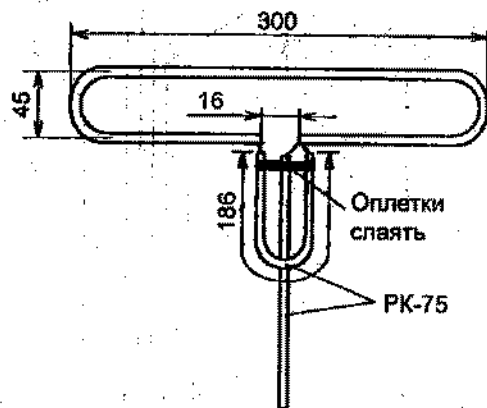


Рис. 28. Подключение кабеля к антенне Шпандлера

Одним из существенных недостатков антенны «волновой канал» является ее узкополосность, т. е. при наличии на данной территории возможности принимать две и более программы возникает необходимость установки на каждый телевизионный канал индивидуальной антенны. В связи с этим возникла необходимость в изготовлении и монтаже многопрограммных антенн, которые позволили бы принимать сигналы телецентров, работающих на частотах любого из 12 каналов.

В тех случаях, когда можно принимать только две программы телевидения, на мачте устанавливают два активных вибратора, рассчитанные для работы в соответствующих каналах. Если прием ведется с одного направления (из одного телецентра), то вибраторы можно устанавливать на общей стреле (рис. 29).

В этом случае антенна называется двухканальной антенной типа «волновой канал». Если же при-

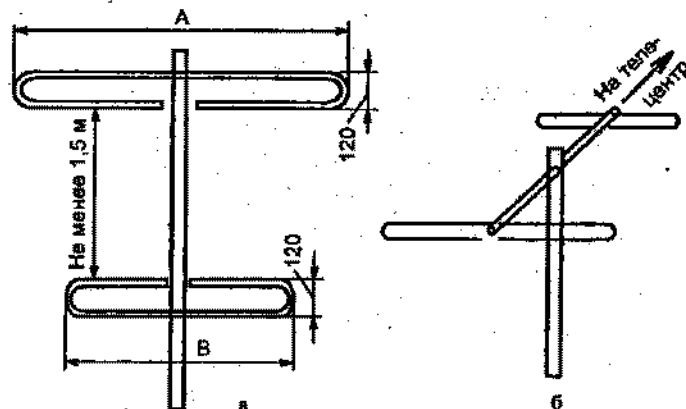


Рис. 29. Схема размещения двух полуволновых вибраторов для приема 1-й и 3-й программ:

а – на одной мачте; б – на одной стреле

ем ведется с разных направлений вибраторы устанавливаются на общей мачте, но на индивидуальных стрелах (траверсах). Каждая из антенн ориентируется отдельно на свой источник излучения сигнала.

Для приема двух программ телевидения по 1-му и 3-му каналам из одного телецентра удобно применять антенны с расположением вибраторов на одной стреле (рис. 29 б). Расстояние между вибраторами около 680 мм. В этом случае при работе антенны на 3-м канале рефлектором служит петлевой вибратор 1-го канала, а при работе антенны на 1-м канале

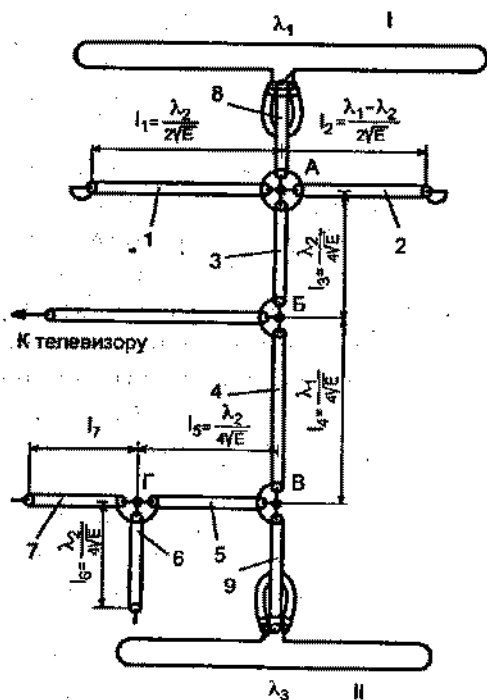


Рис. 30. Схема разделительного фильтра для подключения антенн двух разных каналов к общему фидеру снижения

роль директора выполняет петлевой вибратор 3-го канала.

Когда для приема программ на разных каналах используются две отдельные антенны, расположенные на одной мачте или на одной стреле, то соединение антенн с общим кабелем снижения выполняется с помощью разделительного фильтра, изображенного на *рис. 30*.

При размещении антенн на одной мачте расстояние между ними должно равняться половине длины волны, но не менее четверти средней длины волны самого длинноволнового из принимаемых диапазонов.

В табл. 12 приведены размеры элементов разделительного фильтра (рис. 30) в зависимости от каналов принимаемых телевизионных программ, прием которых возможен на общий фидер снижения. Размеры отрезков кабеля выбираются следующим образом: в первой колонке отыскивают требуемый канал на более низкую частоту. Против найденного номера во второй колонке находят 2-й канал на более высокую частоту. Необходимые размеры отрезков кабеля приведены в горизонтальной строке против номера канала на волне λ . Кабели 1 и 2 на концах замкнуты накоротко (делается это там, где в таблице стоит слово «замкнуть», а кабель 6 — разомкнут.

При сборке фильтра необходимо внимательно следить за тем, чтобы в местах соединения отрезков кабеля не допустить короткого замыкания между жилой и оплеткой.

Несмотря на возможность получения высокого усиления и большого коэффициента защитного действия, антенны типа «волновой канал» имеют ряд существенных недостатков:

Геометрические размеры элементов разделительного фильтра

Канал на волне λ_1	Канал на волне λ_2	Размеры, мм						
		l_1	l_2	l_3	l_4	l_5	l_6	l_7
1	3	1250	650	625	960	625	625	455 замкнуть
	4	1130	770	565	960	565	565	615 замкнуть
	5	1040	860	520	960	520	520	770 замкнуть
	6	560	1350	280	960	280	280	590
	7-8	520	1390	260	960	260	260	630
	9-10	480	1430	240	960	240	240	670
2	11-12	450	1460	225	960	220	220	700
	4	1130	480	565	810	565	565	295 замкнуть
	5	1040	570	520	810	520	520	405 замкнуть
	6	560	1050	280	810	280	280	410
	7-8	520	1090	260	810	260	260	250
	9-10	480	1130	240	810	240	240	490
3	11-12	450	1160	225	810	220	220	530
	5	1040	210	530	620	520	520	275 замкнуть
	6	560	690	280	620	280	280	90
	7-8	520	730	260	620	260	260	190
	9-10	480	770	240	620	240	240	250
	11-12	450	800	225	620	220	220	310
4	6	560	670	280	560	280	280	0
	7-8	520	610	260	560	260	260	90
	9-10	480	650	240	560	240	240	160
	11-12	450	680	225	560	220	220	230
	6-7	550	490	270	520	290	290	0
	8	510	530	250	520	250	250	0
5	9-10	480	560	240	520	240	240	70
	11-12	460	590	225	520	220	220	150

• антенны типа «волновой канала» имеют относительно узкую полосу частот и позволяют принимать только несколько соседних каналов. Следует отметить, что имеются и относительно широкополосные антенны типа «волновой канал», однако их широкополосность достигается за счет снижения коэффициента усиления;

• электрические параметры антенн типа «волновой канал» весьма критичны по точности изготовления и настройки. Практика показывает, что изготовление в домашних условиях антенны, обладающей требуемыми характеристиками, при числе элементов больше 3-4 представляет собой сложную задачу, причем увеличение числа элементов антенны без ее тщательной настройки может привести не к улучшению, а к ухудшению ее направленных свойств;

• для подключения антенны типа «волновой канал» к телевизору с помощью коаксиального кабеля требуется специальное симметрирующе-согласующее устройство.

Зигзагообразные телевизионные антенны

Многих недостатков, присущих антеннам типа «волновой канал» лишены зигзагообразные антенны, которые в первую очередь широкополосны и могут работать в широком диапазоне частот. В пределах диапазона частот, на которые рассчитана зигзагообразная антенна, она обладает сравнительно постоянными параметрами, удовлетворительно согласуется с фидером, а ее коэффициент усиления изменяется в небольшой степени. Еще одно из достоинств этих антенн — возможность легкого изготовления в домашних условиях, т. к. зигзагообраз-

ные антенны могут быть выполнены из подручных материалов. Впервые зигзагообразная антенна описана К. П. Харченко в радиолубительской литературе в 1961 году.

Одна из простейших зигзагообразных антенн показана на рис. 31. В качестве мачты 1 используется деревянный брусек сечением 60×60 мм, к которому крепятся под прямым углом две деревянные рейки 2 того же сечения, что и брусек мачты 1. Рейки необходимо врезать в мачту. Заподлицо, а затем прочно скрепить винтами или шурупами. В нижней и верхней частях мачты к ней крепятся гвоздями или шурупами две планки 3 из листовой меди, латуни или луженой стали размерами 20×300×1,0 мм. Еще четыре такие же планки устанавливаются на кон-

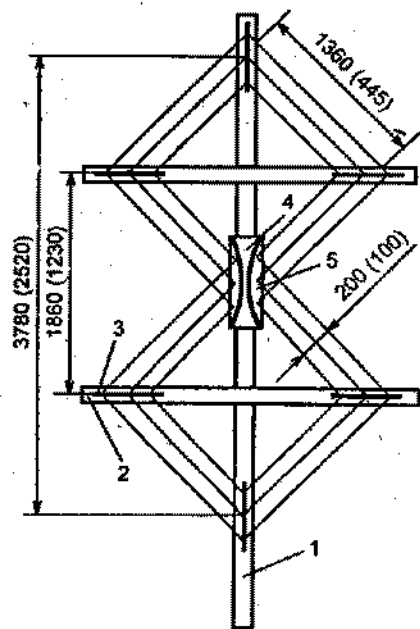


Рис. 31 Проволочная зигзагообразная антенна

цах реек, но эти планки изолируются от реек прокладками из текстолита или другого изоляционного материала. К мачте посередине между рейками крепится пластина 4 из гетипакса (текстолита) размером 80×300×3 мм, а к ней — две металлические пластинки 5 в форме сегментов радиусом 340 мм, хордой 300 мм и стрелой 35 мм. Ширина просвета между пластинами в наиболее узкой части должна получиться равной 10 мм.

Полотно антенны выполняется обмоточным, монтажным или иным проводом или антенным канатиком произвольного диаметра, который в точках изгиба припаивается к планкам 3 и пластинам 5. Полотно образовано тремя параллельными проводами с точками питания на пластинах 5. Верхняя и нижняя планки оказываются в точках нулевого потенциала во всем диапазоне принимаемых волн, что позволяет не изолировать их от мачты и обойтись без ССУ при использовании в качестве фидера 75 Омного коаксиального кабеля.

Кабель приходит по мачте вверх до нижней планки, затем прокладывается между проводами левой боковой части зигзага к точкам питания. Здесь оплетка кабеля припаивается к левой пластине, а центральная жила — к правой.

Размеры, показанные на рис. 31 без скобок, относятся к антенне, рассчитанной на прием телевизионного сигнала в диапазоне с первого по пятый телевизионный канал (диапазон I и II). При этом согласование антенны с фидером характеризуется коэффициентом бегущей волны в фидере, превышающим 0,45, что соответствует передаче мощности сигнала к телевизору не менее 85%. Коэффициент усиления антенны по диапазону изменяется в пре-

делах 4,3–7,9 дБ с максимумом вблизи 3-го частотного канала.

Такая же антенна может быть выполнена для приема сигнала в диапазоне III (6–12-й каналы). Размеры такой антенны показаны на *рис. 31* в скобках. Длина планок берется равной 150 мм, изоляционная пластина 4 – размерами 80×150 мм, а металлические пластины 5 в форме сегментов радиусом 97 мм, хордой 150 мм и стрелой 35 мм. В связи с тем, что относительная ширина этого диапазона меньше, согласование антенны с фидером получается лучше: коэффициент бегущей волны в фидере превышает 0,65 (к телевизору передается более 96% принятой антенной мощности сигнала). Коэффициент усиления антенны изменяется по диапазону в пределах 4,8–6,9 дБ.

Антенна таких же размеров и с такими же характеристиками может быть получена, если вместо каждой из шести металлических планок установить на мачте и рейках по три ролика от электропроводки. При этом у каждой группы роликов провода полотна необходимо замкнуть между собой припайкой проволочных перемычек. И наконец, полотно антенны можно выполнить из металлической полосы шириной 120 мм (1–5-й каналы) или 70 мм (6–12-й каналы). Размеры же антенны остаются прежними. Полотно этой конструкции может быть образовано из восьми полос, которые соединяются по углам зигзага пайкой, или одной длинной полосой, которая перегибается по углам зигзага. От реек полосы по-прежнему изолируются.

Другой вариант зигзагообразной антенны показан на *рис. 32*. Антенна представляет собой металлическое кольцо или деревянный обруч с проложенным по поверхности обруча проволочным коль-

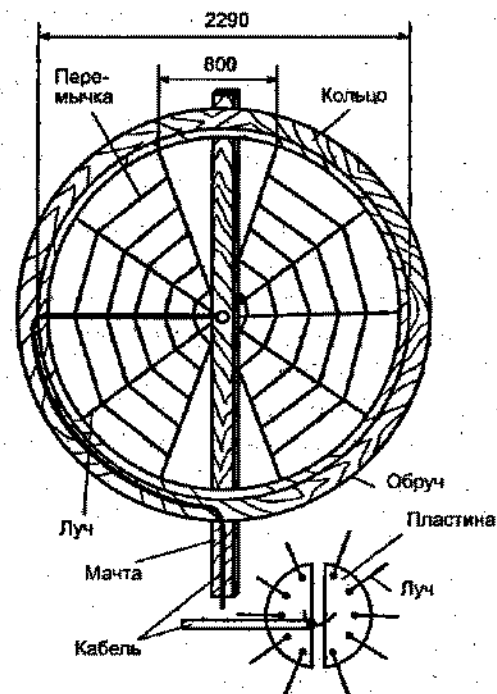


Рис. 32. Кольцевая зигзагообразная антенна

цом. Проволоку можно закрепить к поверхности деревянного обруча скобами. Кольцо или обруч крепят на деревянной мачте. В центре кольца к мачте на изоляционном основании устанавливают две полукруглые металлические пластины, выполненные из листовой меди, латуни или луженой жести радиусом 50 мм.

Каждую пластину соединяют с кольцом пятью лучами, расположенными под одинаковыми углами (36°). Затем лучи соединяют между собой пятью перемычками, расположенными также на одинаковом расстоянии одна от другой.

Проволочное кольцо, лучи и перемычки можно изготовить из антенного каната или медного провода диаметром 1,5–3,0 мм. Все соединения нужно тщательно пропаять. Прокладка и подключение кабеля снижения, которое производится также без ССУ, показаны на том же *рис. 32*.

Кольцевая зигзагообразная антенна указанных размеров способна принимать сигналы всех 12 каналов метрового диапазона волн. Антенна удовлетворительного согласования с 75 Омным коаксиальным кабелем. Коэффициент усиления антенны плавно нарастает при увеличении номера примерно от 0,5 дБ на первом канале до 11,5 дБ на двенадцатом.

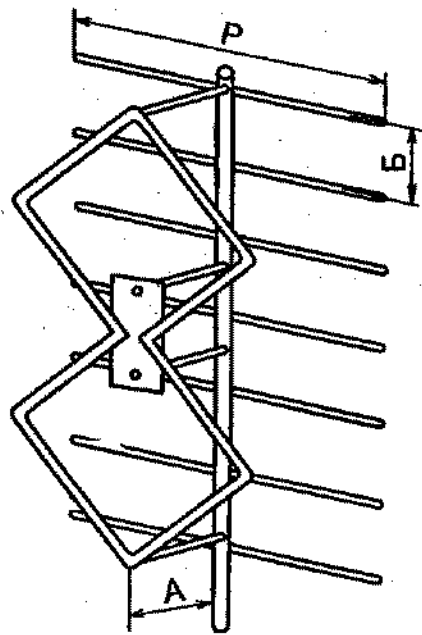


Рис. 33. Зигзагообразная антенна с рефлектором

Рассмотренные конструкции зигзагообразных антенн имеют два одинаковых лепестка диаграммы направленности в горизонтальной плоскости, максимумы которых направлены перпендикулярно плоскости полотна антенны. Таким образом, эти антенны принимают сигнал как спереди, так и сзади, подобно одиночному полуволновому вибратору, что создает опасность приема помех с заднего направления. Значительно улучшить работу зигзагообразной антенны можно за счет ее усложнения добавлением рефлектора (*рис. 33*). Рефлектор образован горизонтальными металлическими трубками, прикрепленными к мачте, а полотно антенны отодвинуто от плоскости рефлектора на расстояние А. Диаметр трубок рефлектора можно выбирать произвольно, а их длина Р для антенны 1–5-го каналов должна составлять 3100 мм, а для антенны 6–12-го каналов – 890 мм. Расстояние между полотном антенны и плоскостью рефлектора А для 1–5-го каналов равно 600 мм, для 6–12-го каналов – 340 мм. Расстояние между трубками рефлектора В для антенны 1–5-го каналов должно быть 290 мм, для антенны 6–12-го каналов – 193 мм. Размеры полотна антенны такие же как на *рис. 31*. Таким образом, рефлектор содержит 14 металлических трубок. Кабель снижения прокладывают по мачте и по левой части полотна до точки питания. Здесь кабель разделяют и оплетку припаявают к левой части, а центральную жилу к правой части.

Диаграмма направленности этой антенны имеет только один главный передний лепесток, а задний практически отсутствует.

Согласование антенны 1–5-го каналов с фидером получается удовлетворительным, а антенны 6–12-го каналов значительно лучше. Коэффициентом

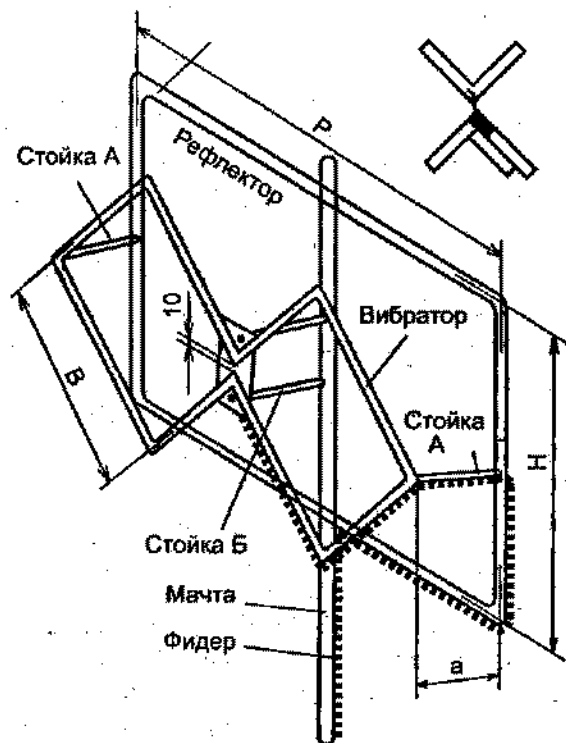


Рис. 34. Зигзагообразная антенна с рефлектором

усиления антенны 1–5-го каналов плавно нарастает от 7,8 дБ на первом канале до 14 дБ на пятом. Антенны 6–12-го каналов имеют коэффициент усиления 7,8–10 дБ.

Зигзагообразная антенна, представленная на рис. 34 предназначена для приема сигналов с вертикальной поляризацией.

Она также содержит рефлектор и обладает такими же характеристиками, как и предыдущая. Рефлектор этой антенны образован металлической рамой, закрепленной на металлической мачте. К раме

припаивают 15 вертикально натянутых проводов диаметром 0,8–1,2 мм. Для улучшения согласования антенны с фидером ее размеры целесообразно выбирать конкретно для того частотного сигнала, сигналы которого будут приниматься антенной. Размеры антенны приведены в табл. 13.

Таблица 13

Размеры зигзагообразной антенны с рефлектором, мм

Номер канала	1	2	3	4	5	6
В	1710	1450	1130	1025	950	510
Р	4830	4090	3190	2890	2650	1430
Н	2600	220	1800	1600	1500	900
а	870	725	570	500	455	240
Номер канала	7	8	9	10	11	12
В	485	465	450	430	415	400
Р	1360	1310	1260	1210	1160	1120
Н	800	750	700	650	625	600
а	230	220	210	205	200	195

Простота конструкции и хорошие качественные показатели зигзагообразной антенны привели к тому, что в последнее время появилось много ее модификаций, отличающихся хорошим согласованием с 75 Омным коаксиальным кабелем снижения в широком диапазоне частот. Некоторые из них друг от друга отличаются незначительно, поэтому рассмотрим только наиболее совершенные модификации, обладающие лучшими качественными показателями.

Двойная треугольная антенна — одна из разновидностей неполной зигзагообразной антенны (рис. 35). Ее полотно состоит из двух треугольных рамок, расположенных в одной плоскости и соединенных между собой. Антенну можно сделать из трубок, металлических полос или нескольких рядов параллельно расположенных проводов диаметром 1,5–2 мм, натянутых на деревянном каркасе. Чем меньше поляр канала, тем больше должно быть рядов провода. Во всех углах перегибов провода соединяются между собой и пропаиваются.

Коаксиальный кабель вводится в точке нулевого потенциала и прокладывается или внутри одной из трубок полотна, или по мачте с противоположной стороны. Экран кабеля припаивается к одной труб-

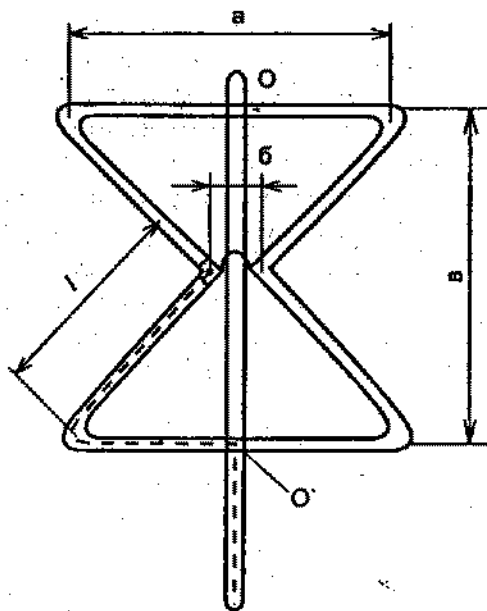


Рис. 35. Двойная треугольная антенна

ке, а жила кабеля — к противоположной трубке. Полотно антенны может крепиться непосредственно к металлической или деревянной мачте в точке нулевого потенциала 0-0₁;

Направленное свойство антенны значительно улучшается, если ее снабдить рефлектором, изготовленным из металлических стержней или трубок.

Размеры антенны (без рефлектора), обеспечивающей хорошее согласование с фидером, определяются формулами:

$$l = (0,27 - 0,28)\lambda_{\max}; \quad a = 1,42l + \delta; \quad b = 1,42l,$$

где $\delta = 20$ мм для метрового диапазона;

$\delta = 10$ мм для дециметрового диапазона.

Если полотно антенны изготавливается из металлических полос, то ширина полосы должна быть $(0,08 - 0,09)l$. Такая антенна обеспечивает прием программ телевидения в диапазонах волн 1–5-го, или 6–12-го, или 21–39-го каналов, т. е. она является широкополосной и может использоваться для ближнего приема телевидения.

На рис. 36 изображена диаграмма направленности двойной треугольной антенны в горизонтальной плоскости. С целью исключения заднего лепестка применяют антенны с рефлектором, который располагается от полотна антенны на расстоянии 0,7l и должен иметь размеры на 5–10% больше размеров этого полотна.

Размеры двойной треугольной антенны с рефлектором определяются по формуле $l = (0,25 - 0,26)\lambda_{\max}$.

Комбинированная антенна отличается от боковой треугольной антенны тем, что к боковым сторонам треугольных рамок привариваются дополнительные проводники В₁ и В₂. На рис. 37 изображено полотно антенны, с помощью которой можно при-

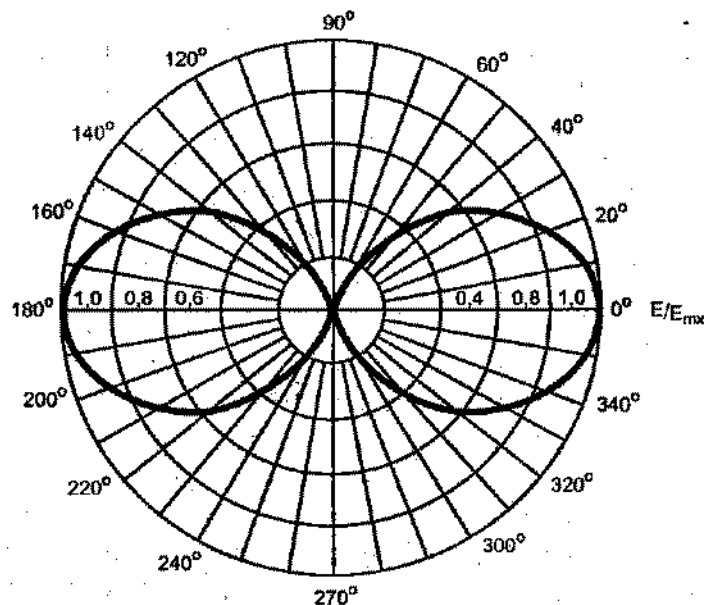


Рис. 36. Диаграмма направленности двойной треугольной антенны без рефлектора в горизонтальной плоскости

нимать программы телевидения как в метровом, так и дециметровом диапазонах волн.

В диапазонах частот 1–5-го каналов дополнительные проводники существенного влияния не оказывают, а следовательно, направленные свойства антенны и ее согласование с фидером практически такие же, как и у двойной треугольной антенны. В диапазонах частот 6–12-го каналов проводники B_1 участвуют в работе антенны как самостоятельные вибраторы, т. е. прием сигналов осуществляется ими и средней частью полотна антенны.

В дециметровом же диапазоне прием осуществляется на дополнительные вибраторы B_2 и среднюю часть антенны между ними.

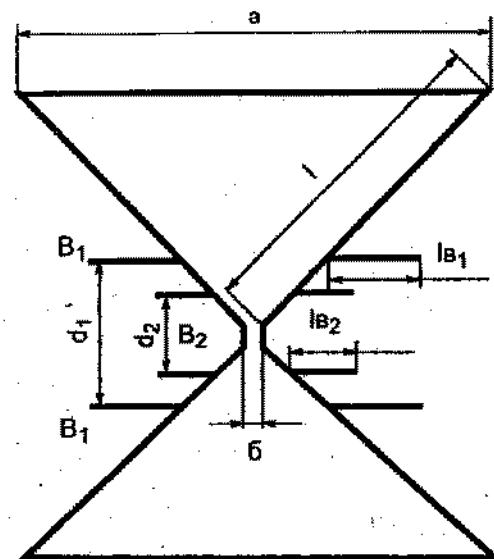


Рис. 37. Двойная комбинированная треугольная антенна

Таким образом, комбинированную антенну можно рассматривать как антенну, состоящую из трех совмещенных антенн.

Размеры вибраторов выбираются следующим образом:

$$l_{b1} = 0,25\lambda_{cp1}; d_1 = 0,5\lambda_{cp1}; l_{b2} = 0,25\lambda_{cp1}; d_2 = 0,5\lambda_{cp2},$$

где λ_{cp1} – средняя длина волны диапазона частот 6–12-го каналов,

λ_{cp2} – средняя длина волна дециметрового диапазона,

δ выбирается в пределах 10–15 мм.

Антенны бегущей волны

Антеннами бегущей волны принято называть направленные антенны, вдоль геометрической оси которых распространяется бегущая волна принимаемого сигнала. Обычно антенна бегущей волны состоит из собирательной линии, к которой подключено несколько вибраторов, расположенных на одинаковом расстоянии один от другого. Наведенные электромагнитным полем ЭДС в вибраторах складываются в собирательной линии в фазе и поступают в фидер. Коэффициент усиления антенны бегущей волны определяется длиной собирательной линии и пропорционален отношению этой длины к длине волны принимаемого сигнала. Кроме того, коэффициент усиления антенны зависит от направленных свойств вибраторов, подключенных к собирательной линии. Хотя по определению к антеннам бегущей волны должны относиться и такие антенны, как антенны типа «волновой канал», однако обычно их выделяют в отдельную группу. У антенны «волновой канал» один вибратор активный, остальные — пассивные, лишь переизлучающие принятую ими энергию сигнала, которая частично аккумулируется активным вибратором. У антенны бегущей волны все вибраторы активные, принятая ими энергия передается в собирательную линию. Если антенны «волновой канал» являются узкополосными и способны эффективно принимать сигнал только по одному определенному частотному каналу, которому соответствуют размеры, то антенны бегущей волны широкополосны и не нуждаются в настройке.

Конструкция антенны бегущей волны, предложенная В. Д. Кузнецовым, показана на рис. 38. Со-

бирательная линия образована двумя металлическими трубками диаметром 22–30 мм и представляет собой двухпроводную линию переменного волнового сопротивления. Для этого она выполнена расходящейся под небольшим углом, что обеспечивается установкой небольших изоляционных пластинок из оргстекла между трубками собирательной линии у ее концов и в середине.

К каждой из трубок собирательной линии под углом 60° присоединены трубки того же диаметра, которые образуют шесть вибраторов, согнутых под углом 120° . Такие вибраторы обеспечивают значительное уменьшение заднего лепестка диаграммы направленности антенны, благодаря чему повышается коэффициент усиления антенны. Трубки собирательной линии скреплены между собой расположенными сверху и снизу пластинами из изоляци-

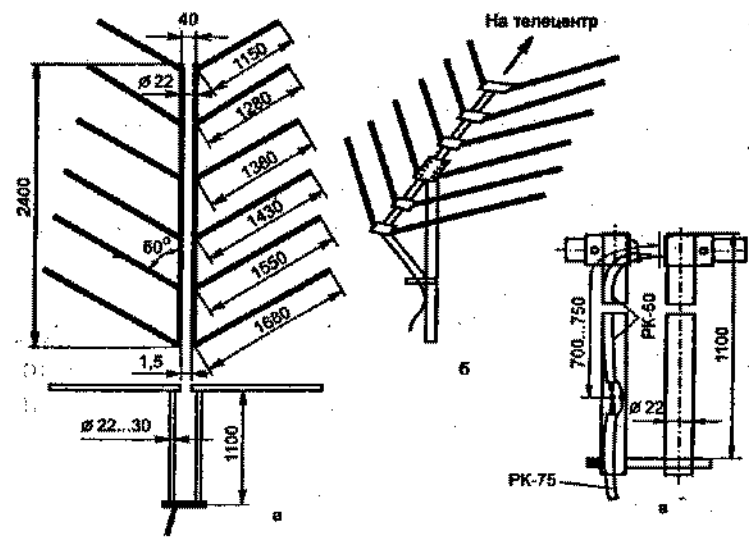


Рис. 38. Антенна бегущей волны

онного материала, средняя из которых используется для укрепления антенны на мачте.

Фидер подключают к антенне с помощью короткозамкнутого шлейфа, образованного двумя металлическими трубками с перемычкой в нижней части. Кабель фидера входит внутрь левой трубки шлейфа снизу. К его концу подключен отрезок 50-омного кабеля, который служит трансформатором. Другой конец этого отрезка кабеля выходит через верхний конец левой трубки шлейфа. Здесь оплетка кабеля припаивается к левой трубке шлейфа, а центральная жила — к правой. Длина шлейфа 1100 мм и трансформатора 700 мм выбраны так, что в диапазоне 1–5-го каналов они соответствуют примерно $1/4$ длины волны, а в диапазоне 6–12-го каналов — $3/4$ длины волны, если брать среднюю длину волны этих диапазонов. Это обеспечивает приемлемое согласование антенны с фидером. Диаметр трубок, из которых выполнен короткозамкнутый шлейф, может быть произвольным. Антенна является 12-канальной с коэффициентом усиления на 1–2-каналах 3,5 дБ, на 3–5-м каналах 4,6 дБ и на 6–12 каналах 8 дБ.

Логопериодические антенны

Частотно-независимые свойства логопериодических антенн (ЛПА) базируются на принципе электродинамического подобия. Проволочные антенны, выполненные из немагнитных материалов и расположенные в воздухе или вакууме, имеют одинаковые электрические характеристики если все их геометрические размеры пропорциональны длинам волн, на которых они работают.

Частотно-независимая антенна представляет собой структуру, в которой на каждой данной длине

волны ток протекает в пределах ограниченного участка. За пределами этого участка структуры, называемого активной областью антенны, ток быстро падает.

Рассматриваемая вибраторная логопериодическая антенна может быть представлена в виде системы вибраторов различной длины, каждый из которых имеет свою резонансную частоту. Если число вибраторов, их расположение и параметры подобрать так, чтобы внутри любого интервала частот (между двумя соседними телевизионными каналами) характеристика антенны менялась незначительно, то во всем рабочем диапазоне частот входное сопротивление и диаграмма направленности антенны будут почти постоянными. Схема широкодиапазонной логопериодической антенны, рассчитанной на прием телевизионных программ на всех 12 каналах изображена на *рис. 39*.

Антенна состоит из двух периодических структур I и II, размещенных под некоторым острым углом одна относительно другой. Вибраторы каждой такой структуры изготавливаются из тонкостенных труб диаметром 10–16 мм. Вибраторы можно сделать из стержней или медной проволоки диаметром 3–5 мм. Их приваривают или припаивают к несущей трубе, диаметр которой зависит от конструкции и массы антенны. Лучше всего его следует выбирать в пределах 30–40 мм.

Верхняя и нижняя структуры делаются одинаковыми и крепятся на деревянной мачте повернутыми на 180° одна относительно другой. Такая антенна с входным сопротивлением 100–130 Ом присоединяется к фидеру с помощью коаксиального 75-ти Омного кабеля, который проложен внутри

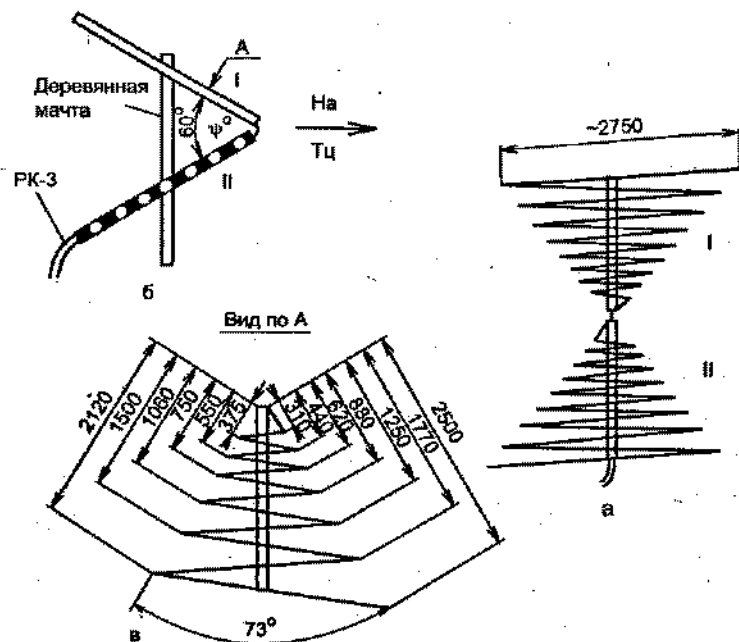


Рис. 39. Схема широкодиапазонной приемной антенны типа ЛПА:

а - схема двух периодических структур антенны; б - вид на антенну сбоку; в - схема одной периодической структуры при $\alpha = 73^\circ$

нижней трубы II. Экран кабеля присоединяется в точке питания к нижней несущей трубе, а коаксиал к верхней несущей трубе. Антенна устанавливается обязательно на деревянной (изолированной) мачте и крепится к ней с помощью хомутов или кронштейнов. Верхняя периодическая структура должна быть гальванически изолированной от нижней.

Широкодиапазонная логопериодическая антенна на всех 12-ти каналах имеет почти неизменную диаграмму направленности, ее коэффициент усиления

в четыре раза больше коэффициента усиления полуволнового симметричного вибратора. Антенна не требует применения симметричного вибратора. Антенна не требует применения симметрирующего и согласующего устройств.

Широкодиапазонная приемная антенна (ЛПА) может иметь самое различное конструктивное исполнение. При изготовлении вибраторов из не очень тонких труб их можно располагать не только под острым углом относительно друг друга, но и т. к. это показано на рис. 40. Такая антенна вместо треугольных имеет трапециевидные зубцы, поэтому она и называется - антенна с трапециевидными зубцами. При подобном расположении вибраторов концы их соединяют проводом диаметром 2-3 мм.

На рис. 41 изображен конструктивный вариант плоской вибраторной логопериодической антенны. Вибраторы каждого полотна привариваются (припаиваются) к несущей трубе так, чтобы соседние

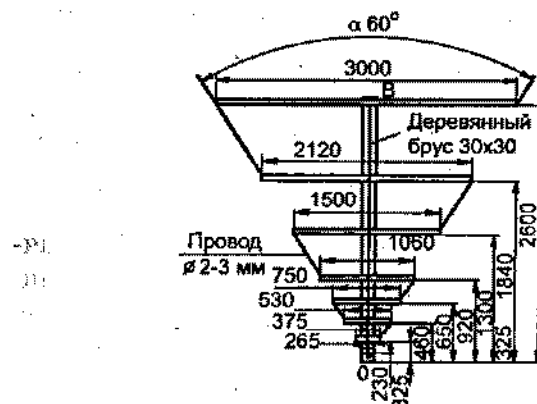


Рис. 40. Схема антенны с трапециевидными зубцами

вибраторы были направлены в противоположные стороны. Полотна располагают горизонтально, одно над другим, на расстоянии, равном примерно двум диаметрам несущей трубы. Две несущие трубы представляют собой распределительную линию и должны быть изолированы друг от друга. Коаксиальный кабель прокладывают внутри нижней трубы, экран припаивают к нижней трубе в точке б, центральную жилу кабеля – к верхней трубе в точке а. Для жесткости системы между трубами ставят изоляторы согласно рис. 42. В табл. 14 приведены размеры плоской логопериодической антенны, предназначенной для работы на всех 12-ти каналах.

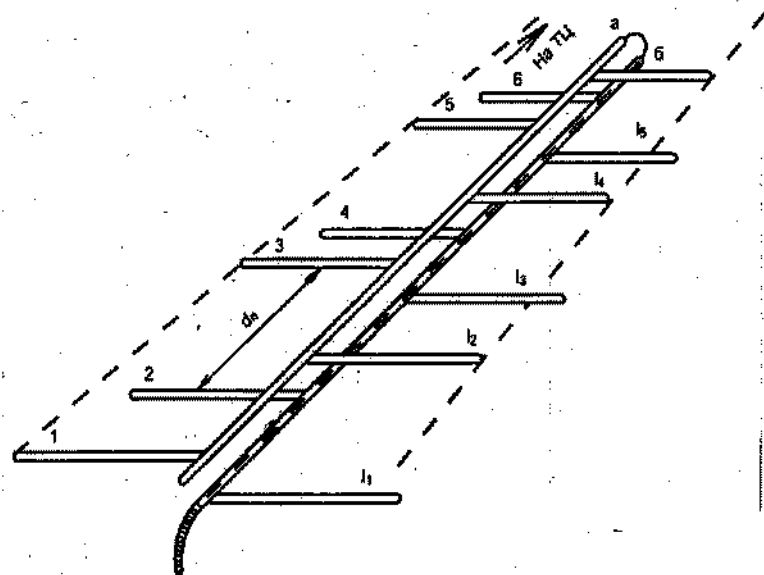


Рис. 41. Плоская вибраторная логопериодическая антенна:

1, 2, 3, 4, 5, 6 – вибраторы

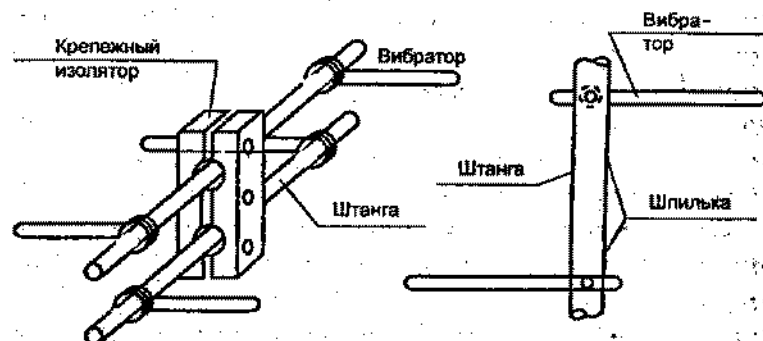


Рис. 42. Варианты крепления вибратора на трубах распределительной линии

Таблица 14

Геометрические размеры 12-канальной антенны ЛПА

№ вибратора	Длина плеча вибратора, мм	Расстояние между соседними вибраторами, мм
1	1500	416
2	1260	350
3	1060	294
4	890	247
5	750	208
6	630	175
7	530	147
8	445	123
9	375	104
10	315	87
11	265	73
12	222	—

Простая логопериодическая антенна может быть быстро выполнена из подручных материалов. Такая антенна показана на рис. 43 и рассчитана на прием телевизионных передач дециметрового диа-

пазона с 24-го по 51-й канал. Несущая конструкция треугольной формы собирается из деревянных брусков квадратного сечения 15×15 мм. Бруски скрепляются между собой треугольными фанерными косынками, прибитыми к брускам с одной стороны треугольника гвоздями или шурупами. С другой стороны в бруски 1 и 2 вбивают гвоздики на расстояниях от точки А, указанных на рис. 43. Полотно антенны образуют два куска медного провода с диаметром 1–1,5 мм. Один кусок провода прямой формы прокладывают по бруску 4 до точки А, а второй, огибая гвозди зигзагом, припаивается к прямому проводу в точке А и на их взаимных пересечениях. К вершине треугольника гвоздями прибивается диск 5 из медной фольги или жести диаметром 40 мм с маленьким отверстием в центре.

Антенна крепится к мачте из дерева или металла в центре тяжести, лежит в горизонтальной плоскости и вершиной треугольника направлена на теле-

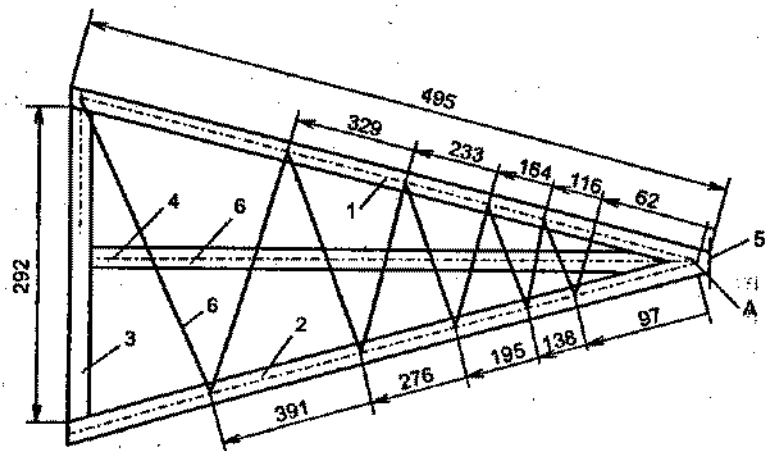


Рис. 43. Логопериодическая антенна ДМВ

центр. Полотно антенны располагается на верхней поверхности треугольника. Телевизионный кабель снижения подходит по мачте к середине бруска 3, подвязывается к бруску 4 по его нижней поверхности изоляционной лентой. В вершине треугольника оплетка кабеля припаивается к точке А, а центральная жила – к центру диска.

Антенну данной конструкции можно выполнить как наружной, так и комнатной. Антенна обеспечивает уверенный прием телепередач на расстоянии до 30 км от телецентра.

Рамочные антенны

В тех случаях, когда простейшие антенны не могут обеспечить получение на экране телевизора удовлетворительного качества изображения, можно рекомендовать двух- и трехэлементные рамочные антенны, которые иначе называются обычно антенной «двойной квадрат» и «тройной квадрат».

Вообще рамочная антенна является трансформированной в квадратную рамку петлевого вибратора, периметр которой равен длине волны (рис. 44).

Рамочные антенны отличаются простотой конструкции, довольно высоким усилением и узкой полосой пропускания.

Узкополосные антенны по сравнению с широкополосными обеспечивают частотную избирательность. Благодаря этому на вход телевизионного приемника не могут принимать мешающие сигналы от других телевизионных передатчиков, работающих на близких по частоте каналах. Это особенно важно в условиях слабого сигнала. Часто возникает необходимость приема слабого сигнала от удаленного передатчика при наличии близко расположенно-

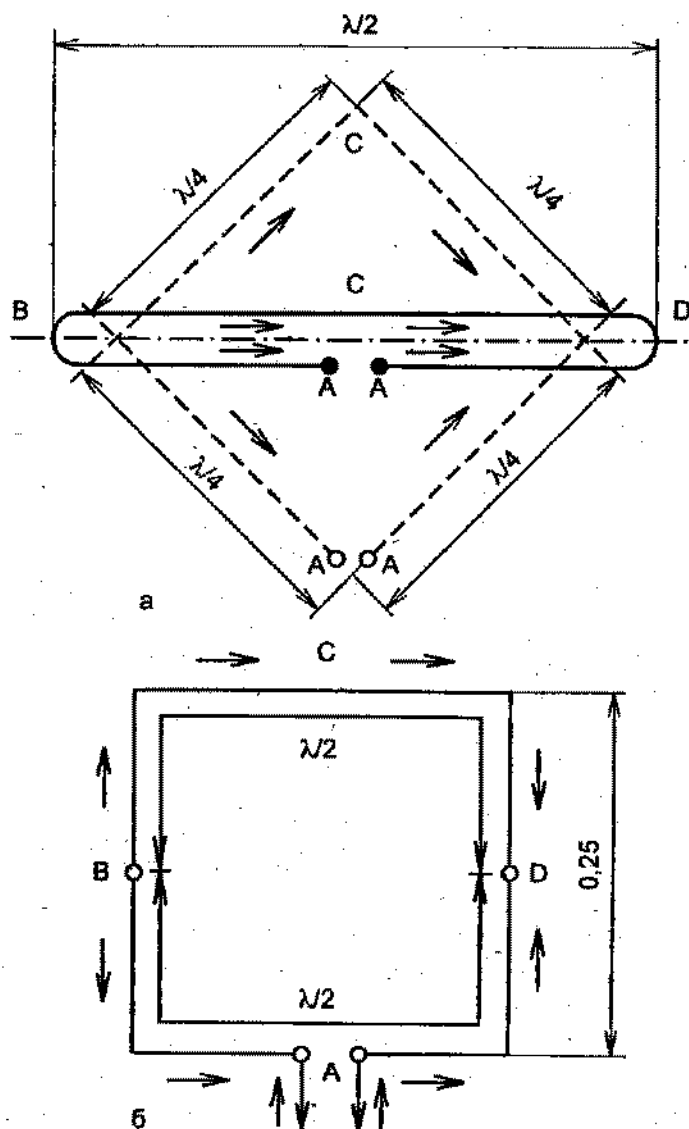


Рис. 44. Трансформация петлевого вибратора в квадратную рамку

го мощного передатчика другого канала. При таких условиях частотной избирательности телевизора может не хватать. Кроме того, интенсивный мешающий сигнал, поступающий на первый каскад приемника (или антенного усилителя), приводит к перекрестной модуляции полезного сигнала мешающим сигналом. В последующих каскадах избавиться от этого уже невозможно. Поэтому в таких случаях рекомендуется применять узкополосные рамочные антенны.

Наибольшее распространение получили двухэлементные рамочные антенны, хотя иногда используют также и трехэлементные рамочные антенны. Впервые эти антенны предложены С. К. Сотниковым. Антенны с числом рамок более трех не используют из-за необходимости тщательной настройки, без которой параметры антенны от увеличения числа элементов не улучшаются.

Двухэлементная рамочная антенна показана на рис. 45. Рамки антенны имеют квадратную форму, а по углам могут иметь закругления произвольного радиуса. Рамки выполняют из металлической трубки диаметром 10–20 мм. Материал трубок произвольный, но предпочтительнее медь или латунь. Верхняя стрела соединяет середины обеих рамок, а нижняя стрела изолирована от вибраторной рамки и крепится к пластине изготовленной из гетинакса, текстолита или оргстекла толщиной 4–6 мм и размерами 30×60 мм. К этой же пластине крепятся концы вибраторной рамки винтами с гайками, для чего концы рамки можно расщепить и просверлить отверстия. Стрелы могут быть выполнены металлическими или из изоляционного материала — текстолита или винипласта. В этом случае специально соединять рамки между собой нет необходи-

мости. Мачта должна быть деревянной, по крайней мере ее верхняя часть. Металлическая часть мачты должна заканчиваться на 1,5 м ниже антенны. Рамки антенны располагают одна относительно другой так, чтобы их воображаемые центры находились на горизонтальной прямой, направленной на передатчик. Крепление антенны к мачте производится в центре тяжести. Фидер снижения подключается к концам вибраторной рамки с помощью четверть-волнового короткозамкнутого симметрирующего шлейфа из того же кабеля, что и фидер. Шлейф и фидер должны подходить к антенне вертикально снизу, расстояние между ними должно быть постоянным по всей длине шлейфа.

Коэффициент усиления двухэлементной рамочной антенны составляет 8–9 дБ. Размеры двухэлементной рамочной антенны приведены в табл. 15.

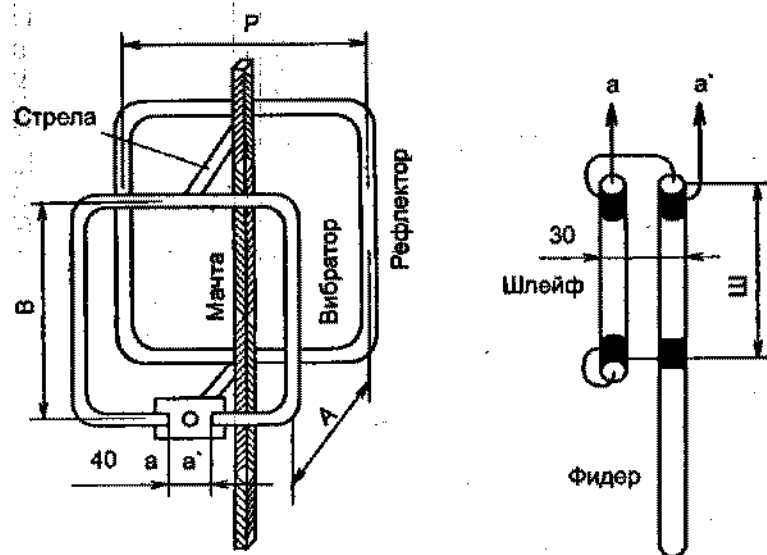


Рис. 45. Двухэлементная рамочная антенна

Таблица 15

Размеры двухэлементных рамочных антенн
метровых волн, мм

Номер канала	1	2	3	4	5	6
В	1450	1220	930	840	770	410
Р	1630	1370	1050	950	870	460
А	900	760	580	530	480	250
Н	4500	3800	2900	2600	2400	1280
Ш	1500	1260	970	880	800	430
Т	1000	840	640	580	530	280
Номер канала	7	8	9	10	11	12
В	390	370	360	345	330	320
Р	440	420	405	390	375	360
А	240	230	220	210	210	200
Н	1230	1180	1130	1090	1050	1000
Ш	410	390	375	360	350	335
Т	270	260	250	240	230	220

Исходя из приведенных значений коэффициента усиления, можно сделать вывод о том, что по усилению двухэлементная рамочная антенна эквивалентна пятиэлементной антенне «волновой канал», но имеет меньше габариты и лишена ее недостатков, т. к. не нуждается в настройке, хорошо согласуется с фидером и обладает хорошей повторяемостью параметров. Это объясняется тем, что активной приемной частью каждой рамки является ее верхняя и нижняя горизонтальные части. Получается, что двухэлементная рамочная антенна содержит четыре элемента и эквивалентна двухэтажной синфазной решетке, собранной из двухэлементных антенн

«волновой канал». Влияние дополнительных двух элементов второго этажа оказывается сильнее, чем добавление двух директоров к двухэлементной антенне «волновой канал», за счет сужения диаграммы направленности в вертикальной плоскости, а это очень важно в условиях дальнего приема, когда сигнал приходит с линии горизонта под малым углом места. Наличие же всего двух элементов, взаимодействующих в каждом этаже, обеспечивает стабильность параметров антенны и их независимость от естественных разбросов в размерах. Благодаря этому отпадает необходимость индивидуальной настройки каждой антенны и обеспечивается хорошее согласование ее с фидером.

В качестве наружной антенны можно так же использовать трехэлементную рамочную антенну, аналогичную показанной на рис. 20. Отличие наружной антенны от комнатной лишь в том, что ее рамки для большей прочности должны быть выполнены из металлической трубки или прутка диаметром 6–10 мм, а стрелы и пластина изолятора более толстыми и прочными.

Размеры трехэлементной рамочной антенны для метрового диапазона волн приведены в табл. 16.

Рамки и верхнюю стрелу антенны метровых волн для достаточной прочности выполняют из трубки диаметром 10–15 мм, а расстояние между концами вибраторной рамки увеличивают до 50 мм.

Коэффициент усиления трехэлементной рамочной антенны составляет 14–15 дБ, что значительно превышает коэффициент усиления многоэлементных антенн «волновой канал». Для сравнения напомним, что коэффициент усиления семиэлементной антенны «волновой канал» равен 10 дБ, одиннадцатиеlementной 12 дБ, шестнадцатиеlementной

13,5 дБ. Причем эти значения соответствуют точно настроенным антеннам, что в любительских условиях трудно выполнимо. Если же учесть, что трехэлементная рамочная антенна не нуждается в настройке, ее преимущества очевидны.

Таблица 16

Размеры трехэлементных рамочных антенн метровых волн, мм.

Номер канала	1	2	3	4	5	6
Д	1255	1060	825	750	688	370
В	1485	1260	975	890	812	438
Р	1810	1530	1190	1080	990	532
А	630	532	412	375	345	185
В	915	775	600	545	500	270
Н	5600	4600	3600	3200	3000	1680
Ш	1500	1260	970	880	800	430
Т	1000	840	640	580	530	280
Номер канала	7	8	9	10	11	12
Д	354	340	325	312	300	290
В	418	400	385	370	357	345
Р	510	488	470	450	435	420
А	177	170	163	157	150	145
В	258	246	237	228	220	210
Н	1600	1500	1450	1400	1350	1300
Ш	410	390	375	360	350	335
Т	270	260	250	240	230	220

Большой коэффициент усиления рамочных антенн указывает на достаточно малую ширину лопе-

стка диаграммы направленности, поэтому такие антенны необходимо тщательно ориентировать на телецентр.

Ромбическая антенна

При приеме телевидения на частотах одного из каналов дециметрового диапазона часто используется ромбическая антенна. К сожалению, она имеет пониженный КПД из-за включения активного нагрузочного сопротивления и наличия значительных боковых лепестков в диаграмме направленности. Этих недостатков можно в значительной степени избежать, если ромбическое полотно погрузить на переменное реактивное сопротивление и снабдить его рефлектором. Такая антенна характеризуется узкой диаграммой направленности в горизонтальной плоскости.

Схема ромбической антенны, поясняющей принцип ее работы показана на рис. 46.

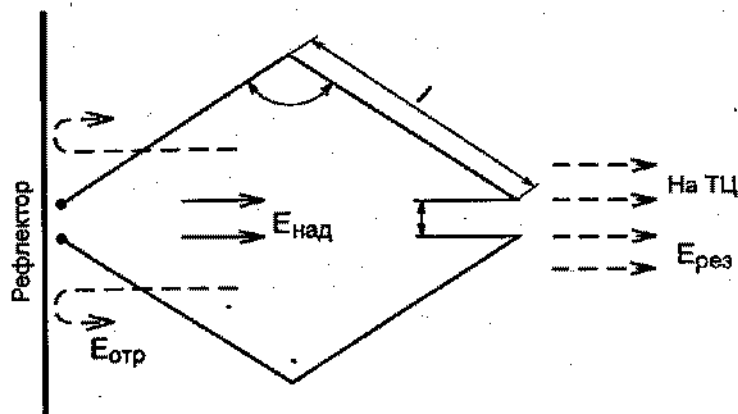


Рис. 46. Схематическое изображение ромбической антенны

Под действием возбуждающей ЭДС на проводах ромба возникает падающая волна, которая распространяется в сторону реактивной нагрузки и создает поле $E_{\text{над}}$. Часть энергии падающей волны расходуется на излучение, а оставшаяся часть полностью отражается реактивной нагрузкой и образует в проводах ромба отраженную волну, распространяющуюся в противоположную сторону, т. е. в сторону рефлектора. Поле отраженной волны $E_{\text{отр}}$, попадая на рефлектор, отражается от него и накладывается на поле падающей волны. Изменением реактивной нагрузки можно добиться оптимальной величины результирующего поля $E_{\text{рез}}$. Она зависит как от фазы поля $E_{\text{отр}}$, так и от его амплитуды. Фаза поля подбирается с помощью реактивной нагрузки, а амплитуда зависит от диаметра провода ромба. Настраивая антенну путем изменения величины реактивной нагрузки, одновременно добиваются и согласования антенны с фидером.

На рис. 47 представлена ромбическая антенна, рассчитанная для работы на 33-м телевизионном канале. Она состоит из решетчатого рефлектора, ромбического полотна, узла питания, каркаса и расчалок 3. Мачта 2 и поперечные рейки 1 могут быть металлическими или из изоляционного материала (дерева). Остальные детали рефлектора выполняются из проволоки. Ромбическое полотно антенны 4 изготавливается из голого медного провода диаметром 1,5–2 мм. Полотно крепится к каркасу из диэлектрического материала, а сам каркас фиксируется в нужном положении с помощью диэлектрических расчалок 5. Если каркас изготовлен из древесины, то в местах соприкосновения провода антенны с деревянными планками необходимо ус-

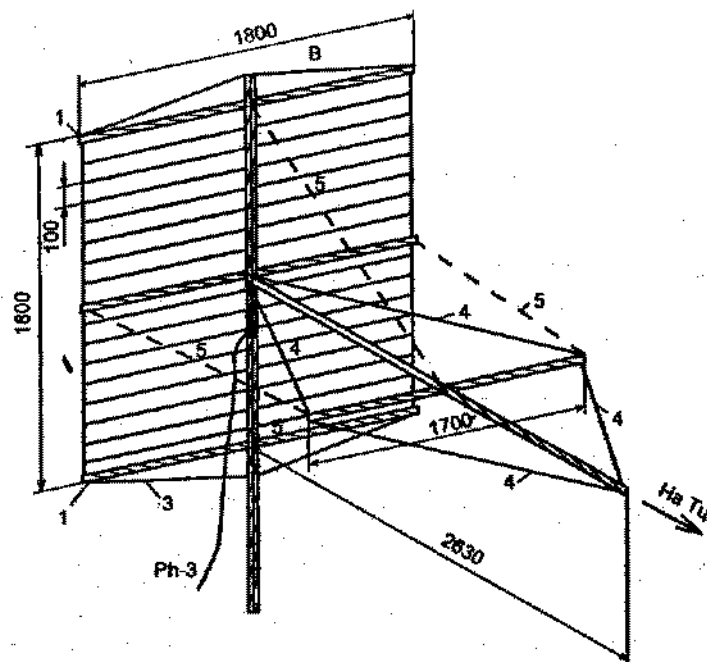


Рис. 47. Конструкция ромбической антенны для 33-го канала

тановить изоляторы из оргстекла, текстолита или другого изолирующего материала.

На рис. 48 показан переход от коаксиального кабеля с волновым сопротивлением 75 Ом к проводам ромба.

Это симметрирующее устройство представляет собой трубку с двумя пазами. Ширина пазов равна 0,4 внутреннего диаметра трубки, а длина 250 мм. Внутренний диаметр трубки должен соответствовать наружному диаметру кабеля без металлической оплетки. Конiec кабеля вставляется в трубку со стороны, противоположной пазам, а его наружная металлическая оплетка натягивается на трубку.

Поверх оплетки накладывается бандаж, оплетка с бандажом припаивается к трубке, а сам бандаж обматывается лентой типа ПХЛ или покрывается лаком. После этого на трубку надевается металлическое кольцо, замыкающее накоротко ее половины и позволяющее менять длину пазов от точек питания ромба до кольца. Конiec кабеля, выдвинутый из второго конца трубки, разделяется и центральный проводник кабеля припаивается к трубке. Трубка

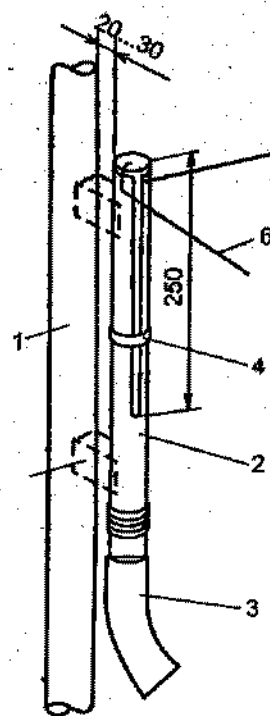


Рис. 48. Схема питания антенны:

1 — мачта; 2 — симметрирующее устройство; 3 — коаксиальный кабель; 4 — кольцо-короткозамыкатель; 5 — диэлектрическая прокладка; 6 — провод полотна антенны

крепится к стволу мачты на расстоянии 20–30 мм на диэлектрических подкладках.

Ромб в вершине, направленной на телецентр, нагружается на переменную реактивную нагрузку, представляющую собой замкнутую с одной стороны двухпроводную линию, образованную продолжением ромба (рис. 49). Конец продольной рейки каркаса, на котором крепится линия, должен быть изготовлен из высокоизоляционного материала (гетинакс, текстолит, оргстекло). Для изменения длины линии на нее надевается металлическая скоба-замыкатель. В процессе настройки антенны кольцо-замыкатель в точках питания ромба устанавливается так, чтобы длина пазов была равна четверти длины рабочей волны. Скоба-замыкатель на двухпроводной нагрузочной линии устанавливается произвольно, вследствие чего в направлении главного излучения антенны может быть провал. Это легко обнаруживается при медленном вращении

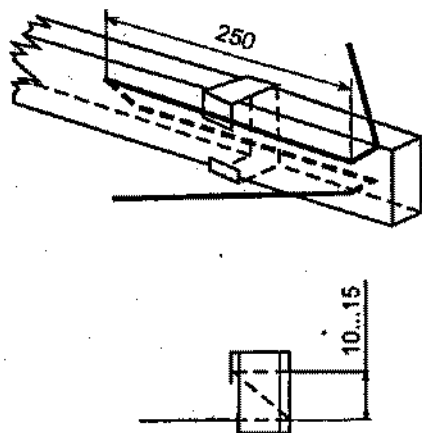


Рис. 49. Двухпроводная линия, служащая реактивной нагрузкой ромба

антенны влево-вправо на 20–30° от направления на телецентр. Устранение провала достигается перемещением короткозамыкателя вдоль двухпроводной линии. Подбрав наилучшее положение по изображению на экране, короткозамыкатель закрепляют. После этого, перемещая вверх и вниз кольцо-короткозамыкатель в точках питания, антенну подстраивают по наилучшему изображению на экране телевизора.

Синфазные антенные решетки

Телевизионные антенны, предназначенные для дальнего приема передач отличаются большими габаритами и сравнительно сложной конструкцией. Синфазные антенные решетки представляют собой сложную направленную систему, состоящую из отдельных слабонаправленных антенн, разнесенных в пространстве и расположенных таким образом, что фазы наведенных в них сигналов оказываются одинаковыми. Антенны в решетке соединяют между собой, т. к. они должны работать на общую согласованную нагрузку. Синфазную решетку собирают из одинаковых антенн, расположенных в несколько рядов и несколько этажей. Схема соединения антенн решетки должна быть составлена так, чтобы не нарушать синфазность сигналов, поступающих от каждой антенны в нагрузку, т. к. только при одинаковых фазах этих сигналов они будут складываться. Использование вместо одной антенны нескольких таких же антенн, соединенных в синфазную решетку, приводит к увеличению сигнала на выходе такой антенной системы, сужению диаграммы направленности и в результате к увеличению коэффициента усиления. Увеличение

коэффициента усиления синфазной антенной решетки происходит за счет двух факторов:

Во-первых, в каждой антенной решетке электромагнитным полем принимаемого передатчика наводится сигнал определенной мощности. Мощность сигналов, принятых всеми антеннами складываются в нагрузку. Поэтому результирующая мощность сигнала на выходе синфазной решетки во столько же раз больше мощности сигнала одиночной антенны.

Во-вторых, поперечные размеры антенной решетки больше поперечных размеров одиночной антенны. При использовании синфазной решетки увеличивается поверхность абсорбции антенны, та поверхность, из которой антенна поглощает мощность электромагнитного поля. Это приводит к сужению диаграммы направленности антенной системы, что эквивалентно дополнительному увеличению коэффициента усиления антенны.

Синфазные решетки могут быть собраны из антенн самых различных типов. Обычно в решетке используют одинаковые антенны, что упрощает их согласование с нагрузкой и фазирование. Однако не исключено использование в решетке и разных антенн. Наибольшее распространение получили синфазные решетки, собранные из антенн типа «волновой канал» и рамочных антенн.

На рис. 50 показана двухрядная антенная решетка, собранная из двух трехэлементных антенн «волновой канал». Антенна предназначена для приема сигнала с вертикальной поляризацией на границе зон прямой видимости и полутени. Коэффициент усиления антенны составляет 10 дБ. Элементы антенны выполняются из металлической трубки диаметром 12–20 мм для антенны, работающих в 1–5-м

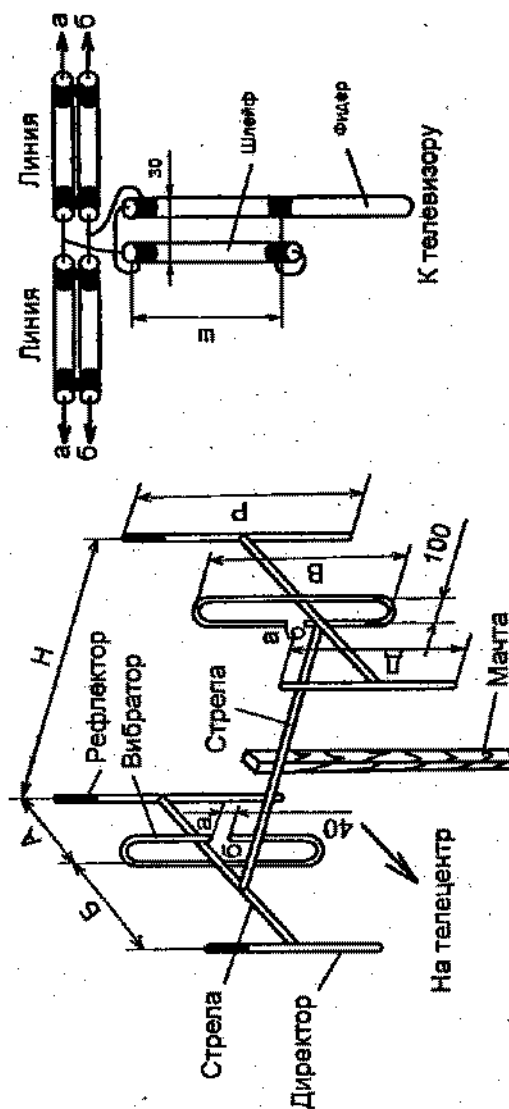


Рис. 50. Двухрядная синфазная антенна

каналах, или диаметром 8–16 мм для антенн 6–12 каналов.

Стрелы антенны могут быть металлическими или деревянными, мачта же обязательно должна быть выполнена из изоляционного материала и лишь на 2 м ниже антенны мачта может быть металлической. Размеры каждой антенны можно взять из табл. 14, а расстояния между антеннами Н и длина шлейфа Ш приведены в табл. 17.

Таблица 17

Размеры двухрядной трехэлементной антенной решетки

Номер канала	1	2	3	4	5	6
Н, мм	4500	3800	2900	2600	2400	1280
Ш, мм	1418	1202	932	848	778	420
Номер канала	7	8	9	10	11	12
Н, мм	1230	1180	1180	1090	1050	1000
Ш, мм	402	386	370	356	343	331

Согласующее устройство состоит из двух соединительных линий симметрирующего короткозамкнутого четвертьволнового шлейфа. Линии, каждая из которых выполнена из двух отрезков 75-омного коаксиального кабеля, может быть взята произвольной длины, но обе линии должны быть одинаковой длины.

На рис. 51 представлена двухрядная антенная решетка для приема сигналов с горизонтальной поляризацией а на рис. 52 схема кабельных соединений данной антенны.

Центральные жилы необходимо подключать к вибраторам строго одинаково – либо к левым, либо

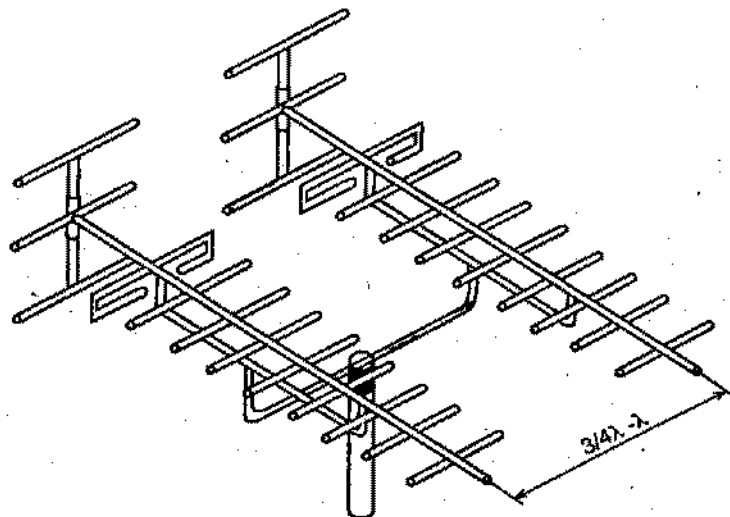


Рис. 51. Синфазная решетка из двух антенн типа «волновой канал»

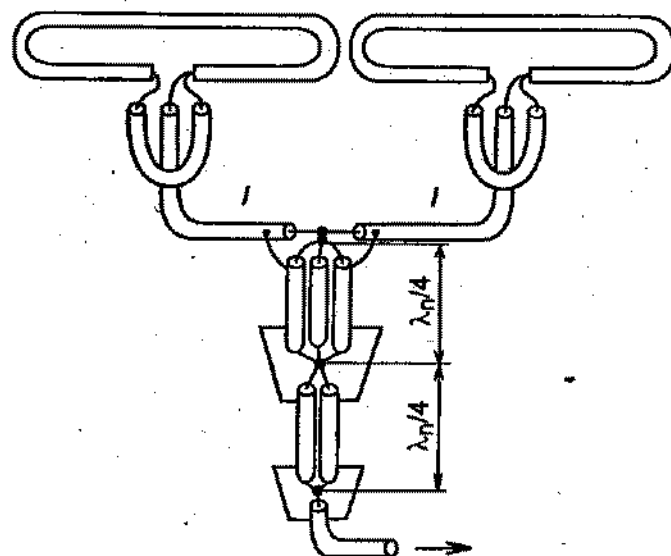


Рис. 52. Схема соединения двух антенн в синфазную решетку

к правым концам вибратора. В противном случае антенна работать не будет.

На рис. 53 показана четырехэтажная синфазная решетка, собранная из четырех трехэтажных антенн «волновой канал». Размещение антенн в четыре этажа значительно сужает диаграмму направленности в вертикальной плоскости и позволяет прижать ее лепесток к земле. Это очень важно в ус-

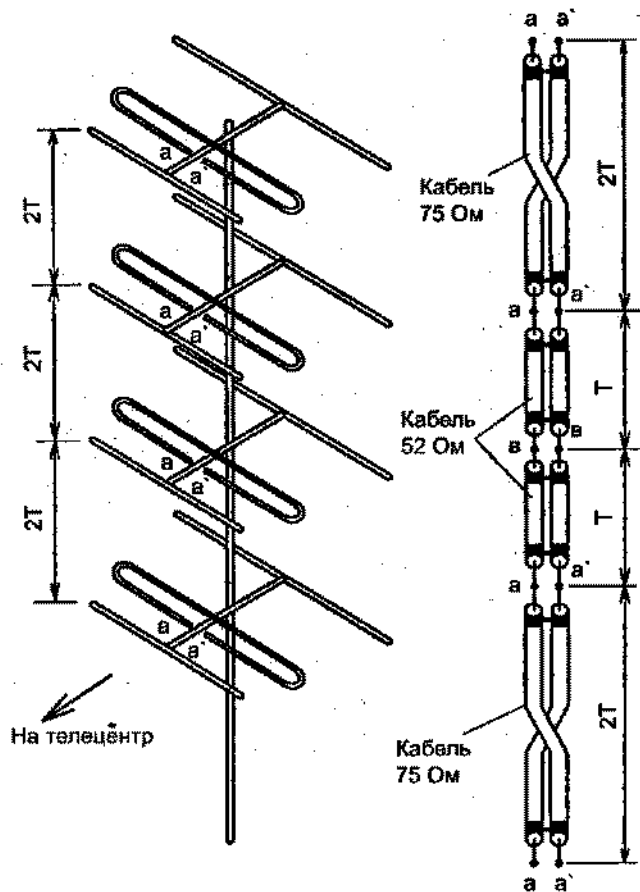


Рис. 53. Четырехэтажная синфазная решетка

ловиях дальнего приема, когда сигнал приходит с линии горизонта. Коэффициент усиления такой антенной решетки достигает 14 дБ. Размеры антенны могут быть также взяты из табл. 9. Согласование антенны осуществляется согласно схеме, приведенной на рис. 53. Фидер снижения подключается к точкам «в-в» с помощью четвертьволнового симметрирующего шлейфа длиной $\lambda/4$. Размеры трансформаторов Т и шлейфа Ш можно взять из табл. 15, 16. На концах линий и трансформаторов оплетки кабелей соединяют между собой. Центральную жилу кабеля фидера соединяют с центральной жилой и оплеткой шлейфа, подключают к левой точке «в», а оплетку фидера к правой точке «в». С оплетками трансформаторов оплетку фидера не соединяют.

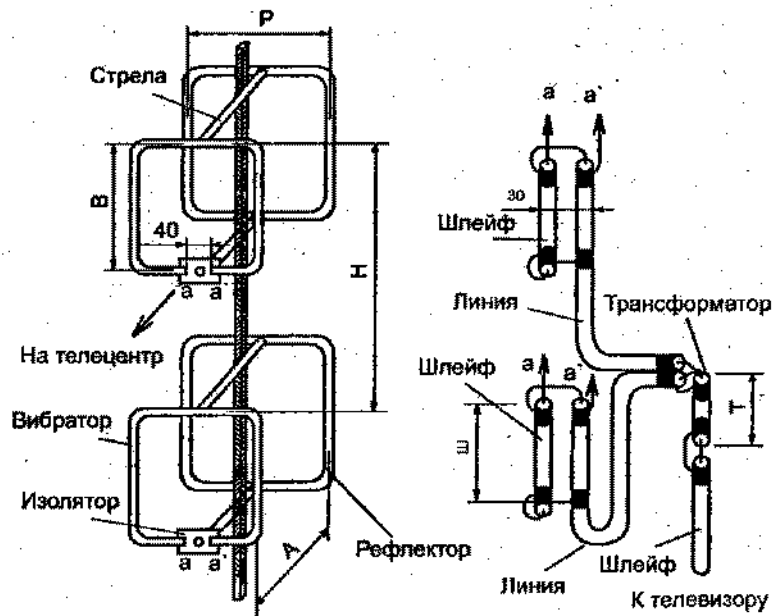


Рис. 54. Двухэтажная синфазная рамочная антенна

Хорошие результаты дают синфазные решетки, собранные из рамочных антенн. В диапазонах метровых волн наибольшее распространение получили двухэтажные и двухэтажные двухрядные синфазные решетки, собранные из двухэлементных рамочных антенн. На *рис. 54* показаны двухэтажная синфазная решетка и схема ССУ к ней. Обе антенны этой решетки выполняют согласно *рис. 45* и *табл. 15*. Симметрирование антенн осуществляется четвертьволновыми симметрирующими короткозамкнутыми шлейфами. Линии, как и шлейфы, выполняются из отрезков 75 Омного кабеля и хорошо согласуются с антеннами. Линии берутся произвольной, но одинаковой длины. Трансформатор Т выполняется из 50 Омного коаксиального кабеля длиной в $1/4$ длины волны в кабеле.

Коэффициент усиления двухэтажной синфазной решетки из двух двухэлементных рамочных антенн составляет 12–13 дБ.

Если необходимо увеличить коэффициент защитного действия (КЗД) двухэтажной рамочной антенны, верхняя антенна выдвигается вперед по направлению на телецентр на расстоянии III, а верхняя линия удлиняется относительно нижней на длину Т.

Двухэтажная решетка из рамочных антенн имеет узкую диаграмму направленности в вертикальной плоскости и более широкую в горизонтальной. Это представляет большое удобство, т. к. антенная решетка не нуждается в тщательном ориентировании по азимуту, а узкий лепесток диаграммы направленности в вертикальной плоскости, прижатый к линии горизонта, благоприятствует дальнему приему телевизионных сигналов.

Использовать эту антенную решетку рекомендуется в зоне полутени, прилегающей к зоне прямой видимости.

Если двухэтажная синфазная решетка из 2-х рамочных антенн не обеспечивает уверенного приема с хорошим качеством изображения, можно рекомендовать собрать антенную решетку из четырех рамочных антенн, расположенных в два ряда и в два этажа. Такая антенная решетка со схемой согласования показана на *рис. 55*. Все ее размеры берутся из *табл. 15*. За счет удвоения рядов сужается диаграмма направленности в горизонтальной плоскости и коэффициент усиления возрастает до 16–17 дБ.

В этой конструкции антенной решетки перекладины обязательно должны быть выполнены из изоляционного материала. Мачта может быть выполнена из металла. Во избежание прогиба перекладин мачту можно сделать выступающей вверх за пределы антенны на высоту $H/2$ и подвязать все стрелы антенн к вершине мачты капроновым пнуром.

На вершине мачты установить громоотвод в виде заостренного металлического штыря, приваренного к мачте с надежным заземлением у основания мачты.

Весьма привлекательны синфазные решетки, собранные из трехэлементных рамочных антенн. Двухэтажная синфазная решетка, собранная из двух трехэлементных рамочных антенн обладает коэффициентом усиления примерно 19 дБ, а двухэтажная двухрядная решетка из четырех трехэлементных рамочных антенн около 23 дБ.

Двухэтажная двухрядная синфазная решетка достаточно громоздка и обладает большой парусностью. В условиях дальнего приема в зоне полутени, когда передающая антенна находится за линией го-

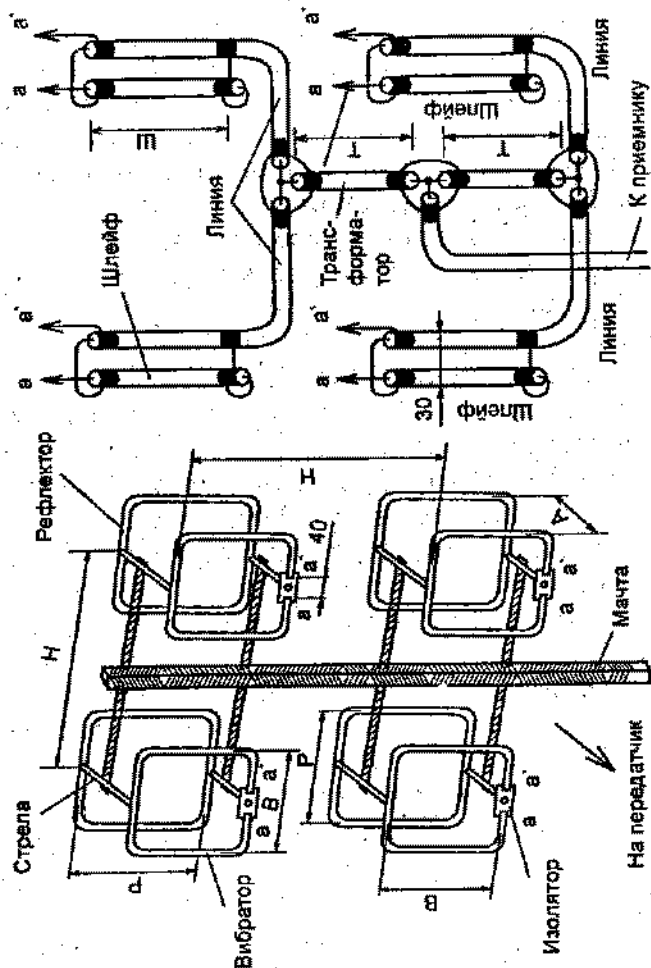


Рис. 55. Двухэтажная прямоугольная рамочная антенна

ризонта, особенно важно, чтобы главный лепесток диаграммы направленности приемной антенны был прижат к земле. Поэтому весьма привлекательна двухэтажная однорядная синфазная решетка из трех двухэлементных или трехэлементных рамочных антенн, показанных на рис. 56. Все размеры здесь такие же как для уже рассмотренных рамочных антенн и синфазных решеток из них. Особенность же в том, что для согласования этой решетки с фидером требуются два соединенных последовательно трансформатора.

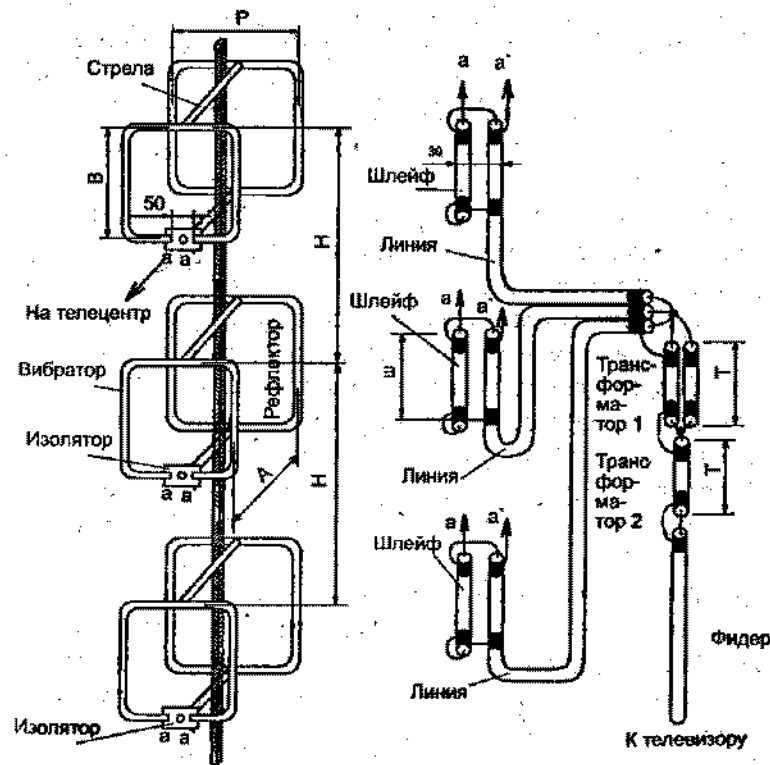


Рис. 56. Трехэтажная рамочная антенна

Коэффициент усиления такой решетки из двух-элементных рамочных антенн 14–16 дБ, а из трех-элементных рамочных антенн около 21 дБ. В горизонтальной плоскости диаграмма направленности такой решетки сравнительно широка.

Антенные усилители

Чувствительность телевизионного приемника

Чувствительность телевизионного приемника — одна из главных его характеристик, которая определяет возможность дальнего приема.

Существует несколько определений чувствительности:

- чувствительность, ограниченная усилением;
- чувствительность, ограниченная синхронизацией;
- чувствительность, ограниченная шумами.

Чувствительность, ограниченная усилением, представляет собой минимальное напряжение сигнала на антенном входе телевизора, при котором обеспечивается нормальный уровень сигнала на модулирующем электроде кинескопа.

Чувствительность, ограниченная синхронизацией — это минимальное напряжение сигнала на антенном входе телевизора, при котором еще достигается устойчивая синхронизация генераторов развертки телевизора.

Чувствительность, ограниченная шумами — это минимальное напряжение сигнала на антенном входе телевизора, при котором обеспечивается номинальный уровень сигнала на модулирующем электроде кинескопа при его превышении над уровнем собственных шумов на 20 дБ, т. е. в 10 раз по напряжению.

Чувствительность, ограниченная усилением, характеризует коэффициент усиления приемо-усилительного тракта телевизора без учета качества изображения и устойчивости синхронизации. Казалось бы, что чем больше коэффициент усиления тракта, тем меньше (т. е. лучше) чувствительность, ограниченная усилением. В связи с тем, что коэффициент усиления тракта можно увеличивать неограниченно наращиванием числа усилительных каскадов, можно добиться чувствительности, ограниченной усилением, сколь угодно малой. Но на самом деле это не правильно. Дело в том, что чувствительность, ограниченная усилением, отнюдь не характеризует возможность прием телевизионным приемником слабых сигналов, т. к. не учитывает влияния его собственных шумов. Все элементы схемы, а в особенности активные элементы (транзисторы, микросхемы, электронные лампы) создают определенный уровень собственных шумов. Шум каждого каскада усиливается последующими каскадами наравне с сигналом, поэтому наиболее сильно усиливается шум первого каскада приемника. Поэтому наиболее важен уровень шумов именно первого каскада приемника, по этой причине его стремятся собирать с использованием малошумящих активных элементов. Если напряжение собственных шумов на выходе приемника разделить на его коэффициент усиления, получится уровень напряжения шумов, приведенных по входу приемника.

При подаче на вход приемника сигнала, уровень каждого меньше напряжения шумов, приведенных ко входу, такой слабый сигнал окажется забит шумами. Шумы будут усилены вместе с сигналом, и на экране телевизора появятся шумы в виде «снега».

Чтобы получить на экране качественное изображение, напряжение сигнала на входе телевизора должно превышать напряжение шумов, приведенных ко входу и чем больше напряжение сигнала на входе по сравнению с напряжением шумов, тем лучше будет качество изображения. Для оценки соотношения между напряжением сигнала и напряжением шумов принято брать их отношение.

Чувствительность, ограниченная шумами, как раз и учитывает наличие определенного уровня собственных шумов телевизора и характеризует его способность принимать слабые сигналы, т. е. работать в условиях дальнего приема. Сравнивая чувствительности, ограниченные шумами, для разных типов телевизоров, можно выбрать из них такой, который обладает наилучшей чувствительностью и в наибольшей степени подходит для условий дальнего приема телевизионных передач.

Все разработанные после 1979 года отечественные черно-белые и цветные телевизоры в соответствии с ГОСТом должны обладать чувствительностью канала изображения, ограниченной шумами, не хуже 100 мкВ в диапазоне метровых волн и не хуже 140 мкВ в диапазоне дециметровых волн.

В условиях дальнего приема, когда изображение на экране телевизора получается бледным и мало-контрастным, встает вопрос о возможности улучшения чувствительности телевизионного приемника. Увеличение коэффициента усиления приемного тракта может быть достигнуто разными способами. Простейший из них — использование антенного усилителя между выходом фидера и антенным гнездом телевизора. Такие усилители разработаны и выпуска-

ются у нас в стране. Однако уровень собственных шумов таких антенных усилителей примерно такой же, как у телевизионных приемников. Поэтому выигрыша в чувствительности, ограниченной шумами, использование этих антенных усилителей не дает.

В ламповых телевизорах можно увеличить коэффициент усиления усилителя промежуточной частоты канала изображения за счет установки ламп с повышенным значением крутизны за счет характеристик.

Так, вместо ламп 6Ж1П можно установить лампы 6Ж38П, что увеличивает коэффициент усиления примерно в 2 раза.

Применение антенных усилителей

Как отмечалось выше, установка антенного усилителя между фидером и антенным входом телевизора обеспечивает увеличение коэффициента усиления приемного тракта. Но этот метод не всегда приводит к улучшению изображения в условиях дальнего приема, т. к. требуется улучшение чувствительности, ограниченной не усилением, а шумами.

Тем не менее использование антенного усилителя в некоторых случаях позволяет существенно улучшить прием, но для этого антенный усилитель должен быть установлен не на входе телевизора, а около антенны, на мачте между ССУ антенны и фидером, в непосредственной близости от антенны. Дело в том, что сигнал, приходящий от антенны по фидеру претерпевает затухание, т. е. существенно уменьшается его уровень.

Затухание в фидере зависит от многих факторов: марки кабеля, из которого изготовлен фидер; длины фидера; частоты телевизионного сигнала, т. е. от принимаемого канала. И когда антенный усилитель установлен на входе телевизора, на его вход поступает сигнал уже ослабленный потерями в фидере, а поэтому отношение уровня сигнала к уровню шумов на входе антенного усилителя оказывается меньше, чем если бы антенный усилитель был установлен на антенне, на входе фидера.

Коаксиальные кабели, применяемые для фидеров имеют в зависимости от конструкции и материала различные затухания. Основные характеристики коаксиальных кабелей приведены в табл. 18.

Из таблицы видно, что чем больше диаметр по изоляции, тем меньше погонное затухание у кабеля. Потому при значительных длинах фидера снижения необходимо применять кабель с наибольшим диаметром по изоляции.

Включение антенного усилителя на входе фидера дает возможность последующего разветвления сигнала на большое количество абонентов в доме и может улучшить отношение сигнал/шум и качество приема за счет того, что коэффициент шума транзистора, стоящего в первом каскаде антенного усилителя обычно меньше коэффициента шума транзистора, стоящего на входе селектора каналов телевизора.

Обычно в качестве антенных усилителей МВ и ДМВ используются двухкаскадные усилители, в которых используются высокочастотные малошумящие транзисторы. В табл. 19 приведены основные параметры транзисторов, применяемых в двухкаскадных антенных усилителях.

Таблица 18

Основные параметры некоторых марок высокочастотных кабелей

Марка кабеля	Новое обозначение	Старое обозначение	Тип кабеля	Волновое сопротивление, Ом	Максимальная емкость, пФ/м	Показатель затухания в ДБ/м при частоте			Диаметр внутренней жилы, мм	Диаметр по изоляции, мм	Внешний диаметр кабеля, мм
						50 МГц	100 МГц	200 МГц			
РК-75-4-11		РК-101	Коаксиальный	72-78	70	0,074	0,099	0,174	0,72	4,6	7,3
РК-75-4-12		КР-149	*	72-78	76	0,065	0,104	0,183	0,78(7×0,26)	4,6	7,3
РК-75-4-14			*	75				0,180	1,2(7×0,4)		10,3
РК-75-4-15		РК-1	*	72-78	68	0,083	0,09	0,147	0,72	4,6	7,3
РК-74-4-16		РК-49	*	72-78	76	0,087	0,109	0,187	0,78(7×0,26)	4,6	7,3
РК-75-7-12		РК-120	*	72-78	69	0,059	0,104	0,147	1,2(7×0,4)	7,3	10,3
РК-75-7-13			*	75				0,096	0,72		
РК-75-7-15			*	75		-0,096	1,13	-9,5			
РК-75-7-16		РК-20	*	72-78	68	0,061	0,109	0,156	1,11(7×0,37)	7,3	10,4
РК-75-9-12		РК-3	*	72-78	70	0,048	0,065	0,104	1,35	9,0	12,2
РК-75-9-13		РК-103	*	72-78	71	0,05	0,061	0,099	1,35	9,0	12,2
		РК-6	*	48-52	101	0,052	0,08	0,130	2,55(7×0,85)	9,2	12,4
		РК-19	*	48-52	105	0,156	0,18	0,295	0,38	2,4	4,2

Таблица 19

Транзисторы, применяемые в антенных усилителях

Тип транзистора	Проводимость	Графическая частота, ГГц	Коэффициент усиления, дБ	Коэффициент шума, дБ	I_1 , мА	I_2 , мА
КТ3132А-2-Г-2	п-р-п	7,2	20	1,5	3,0	8,0
КТ3114А-6-Г-2	п-р-п	4,5	18	1,5	2,0	6,0
КТ3115А-2	п-р-п	7,0	15	1,5	3,5	8,5
КТ3101А-2	п-р-п	3,5	15	1,8	2,0	6,0
КТ3106А-6	п-р-п	1,5	15	2,0	4,0	9,0
КТ311А-2	п-р-п	5,0	18	2,5	3,0	7,0
КТ3123А-2-В-2	п-р-п	4,0	1	2,5	5,0	12,0
КТ3124А-2-В-2	п-р-п	7,0	15	3,0	2,5	7,0
КТ399А	п-р-п	1,8	12	3,0	5,0	10,0
КТ382А	п-р-п	1,5	12	3,0	4,5	12,0
КТ3120А	п-р-п	1,5	15	3,5	6,0	15,0
КТ362А	п-р-п	2,4	12	3,5	2,5	6,0
КТ391Б-2, В-2	п-р-п	5,0	18	4,0	3,0	7,0
КТ341А	п-р-п	2,0	12	4,0	2,5	5,0
КТ329А	п-р-п	1,5	10	4,0	3,0	6,0
КТ382Б	п-р-п	1,8	10	4,5	4,5	12,0
КТ371А	п-р-п	1,5	12	5,0	2,5	8,0
ГТ330Д	п-р-п	1,5	10	5,0	5,0	10,0
КТ3128А	п-р-п	0,8	10	5,0	5,0	10,0
КТ3109А	п-р-п	0,8	15	6,0	5,0	10,0

Транзисторы в таблице расположены в порядке ухудшения параметров. Можно использовать два разных транзистора, но на входе усилителя должен стоять транзистор с меньшим коэффициентом шума. I_1 и I_2 — это оптимальные токи первого и второго каскадов. Ток первого каскада выбран по ми-

нимальному коэффициенту шума, а второго — по максимальному усилению.

Антенные усилители необходимо устанавливать как можно ближе к антенне. Питание усилителя лучше всего осуществлять по коаксиальному кабелю фидера через развязку. Схема развязки по питанию приведена на рис. 57.

Развязывающее устройство устанавливается внизу у телевизора и на нее подается питание 12 В от отдельного маломощного блока питания (адаптера). Двухкаскадные антенные усилители потребляют ток не более 50 мА, поэтому мощность адаптера не должна превышать 5–10 Вт. При использовании отечественных телевизоров питание для антенного усилителя можно брать непосредственно из селектора каналов СКД-24С (с третьего контакт разъема) напряже-

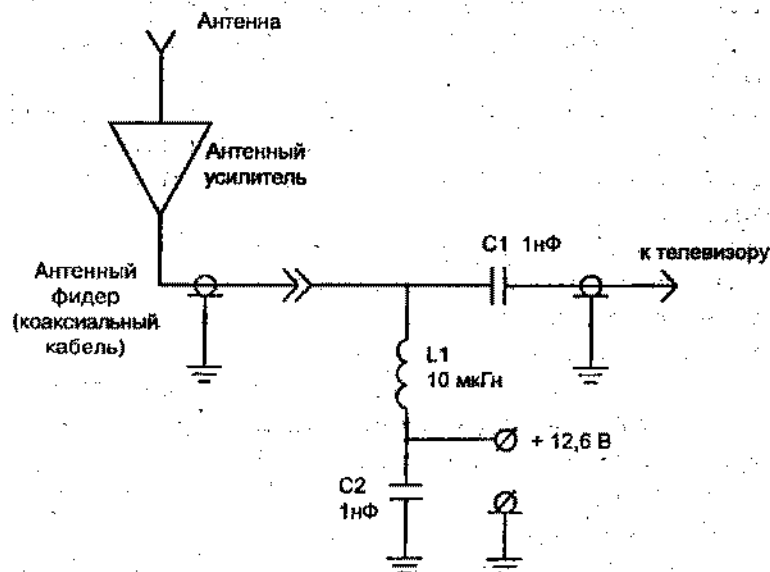


Рис. 57. Схема развязывающего устройства для питания антенного усилителя по коаксиальному кабелю фидера

ние питания селектора СКД-24С. В этом случае антенный усилитель будет включаться при выборе дециметрового канала.

Если же питание антенного усилителя вывести из селектора каналов метрового диапазона (СКМ) то антенный усилитель будет включаться при выборе канала метрового диапазона.

Все коммутации антенного усилителя на мачте нужно производить с помощью пайки, т. к. установка механических контактирующих элементов (разъемов и т. д.), эксплуатирующихся в тяжелых климатических условиях, в конце концов приводит к отказу из-за коррозии контактов.

При выборе усилителя необходимо обеспечить коэффициентом усиления усилителя затухания в кабеле фидера и потери в цепях сложения и разветвления сигнала. Обычно при средней длине кабеля 20–30 м затухания в нем составляют 10 дБ, откуда с учетом потерь в устройствах сложения – разветвления сигнала, следует выбирать антенный усилитель с усилением 20–30 дБ.

Сложными являются случаи, когда необходимо принимать и усиливать слабые сигналы при наличии мощных сигналов других передатчиков. При этом на вход усилителя попадают как слабые, так и сильные сигналы. Сильный сигнал на входе антенного усилителя может блокировать его работу или перевести работу первого каскада в нелинейный режим – режим смесителя. В этом случае на экране телевизора наблюдается наложение одного изображения на другое. То есть на изображении одного канала видны полупрозрачные кадры изображения другого канала.

Это означает, что усиление выбранного вами усилителя слишком велико, его величину можно

уменьшить путем уменьшения напряжения питания усилителя. Для этого желательно использовать отдельный блок питания с плавной регулировкой напряжения в пределах от 5 до 12,6 В.

Необходимо отметить, что на усилители дециметровых волн сильно влияют сигналы метрового диапазона, т. к. мощности передатчиков метрового диапазона не соизмеримы с передатчиками дециметрового диапазона. Для ослабления влияния сигналов метрового диапазона перед антенным усилителем ДМВ нужно установить фильтр верхних частот, который удалит диапазон метровых волн и пропустит с малыми потерями только сигналы ДМВ.

Если усилитель выбран неправильно (с большим коэффициентом усиления) или если антенна плохо согласована с кабелем, то усилитель может возбуждаться и тогда на экране телевизора будет сплошная рябь, но чаще всего в сельских районах, где поблизости нет мощных передающих телецентров, возможно применение усилителей с коэффициентом усиления 40–50 дБ.

На рис. 58 приведена схема антенного усилителя, рассчитанного на усиление сигналов всех 12 каналов метрового диапазона. Коэффициент усиления его составляет 25 дБ при напряжении 12,6 В. Потребляемый ток не более 20 мА. Встречно-параллельное включение на входе диодов Д1, Д2 предохраняет транзисторы усилителя от повреждения грозовыми разрядами. Оба каскада собраны по схеме с общим эмиттером. Конденсатор С6 обеспечивает коррекцию постоянной характеристики усилителя в области высоких частот. Для стабилизации режима транзисторов усилитель охвачен отрицательной обратной связью с эмиттера второго транзистора на

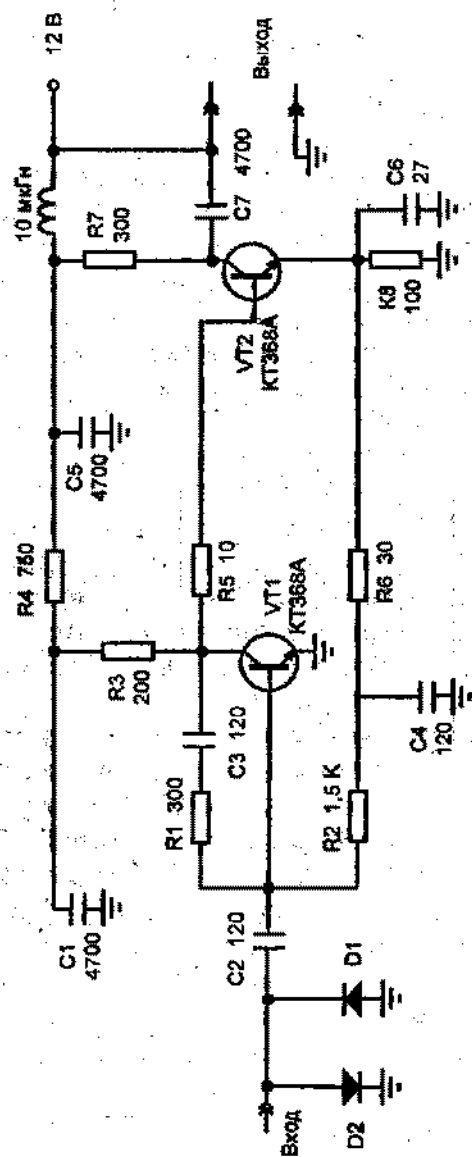


Рис. 58. Принципиальная схема антенного усилителя метровых волн

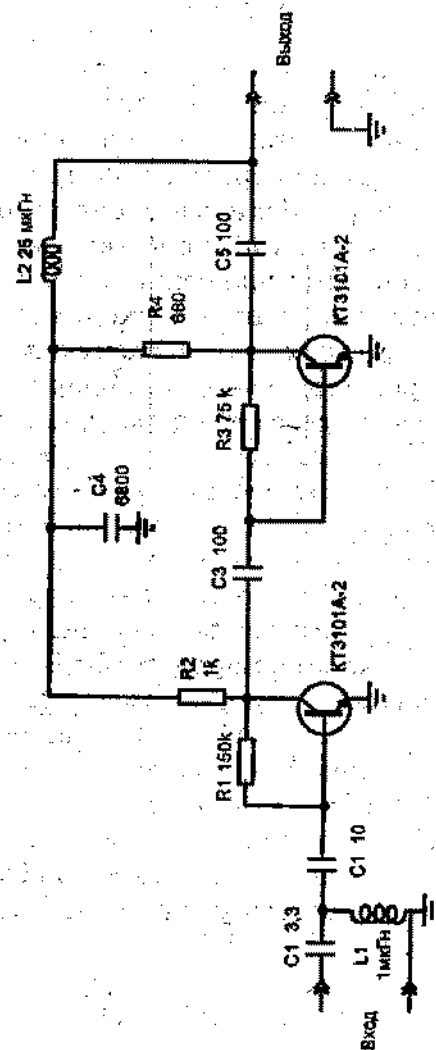


Рис. 59. Принципиальная схема антенного усилителя дециметровых волн

базу первого. Во избежание самовозбуждения усилителя из-за паразитной обратной связи между каскадами через источник питания используется развязывающий фильтр R4 C1.

На рис. 59 приведена схема усилителя для дециметрового диапазона 470–790 МГц (21–60-й каналы). Коэффициент усиления этого усилителя в полосе пропускания составляет 30 дБ при напряжении питания 12 В, а потребляемый ток составляет 12 мА. Оба каскада собраны по схеме с общим эмиттером на СВЧ транзисторах с низким уровнем собственных шумов. Нижняя граница полосы пропускания усилителя ограничена входным фильтром верхних частот, а верхняя – паразитными емкостями транзисторов и монтажа. Благодаря резисторам R1 и R3 обеспечивается температурная компенсация режима транзисторов. Катушка фильтра верхних частот L1 наматывается проводом ПЭВ-2 диаметром 0,8 мм и содержит 2,5 витка. Намотка производится на оправке диаметром 4 мм. Питание на усилитель подается по коаксиальному кабелю.

Простой широкополосный антенный усилитель обеспечивает усиление порядка 10 дБ во всем диапазоне, отведенном под телевизионное вещание. Усилитель представляет собой каскад с общим эмиттером и глубокой отрицательной обратной связью через R1 C2, а также эмиттерной коррекцией R5 R6 C5 C6. Питание усилителя осуществляется по кабелю. Антипаразитная цепь R4 C3 обеспечивает устойчивость антенного усилителя, при больших КСВ в кабеле, что возможно, когда входное сопротивление телевизора значительно отличается от волнового сопротивления кабеля. Принципиальная схема усилителя приведена на рис. 60.

Промышленностью выпускается несколько ти-

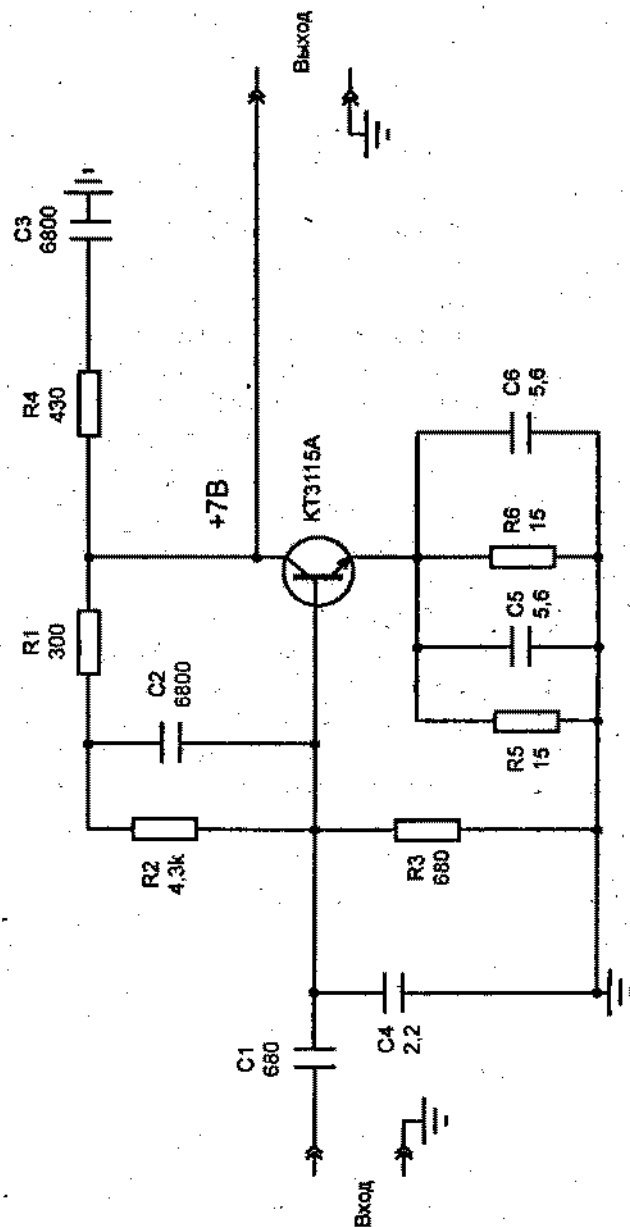


Рис. 60. Принципиальная схема широкополосного антенного усилителя.

пов антенных усилителей. Наибольшее распространение получили антенные усилители метрового диапазона типа УТДИ-I-III (усилитель телевизионный диапазонный индивидуальный на частоты I-III диапазонов). Они рассчитаны на все 12 каналов метрового диапазона и содержат встроенный блок питания от сети 220 В. Конструкция усилителя позволяет устанавливать его на мачте около антенны с подачей питания по фидеру. Коэффициент усиления усилителя УТДИ-I-III не менее 12 дБ, а уровень его собственных шумов намного меньше уровня собственных шумов телевизионных приемников.

В связи с тем, что в настоящее время все более широкое распространение получает телевизионное вещание в дециметровом диапазоне, а затухание сигнала в фидере на этих частотах повышено, актуальным становится использование антенных усилителей ДМВ. Выпускаемый промышленностью усилитель типа УГАИ-21-41 (усилитель телевизионный антенный индивидуальный, рассчитанный на 21-41 каналы) работает в диапазоне частот 470-638 МГц с коэффициентом усиления не менее 14 дБ. Он также имеет индивидуальный блок питания (адаптер) и конструктивно устанавливается на мачте непосредственно у телевизионной антенны.

Применение антенного усилителя позволяет значительно использовать фидеры большой длины, которые в отсутствие усилителя ослабили бы уровень сигнала до недопустимых.

Необходимость применения длинного фидера возникает в следующих условиях:

1. Когда телевизионный приемник располагается в ложбине и приемная антенна устанавливается от приемника на возвышенности или холме на расстоянии 100-200 м. При такой установке антенны

обеспечивается вполне уверенный прием с хорошим качеством изображения за счет того, что антенна не закрыта местной преградой. В этом случае для подключения антенны к телевизионному приемнику потребуется использование длинного фидера. Длинный фидер имеет значительное затухание, которое можно компенсировать установкой одного или нескольких антенных усилителей в разрывах длинного фидера.

2. Когда в отдаленно расположенном дачном поселке целесообразно установить одну коллективную антенну и разводку к отдельным дачным домам, то ее проводят длинным фидером с ответвлениями и антенными усилителями, компенсирующими затухание в длинном фидере.

Аналогичным образом организуется так называемое кабельное телевидение в данном населенном пункте.

Устройства совмещения и коммутации антенн

Делители телевизионного сигнала

В настоящее время семья среднего достатка имеет в доме два и более телевизора, каждый из которых необходимо подключить к наружной антенне. При наличии телевизионной антенны коллективного пользования данное подключение можно сделать от стандартной разветвительной коробки, устанавливаемой, как правило, на лестничной клетке. При таком подключении исключается взаимное влияние между телевизорами, обеспечивается хорошее согласование входного сопротивления телевизора с фидером и не уменьшается уровень сигнала на всех остальных входах. Однако такой метод подключе-

ния требует значительного расхода коаксиального кабеля и значительного объема монтажно-строительных работ.

В случае же применения владельцем индивидуального дома или дачи наружной антенны, то данная проблема решается установкой в доме разветвительной коробки (делителя телевизионного сигнала), которую владелец может изготовить самостоятельно.

На *рис. 61 а* приведена принципиальная схема разветвительной коробки на два отвода, а на *рис. 61 б* на три отвода. Коробка устанавливается в удобном месте квартиры, ее вход подключается к антенному фидеру или к уже имеющемуся отводу от разветви-

тельной коробки коллективной антенны, а выходы соединяются коаксиальным кабелем с телевизионными приемниками. К каждому выходу подключается один телевизор. Если по каким-то причинам к одному из выходов телевизор не будет подключен, то к свободному штекеру, предназначенному к этому отключенному телевизору необходимо присоединить резистор сопротивлением 75 Ом. В противном случае произойдет рассогласование, которое вызовет раздвоение изображения на работающих телевизорах.

Как видно из схемы, коробка на два выхода содержит три резистора, коробка на три выхода четыре резистора. Количество резисторов всегда будет на один больше числа выходов. Все резисторы в коробке имеют одинаковое сопротивление, определяемое по формуле:

$$R = 75 \frac{n-1}{n+1},$$

где n — количество выходов разветвительной коробки.

Конструкция разветвительной коробки очень проста. Корпус можно изготовить из жести или фольгированного текстолита. Оплетки всех кабелей припаиваются к корпусу коробки, а центральные жилы к резисторам. Резисторы могут быть любого типа мощностью 0,25 Вт.

Недостатком такого способа разветвления сигнала является уменьшение напряжения сигнала на входе каждого телевизора во столько же раз, сколько отводов сделано в коробке, за счет потерь энергии сигнала в резисторах. Обычно антенны коллективного пользования обеспечивают вполне достаточный уровень сигнала на абонентских отводах лестничной разветвительной коробки порядка

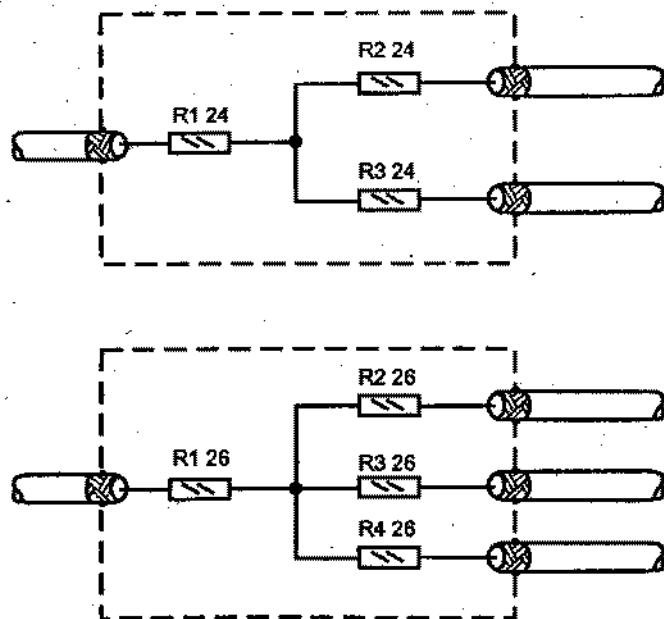


Рис. 61. Разветвительные коробки на резисторах

1 мВ. Поэтому при уменьшении такого напряжения сигнала еще в несколько раз квартирной разветвительной коробкой остается достаточный уровень для получения хорошего изображения на экранах телевизоров. Но при использовании индивидуальной наружной антенны, да еще в зоне неуверенного приема, подключенный к ней один телевизор работает хорошо, но когда к ней присоединяется разветвительная коробка с двумя – тремя телевизорами, уровень сигнала на их входах оказывается уже недостаточным, что сказывается на качестве изображения на экранах телевизоров.

В таких случаях следует включать антенный усилитель или применять другой вариант разветвительной коробки, пример которой приведен на рис. 62.

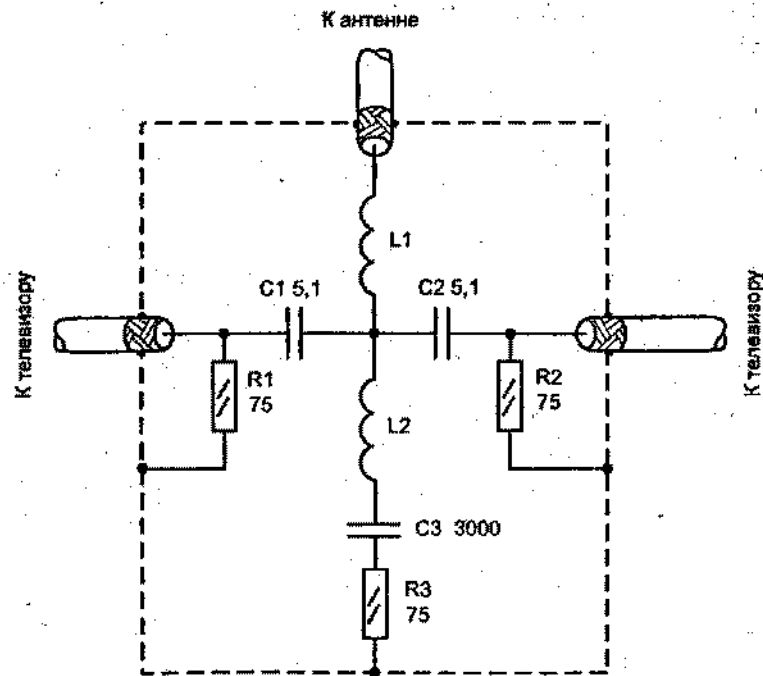


Рис. 62. Вариант разветвительной коробки

Эту коробку можно использовать для подключения двух телевизоров к индивидуальной наружной антенне. Коробка этого типа обеспечивает согласование фидера с нагрузкой независимо от того, подключены ли к обеим выходам телевизоры, а также незначительно ослабляет сигнал на выходах относительно уровня сигнала на входе коробки. Делитель содержит две одинаковые катушки из медной голой посеребренной проволоки диаметром 1 мм. Катушки наматываются на оправке диаметром 4 мм и содержат по 3 витка. После намотки катушки снимаются с оправки и растягиваются в спираль с шагом 2 мм.

Значительно меньшие потери обеспечивают разветвители (делители), выполненные на широкополосных трансформаторах.

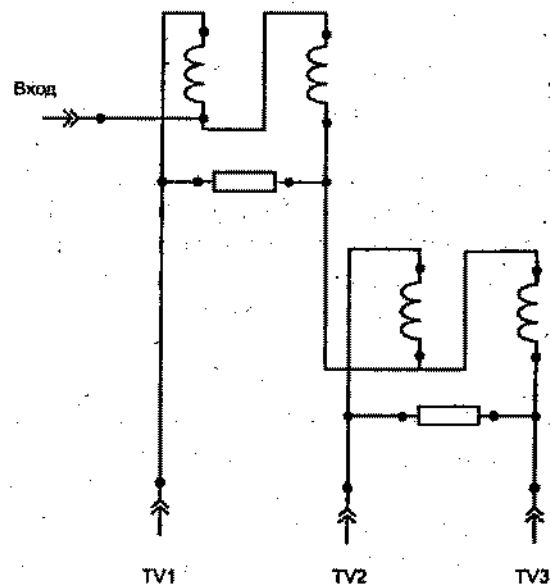


Рис. 63. Схема широкополосного разветвителя на три телевизора

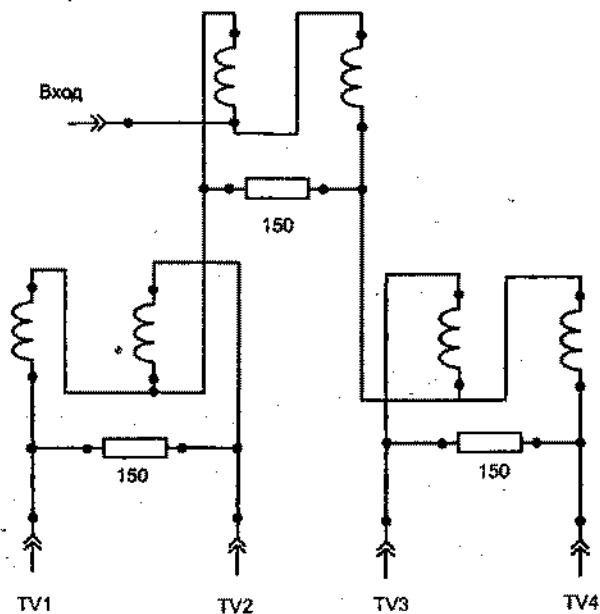


Рис. 64. Схема широкополосного разветвителя на четыре телевизора

Трансформатор ТР1 наматывается на ферритовом кольце марки 20ВН и 50ВН диаметром 5–10 мм в два провода диаметром 0,3 мм и содержит 6 витков. Обмотки соединяются согласно рис. 63, 64 (начало обмоток отмечены точками).

Устройства сложения сигналов

При отсутствии телевизионной антенны коллективного пользования, особенно в индивидуальном дачном доме, часто возникает необходимость установки двух и более отдельных антенн. Это, как правило, связано с необходимостью приема как разных программ от одного телецентра или ретрансля-

тора в зоне неуверенного приема, когда требуются остронаправленные узкополосные антенны с большим коэффициентом усиления, так разных программ от телевизионных передатчиков, расположенных в разных направлениях. В таких случаях от каждой антенны спускается отдельный фидер, что так же нецелесообразно, т. к. требуется большой расход коаксиального кабеля и при переходе с приема одной программы на другую приходится переставлять штекеры фидеров в антенное гнездо телевизора. Эти проблемы могут быть решены исключительно путем объединения сигналов, принятых разными антеннами, непосредственно у антенн на мачте с последующей канализацией скоммутированных сигналов по общему фидеру. Однако, непосредственно соединять между собой разные антенны невозможно в связи с тем, что нарушится их согласование с фидерами. Сигнал, принятый одной антенной, будет разветвляться и лишь частично будет поступать в фидер. Другая антенна, подключенная параллельно фидеру, может представлять собой такую нагрузку, что уровень сигнала от первой антенны, поступающий в фидер, окажется недопустимо малым. Поэтому необходимо применение специального устройства для сложения сигналов различных частот и которое не нарушало бы согласования антенн.

Устройство сложения сигналов обычно выполняют на основе частотных фильтров. Частотный фильтр — это четырехполюсник, обладающий способностью сравнительно хорошо пропускать со входа на выход сигналы, частоты которых лежат в определенных границах, и задерживать сигналы с частотами, лежащими за пределами этих границ. Полоса частот сигналов, которые проходят через

фильтр, называется полосой пропускания, а полоса частот, которые не проходят — полосой задерживания.

График зависимости амплитуды напряжения (или тока) на выходе фильтра от частоты при заданном напряжении (или токе) на входе называется амплитудно-частотной характеристикой (АЧХ) фильтра.

Фильтр, АЧХ которого изображена на рис. 65 а, имеет полосу пропускания при любых частотах ниже f_c и полосу задерживания на частотах выше f_c . Частота f_c , вблизи которой имеет место переход от пропускания к задерживанию, называется частотой среза. Фильтр с такой АЧХ называется фильтром нижних частот (ФНЧ).

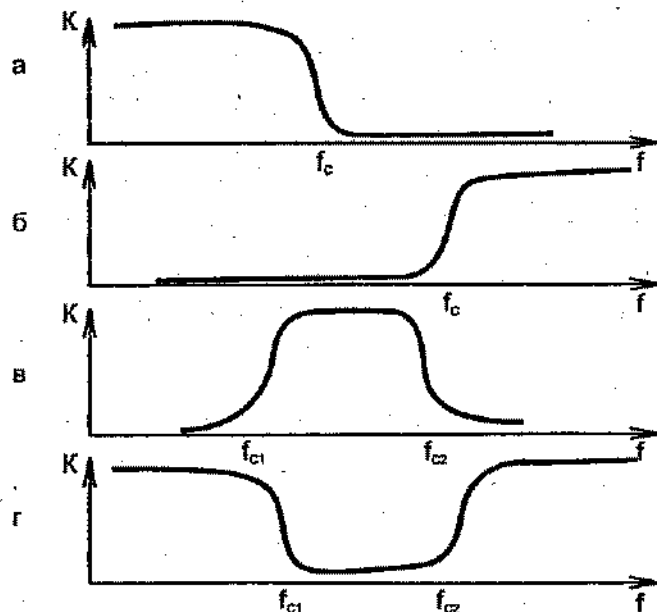


Рис. 65. Амплитудно-частотные характеристики различных фильтров

Фильтр с АЧХ, показанной на рис. 65б, называется фильтром верхних частот (ФВЧ). Он имеет полосу задерживания ниже частоты среза f_c и полосу пропускания выше f_c .

Фильтр с АЧХ, показанной на рис. 65в, называется полосно-пропускающим, или полосовым фильтром. Он имеет полосу пропускания между частотами среза f_{c1} и f_{c2} и полосы задерживания ниже f_{c1} и выше f_{c2} .

Фильтр с АЧХ, показанной на рис. 65г, называется полосно-задерживающим, или режекторным фильтром. Он имеет полосу задерживания между частотами среза f_{c1} и f_{c2} и полосы пропускания ниже f_{c1} и выше f_{c2} .

Требуемую АЧХ можно получить, комбинируя фильтры разного типа.

Например, если последовательно включить два фильтра с АЧХ, изображенными на рис. 66 а и рис. 66 б, то образуется полосовой фильтр с АЧХ, изображенной на рис. 66 в. Если же включить последовательно фильтры с АЧХ, изображенными на рис. 65 а и рис. 65 б, то получится режекторный фильтр с АЧХ, изображенной на рис. 65 г.

В качестве ФВЧ и ФНЧ чаще всего используют лестничные фильтры, обычно образуемые каскадным включением ряда однотипных симметричных звеньев из катушек и конденсаторов. На рис. 67 приведены схемы наиболее распространенных и относительно простых по конструкции звеньев фильтров. Звенья бывают Т-образные (рис. 67 а) и П-образные (рис. 67 б). На рис. 67 а-в — в изображены звенья ФНЧ; звено в обеспечивает повышенную крутизну среза. На рис. 67 г-е изображены звенья ФВЧ; звено е обеспечивает повышенную крутизну среза.

Фильтр включается между цепью, служащей для него источником сигнала, и нагрузкой — цепью, в которую поступает сигнал с выхода фильтра. Лестничный фильтр должен обеспечить получение требуемых частотных свойств (пропускания или задержания в нужных полосах частот) при заданных сопро-

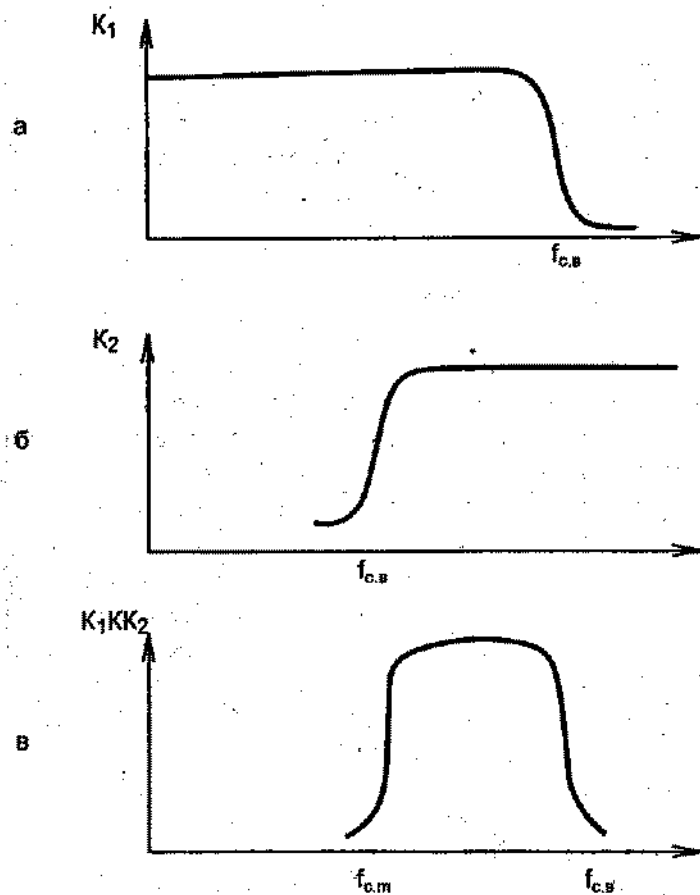


Рис. 66. Амплитудно-частотная характеристика комбинации фильтров

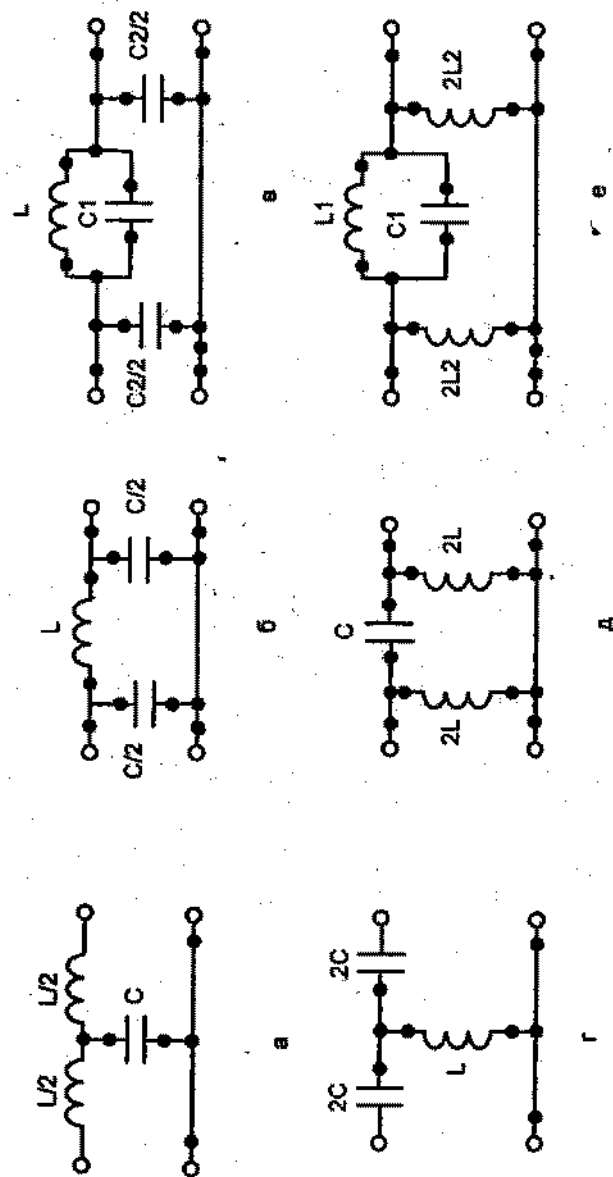


Рис. 67. Звенья фильтров верхних и нижних частот

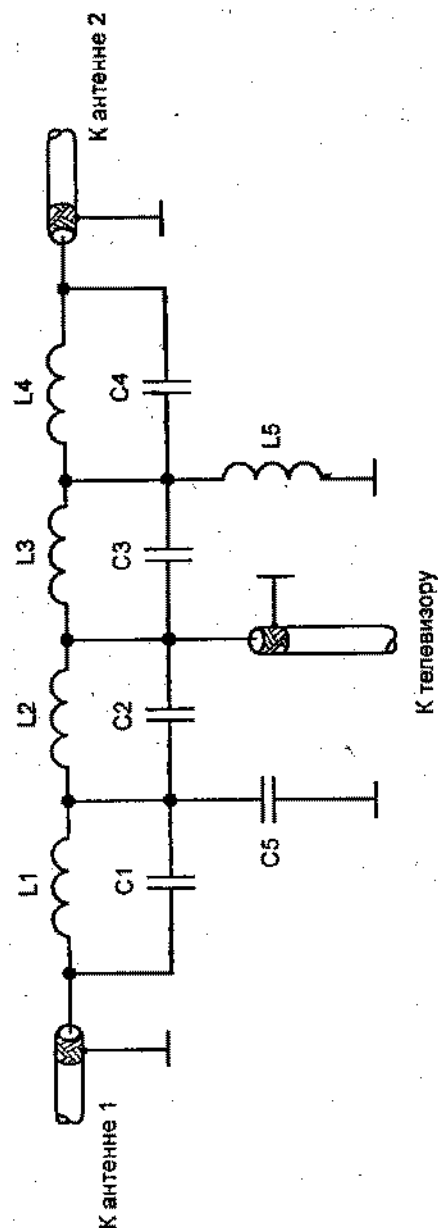


Рис. 68. ФСС с использованием ФНЧ и ФВЧ

тивлениях источника сигнала и нагрузки, а также согласование цепей, то есть наиболее эффективную передачу энергии сигнала от источника в нагрузку.

На рис. 68. показана схема фильтра сложения сигналов (ФСС) метрового диапазона. Назначение фильтра состоит в том, чтобы сигнал, принятый антенной 1, полностью поступил в фидер и не ответвлялся в цепь антенны 2, а сигнал, принятый антенной 2, также полностью поступил в фидер и не ответвлялся в цепь антенны 1. Эта задача реализуется использованием двух фильтров. Фильтр, образованный элементами $L1$, $C1$, $L2$, $C2$ и $C5$, представляет собой фильтр нижних частот (ФНЧ), а фильтр, образованный элементами $L3$, $C3$, $L4$, $C4$ и $L5$ — фильтр верхних частот (ФВЧ). Если антенна 1 рассчитана на прием сигнала с меньшим номером канала, то есть с меньшей частотой, чем антенна 2, то сигнал от антенны 1 свободно проходит через ФНЧ и поступает в фидер, не ответвляясь в цепь антенны 2, т. к. ФВЧ представляет для него большое сопротивление. Аналогично, сигнал, принятый антенной 2, беспрепятственно проходит через ФВЧ и поступает в фидер, а ФНЧ, имеющий для этого сигнала большое сопротивление, не пропускает его к антенне 1. Во избежание отражения сигналов, принятых антеннами, от ФСС характеристические сопротивления обоих фильтров должны приблизительно составлять 75 Ом.

Катушки индуктивности фильтра наматываются проводом ПЭВ-2 диаметром 0,6 мм виток к витку на каркасах из полистирола или оргстекла диаметром 5 мм. Катушки $L1-L4$ располагаются на одном общем каркасе, расстояния между катушками должны быть не менее 8 мм. Катушка $L5$ наматывается на отдельном каркасе и конструктивно размещает-

ся так, чтобы ее ось была перпендикулярна оси других катушек. Количество витков катушек и емкости конденсаторов для разных комбинаций каналов приведены в табл. 20.

При монтаже ФСС необходимо обеспечить минимальную длину соединительных проводков, особенно концов катушек.

Таблица 20

Номер канала антенны		Количество витков катушек			Емкость, пФ			
1	2	L2, L2	L3, L4	L5	C1, C2	C3, C4	C5	
1-5	6-12	2	11	3	12	12	20	
1	3	3,5	8,5	6	47	39	33	
1	4	3,5	7	5	47	36	33	
1	5	3,5	5	6	47	43	33	
2	3	3,5	8,5	6	47	39	30	
2	4	3	7	5	47	36	30	
2	5	3	5	6	43	43	30	
3	5	2,5	5	6	33	43	30	

Рассмотренный вариант ФСС компактен и дешевле в изготовлении, но страдает одним недостатком: в любительских условиях невозможно учесть паразитные емкости монтажа и индуктивности выводов катушек, конденсаторов и соединительных проводков, которые на частоте десятков и сотен мегагерц оказывают существенное влияние на работу. Поэтому добиться паспортных значений ослабления сигнала не более, чем на 1 дБ и развязки между антеннами не менее, чем на 15 дБ в любительских условиях трудно. По этой причине нельзя предложить ФСС по этой схеме, который позволил бы подключить к общему фидеру две антенны, работающие в диапазоне 6-12 каналов.

Более широкими возможностями обладает ФСС, собранный из шести отрезков коаксиального кабеля той же марки, что и фидеры.

Работа этого фильтра основана на трех важнейших выводах теории длинных линий:

1. Входное сопротивление линии длиной в четверть длины волны, короткозамкнутой на конце, бесконечно велико.

2. Входное сопротивление линии длиной в половину длины волны, короткозамкнутой на конце, равно нулю.

3. Входное сопротивление линии длиной, равной целому числу полуволн, короткозамкнутой на обоих концах, относительно точек, находящихся внутри линии, бесконечно велико.

Для сложения сигналов от антенн метрового и дециметрового диапазонов обычно используется фильтр, состоящий из ФВЧ и ФНЧ, выходы которых включаются параллельно. Ко входу ФНЧ подключается антенна метрового диапазона и он имеет частоту среза 230 МГц, то есть пропускает только сигналы метрового диапазона. Ко входу ФВЧ подключается антенна дециметрового диапазона и он имеет частоту среза 470 МГц, т. е. пропускает сигналы только дециметрового диапазона. К выходу фильтра подключается кабель, идущий к телевизору. Схема простейшего фильтра сложения МВ+ДМВ приведена на рис. 69.

Как видно из рис. 69 индуктивности и емкости, используемые в фильтре, довольно малы. При его самостоятельном изготовлении ощутимый вклад могут внести индуктивности и емкости монтажа. Поэтому фильтр обязательно нуждается в настройке. В настоящее время нет особой необходимости в самостоятельном изготовлении фильтра сложения,

поскольку на рынке с избытком имеются фильтры сложения различных конструкций.

При приеме каналов ДМВ практически всегда необходимо использовать антенный усилитель. На вход антенного усилителя ДМВ обычно стоит ФВЧ для того, чтобы сигналы метровых каналов не попадали на вход усилителя и не нарушали его режим работы. Поэтому антенный усилитель ДМВ должен стоять до фильтра сложения (иначе он не пропустит сигналы метровых волн). Как видно из рис. 69 питание на усилитель ДМВ через фильтр сложения пройти не сможет. Более того, напряжение питания свободно пройдет через ФНЧ на метровую антенну и через согласующее устройство закоротится на землю. При этом может выйти из строя блок питания или согласующее устройство.

Промышленностью выпускается широкий диапазон приемных телевизионных антенн, предназначенных как для индивидуального, так и для коллективного приема телевизионных передач от теле-

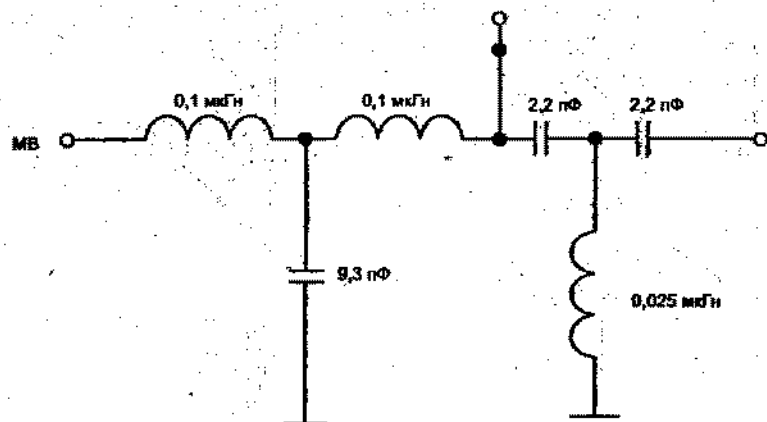


Рис. 69. Схема фильтра сложения МВ+ДМВ.

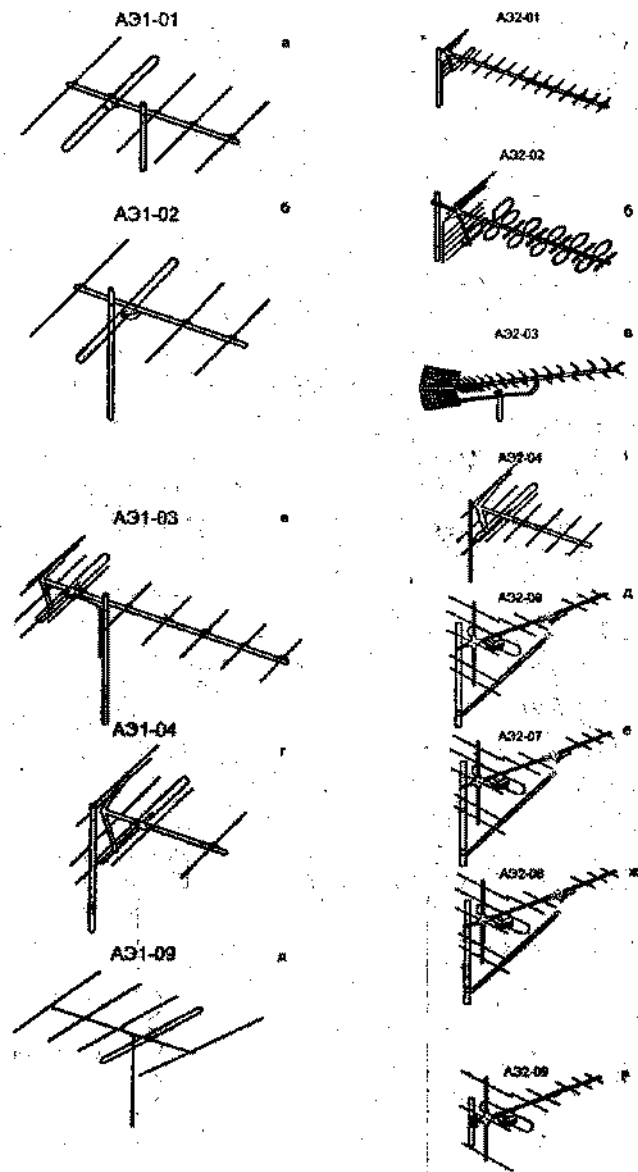


Рис. 70

Рис. 71

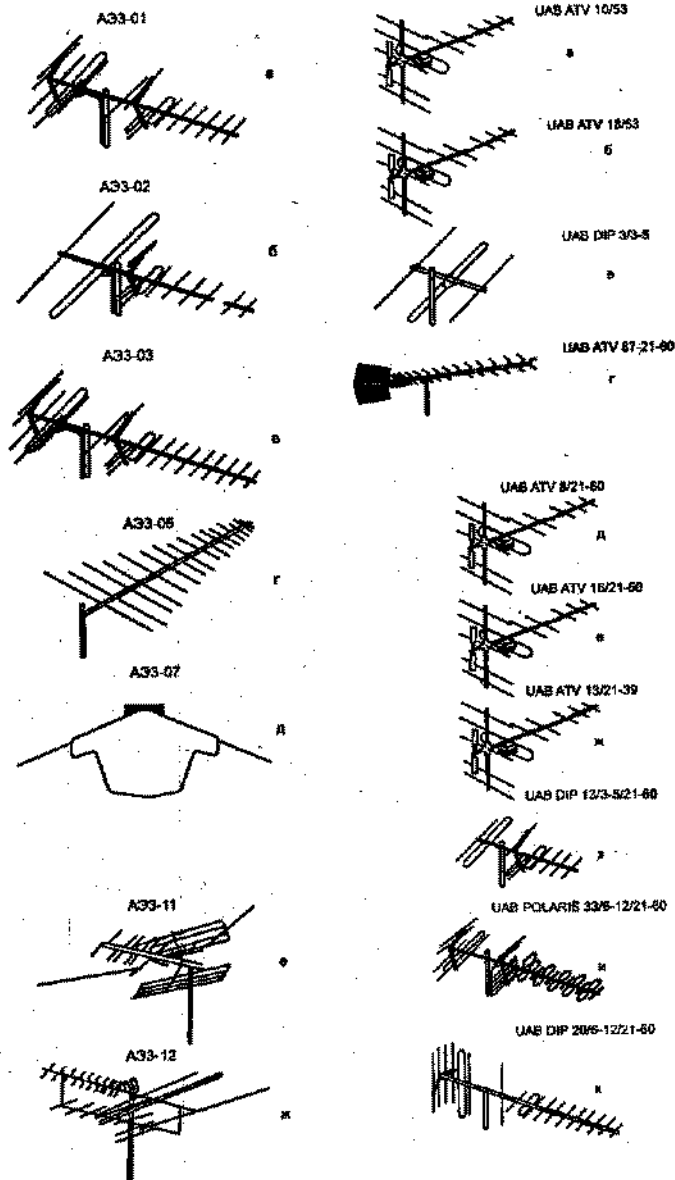


Рис. 72

Рис. 73

центров и ретрансляторов. Эти антенны подразделяются на одноканальные, однодиапазонные, двухдиапазонные и широкодиапазонные. Типы антенн приведены в *табл. 21*.

В приводимых данных коэффициент усиления для каждой антенны дается по отношению к полуволновому вибратору.

Таблица 21

Таблица параметров приемных телевизионных антенн

Тип антенны	Номера каналов	Коэффициент усиления, дБ	Кол-во элементов	Масса, кг
1	2	3	4	5
AЭ1-01 (DIPOL 5/3-5)	3-5	3-8	5	1,6
AЭ1-02 (DIPOL 4/6-12)	6-12	6	4	0,6
AЭ1-03 (DIPOL 11/6-12)	6-12	8	11	1,4
AЭ1-04 (DIPOL 7/6-12)	6-12	6	7	1,0
AЭ1-09 (FUNKE R1205)	1-5	7,5-8	5	3,5
AЭ1-01 (DIPOL 19/21-60)	21-60	11	19	0,9
AЭ2-02 (POLARID 26/21-60)	21-60	7,5-14	26	0,7
AЭ2-03 (ATX 91-21-60)	21-60	13-18	91	2,0
AЭ2-04 (DIPOL 11/21-60)	21-60	5,5-9	11	0,7
AЭ2-06 (ATV 26/24-49)	24-49	14-17,5	26	2,0
AЭ2-07 (ATV 19/24)	24	16,5	19	2,2
AЭ2-08 (ATV 21/51)	51	17	21	1,9
AЭ2-09 (ATV 27/21-35)	21-35	16,5-19	27	2,6
AЭ3-01 (DIPOL 18/6-12/21-60)	6-12; 21-60	6; 6-10	18	1,5
AЭ3-02 (DIPOL 21/3-5/21-60)	3-5; 21-60	3-4; 8-12	21	1,6

1	2	3	4	5
AЭЗ-03 (DIPOL 26/6-12/21-60)	6-12; 21-60	6; 8-12	26	1,6
AЭЗ-05 (COBER 89099)	21-69	10	13	
AЭЗ-07 (SKYMASTER DTV-500B)	1-60	25 (MB) 22 (DMB)	2	
AЭЗ-11 (FUNKE DCRS 1760-2/69)	1-5; 6-12; 21-69	3; 6,5; 9	1; 8; 21	2,0
AЭЗ-12 AЭЗ-11 (FUNKE DCRS 1760-2/69)	1-5; 6-12; 21-69	9,5-11; 8; 9-15	3; 10; 47	4,6
UAB ATV 10/53	53	11,5	10	0,8
UAB ATV 18/53	53	14,5	18	1,0
UAB DIP 3/3-5	3-5	3	3	1,1
UAB ATX 87-21-60	21-60	13-17	87	1,7
UAB ATV 8/21-60	21-60	9	8	0,8
UAB ATV 16/21-60	21-60	13	16	0,9
UAB ATV 13/21-39	21-39	13,5	13	1,0
UAB DIP 13/3-5/21-60	3-5; 21-60	3-4; 6-10	13	1,5
UAB Polaris 33/6-12/ 2160W	6-12; 21-60	27,5-30; 28-32	33	2,3
UAB DIP 20/6-12/0 21-6	6-12; 21-60	27,5-30; 28-32	21	1,7

Спутниковое телевидение

Системы спутникового телевидения, находящиеся в эксплуатации

Одной из 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 по-

стоянно перемещаться, обеспечивая ориентацию на КА. Для этого она укомплектована устройством программного и ручного наведения. Приемное устройство для улучшения чувствительности 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.

В последствии 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 Зем-

ли, 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. км² (почти 40% территории СССР) охватила районы Сибири, Крайнего Севера и частично 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 стационар-

ном 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. 22.

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 22

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 транс-

лируются 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. 74.

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 услителем (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), представляющего собой генератор, частота которого стабилизируется диэлектрическим резонатором.

С выхода смесителя (СМ 1) сигнал первой ПЧ в интервале частот 0,7–2,15 ГГц поступает на предварительный усилитель промежуточной частоты

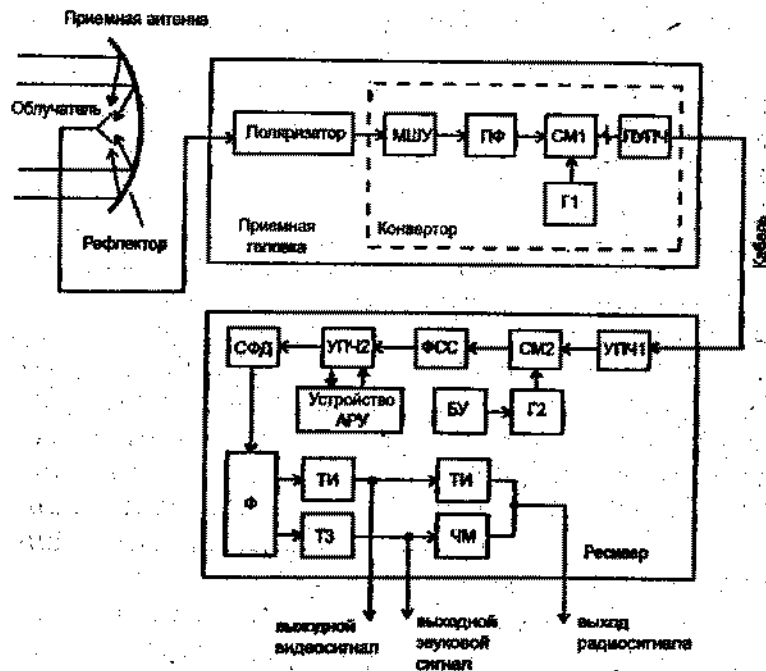


Рис. 74. Структурная схема индивидуальной приемной установки

(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 звукового 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 привязки уровня, цепи предискажений и регулировки уровня выходного видеосигнала.

Тракт звука Т 3 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. 75) и офсетные (рис. 76).

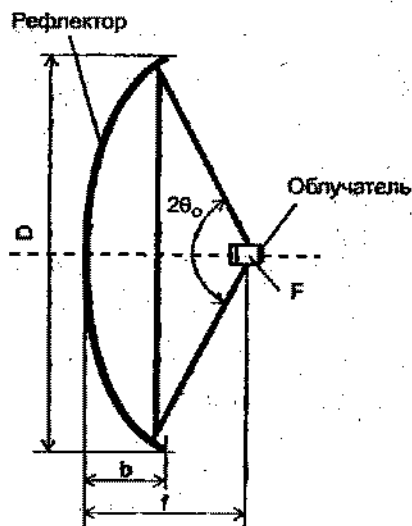


Рис. 75. Однозеркальная прямофокусная параболическая антенна:

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

Рефлектор представляет собой зеркало в виде параболоида вращения. Если у антенны облучатель расположен в фокусе зеркала, то она называется прямофокусной. Размеры таких антенн могут быть совершенно различными. При диаметре раскрытия антенны до 1,5 м часто применяются асимметричные зеркальные антенны (рис. 76), 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 раскрытия 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 направ-

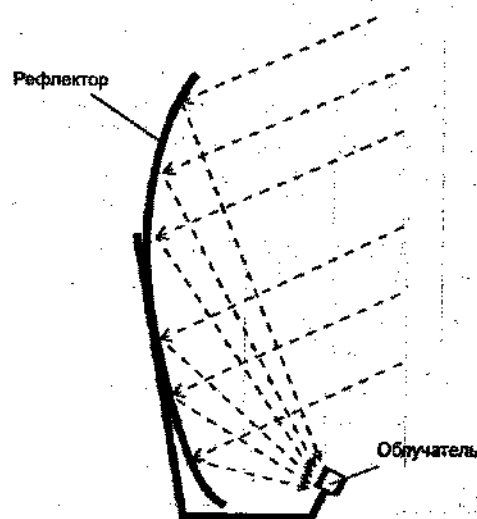


Рис. 76. Приемная офсетная зеркальная антенна

лением 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 проката 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 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 рефлек-

тора. Типовая конструкция такого облучателя представлена на рис. 77. 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 конвертора. Поляризаторы систем непосредственного телевизионного вещания могут быть электромагнитными или механическими. Принцип действия электромагнитного поляризатора (рис. 78) 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.

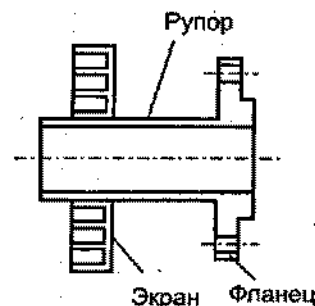


Рис. 77. Типовая конструкция рупорного облучателя

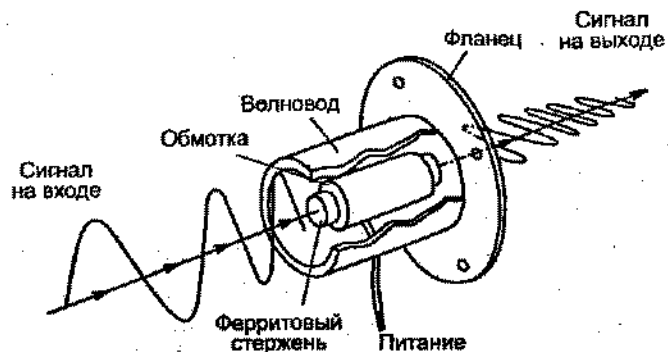


Рис. 78. Электромагнитный поляризатор

Механический поляризатор (рис. 79) 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

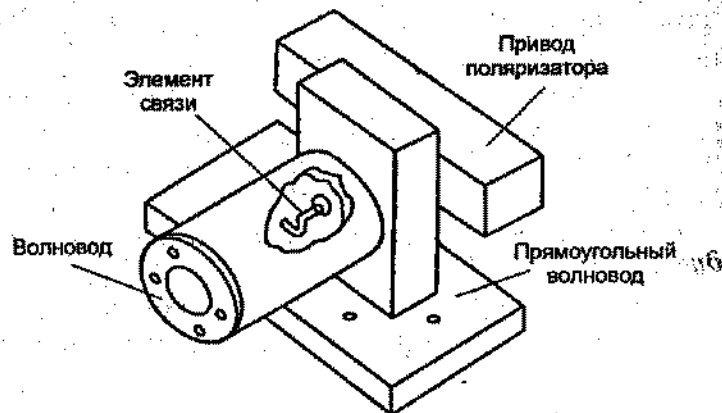


Рис. 79 Схематичное представление механического поляризатора

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 плосковых 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.

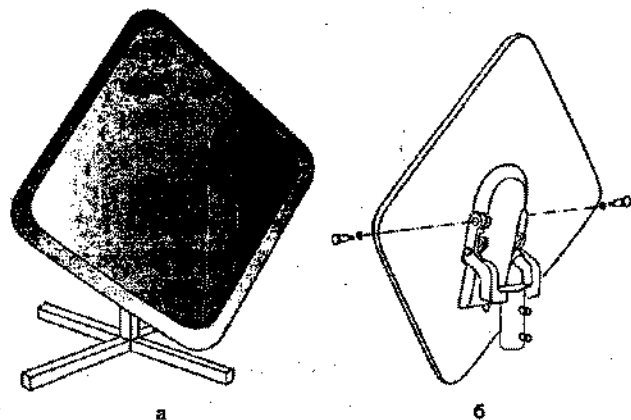


Рис. 80. Плоская спутниковая антенна (а) и вариант ее крепления (б)

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. 80 а, б представлены плоская спутниковая антенна, и вариант ее крепления.

Подвеска и поворотка 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. 81). 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. 82).

Электропривод опорно-поворотного устройства (ОПУ) состоит из электродвигателя и выдвижной штанги, перемещение которой обеспечивает поворот антенны вокруг вертикальной оси. Работой при-

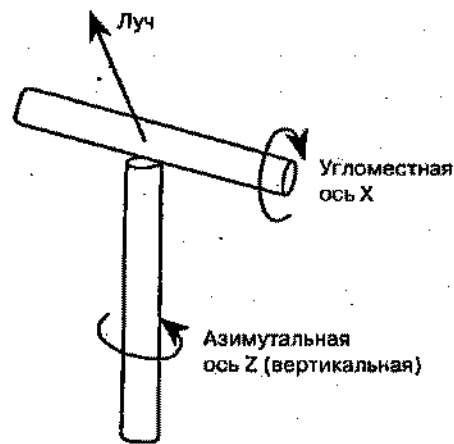


Рис. 81. Азимутально-угломестная подвеска

вода 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 определя-

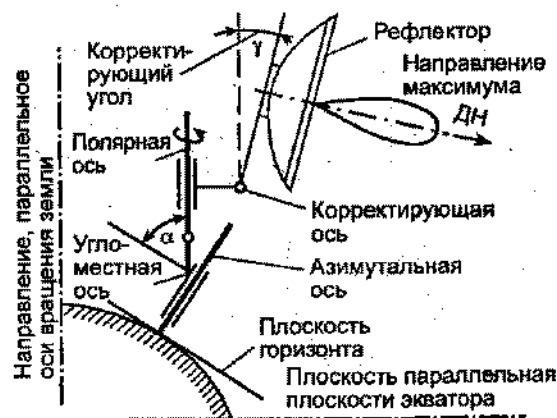


Рис. 82. Основы конструкции антенны с полярной подвеской

ется только географическими координатами места приема и местоположением самого спутника.

Направление характеризуется двумя параметрами: углом места и азимутом (рис. 83).

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);
- $L_{\text{сп}}$ – долгота спутника, в град.

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

Угол места (УМ) вычисляется по формуле:

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

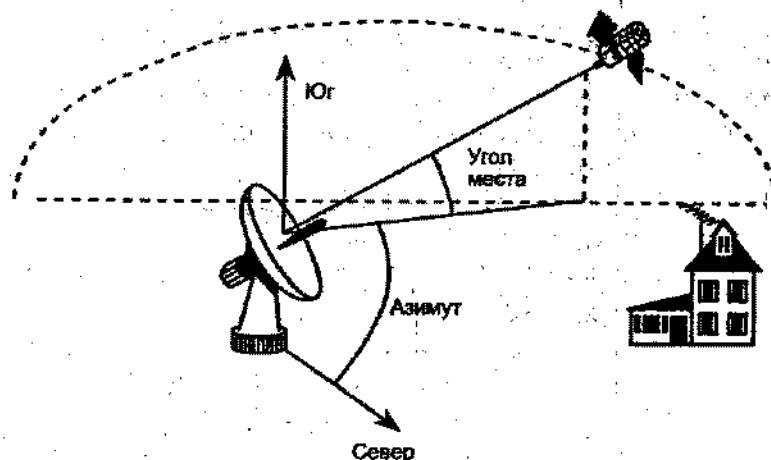


Рис. 83. Характеристики направления на спутник

Условием радиовидимости спутника является условие:

$$\cos(L_{\text{сп}} - L) \cos B > 0,1513.$$

В противном случае спутник будет находиться за линией горизонта и прием с него будет невозможен.

Определение азимута производится по формуле:

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

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 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, кото-

рый 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 показан на *рис. 82*. 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. 84*), 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 антен-

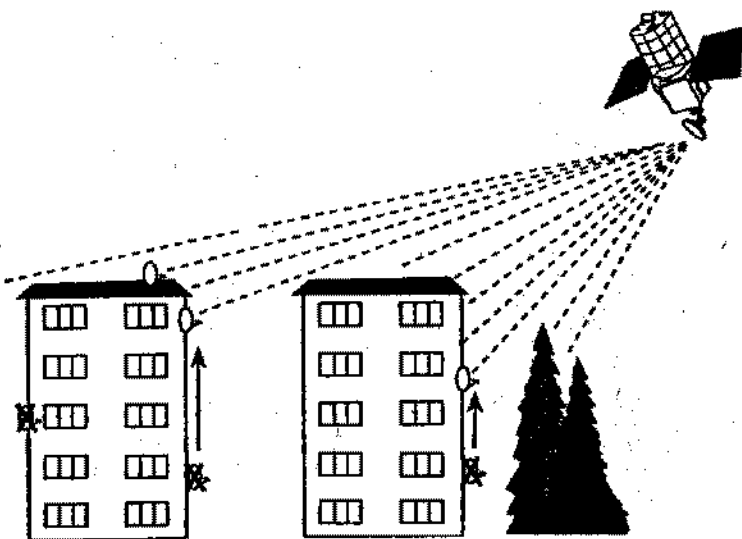


Рис. 84. Возможные места установки спутниковой антенны

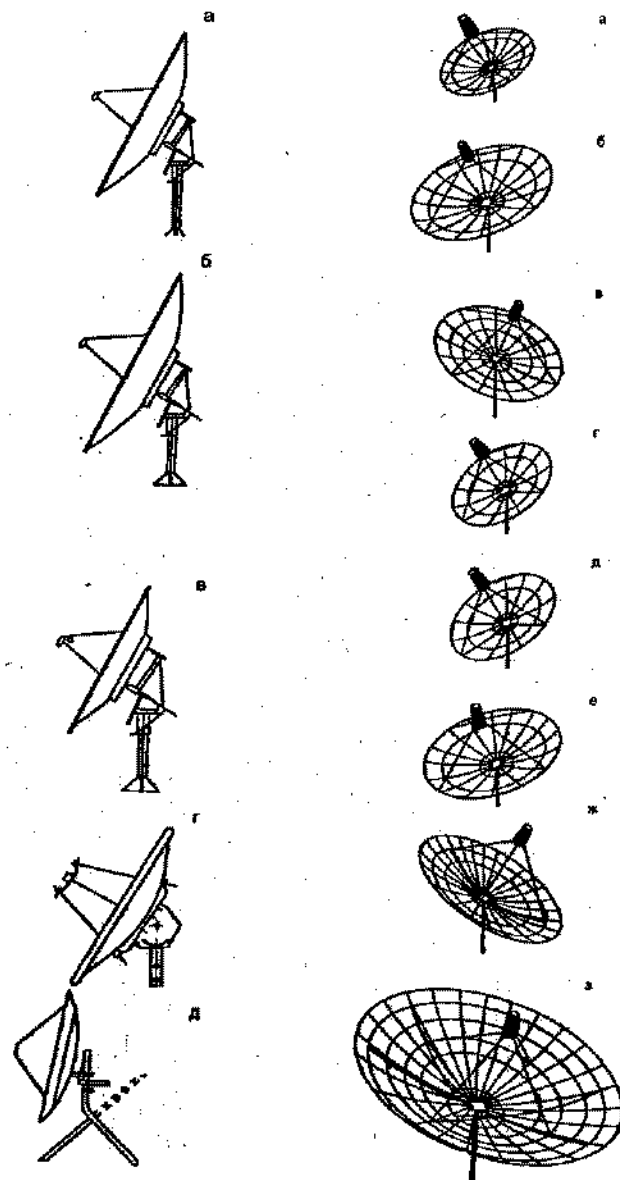


Рис. 85. Цельные осесимметричные антенны

Рис. 86. Сборные осесимметричные антенны

ны. Если блок конвертора с облучателем будет доступен после установки антенны, то это расстояние позже можно будет подрегулировать, слегка перемещая конвертор в оправке и визуально 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 разъему 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 небольшими антеннами, диаграммой направленности. Настройка антенны осуществляется визуально, контролируя качество принимаемого сигнала по изображению на экране телевизора.

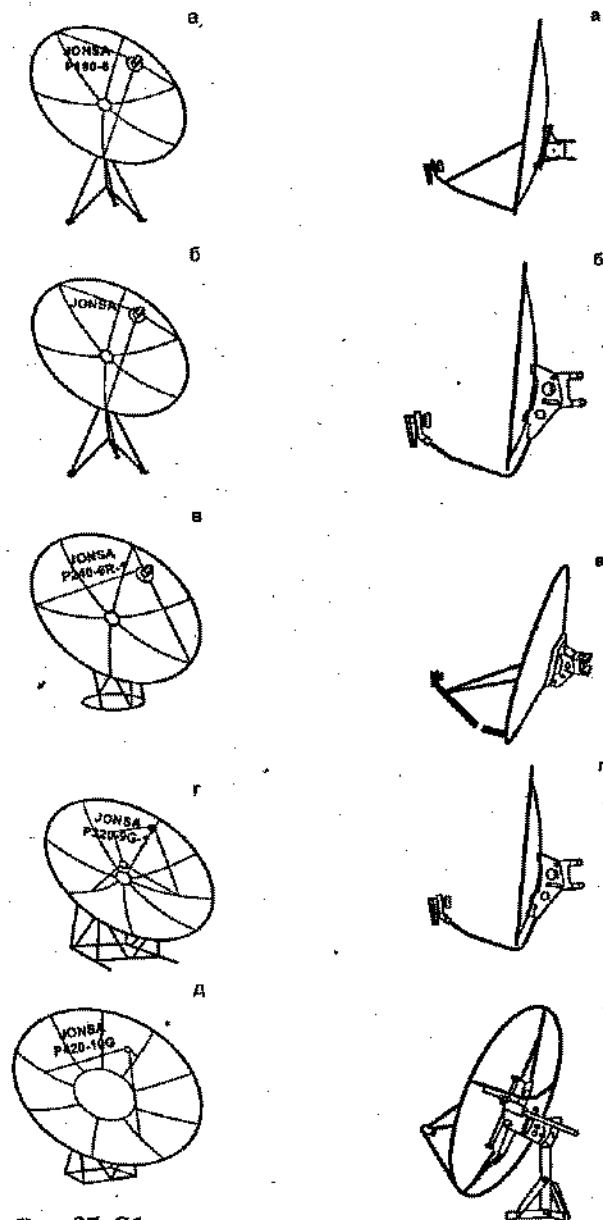


Рис. 87. Сборные осесимметричные антенны

Рис. 88. Оффсетные антенны

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. Плавное вращение антенны 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 маломощного 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 (оффсетными).

В табл. 23 приведены основные технические характеристики спутниковых антенн промышленного производства.

Таблица 23

Технические параметры спутниковых антенн

Тип антенны	Тип подвески	Размеры зеркала, мм	Фокусное расстояние, мм	Коэффициент усиления, дБ	Диапазон частот, ГГц	Масса кг
AC3-1	поляриная	2500	1000	47,5	10,95-12,75	98,0
AC3-03		2000	780	46,0	—	80,0
AC3-07		1650	660	44,3	—	42
AC3-10		900	388	38,0	—	8
AC3-11		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
X1-10		3000	1168	41,0-19,0	—	86
X1-7,5		2300	917	38,2-46,8	—	45
UX1-7,5		2300	917	38,3-46,5	—	47,5
S1-10	азимут.-углон.	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
AC4-04,11		900×1000	450	39,0	10,95-12,75	8
AC4-07		700×800	350	36,9	—	6
AC4-10, 12		1200×1340	600	41,2	—	12
AC4-13		600×650	300	35,5	—	5
AC4-16		1600	350	44,5	—	60

Основные характеристики тюнеров промышленного производства

Модель тюнера	Число каналов	Частотный диапазон МГц	Ширина полосы ПЧ МГц	Диапазон звуковой поднесу-щей МГц	Управление поддиапат.	Экранное меню	Ориентиро-вочная 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

Продолжение табл. 24

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 MSS38G	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	шм.	+	154
PACE MSS148G	250	700-2150	15/27 активный фильтр	5,0-9,0	шм.	+	170
PACE MSS238G	199	700-2150	15/27	5,0-9,0	шм.	+	190
PACE MSS348G	250	700-2150	15/27	5,0-9,0	шм.	+	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	шм.	-	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	шм.	-	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 25

Основные характеристики тюнеров со встроенным позиционером промышленного производства

Модель тюнера	Число каналов	Частотный диапазон МГц	Ширина полосы ПЗ 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 590EPI	1000	900-2150	14-30	56	-	444

Основные характеристики конверторов промышленного производства

Тип конвертора	Частота гетеродина ГГц		Частота входного сигнала, ГГц		Частота выходного сигнала, ГГц		Уровень шумов min/макс, 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	11,-2,15 0,95-2,00	1,1/1,5
Grundig AUNQ15	9,75	10,6/10,75	10,7-11,8	11,7-12,75	0,95-2,05	11,-2,15 0,95-2,00	1,1/1,5
Cambridge AE-14	9,75	10,6	10,7-11,8	11,7-12,75	0,95-2,05	1,1-2,15	1,1/1,5
Sharp BSCU86	9,75	10,6	10,6-11,8	11,7-12,75	0,95-2,05	1,1-2,15	1,1/1,3
Philips SC819TB/FL	9,75	10,75	10,7-11,8	11,7-12,75	0,95-2,05	0,95-2,00	1,1/1,5
MTI qp 2353-NP							
WR2353-W							

Антенны для приема радиовещания

Комнатные антенны для приема радиовещания в диапазонах ДВ, СВ и КВ

Все современные радиовещательные приемники оснащены внутренней ферритовой магнитной антенной для приема передач в диапазонах ДВ, СВ и КВ. Магнитная антенна является остро направленной и, поэтому обладает пространственной избирательностью, что позволяет, поворачивая ее, ослабить уровень помех, поступающих к антенне с других направлений, и выбрать положение, соответствующее максимуму полезного сигнала.

Помимо магнитной встроенной антенны все радиоприемники имеют гнездо для подключения наружной антенны.

Простейшая комнатная антенна представляет собой кусок голого или изолированного медного проводника, протянутого под потолком от одной стены к другой и имеющего спуск, подключенный к антенному гнезду приемника. Но необходимо отметить, что комнатные антенны не дают преимуществ перед имеющейся встроенной в приемник магнитной антенной. Дело в том, что не только комнатные, но и наружные антенны в диапазонах ДВ, СВ и КВ являются ненаправленными из-за того, что их размеры для диапазона КВ значительно меньше, а для диапазонов СВ и ДВ несоизмеримо меньше длины волны. Магнитная же антенна является направленной и, поэтому обладает пространственной избирательностью, что позволяет, поворачивая ее, ослабить уровень помех, поступающих к антенне с других направлений, и выбирать положение, соответствующее максимуму полезного сигнала. Благодаря использованию в магнитных антеннах ферри-

товых сердечников, их действующая высота больше, чем у комнатных антенн доступных размеров.

Однако имеется существенный недостаток направленных свойств встроенных магнитных антенн, т. к. при приеме радиовещания желательно иметь ненаправленную антенну — заранее неизвестно, с какого направления осуществляется прием той или иной радиостанции. Имеется возможность горизонтально расположенную магнитную антенну сделать ненаправленной. Для этого используют два взаимноперпендикулярных ферритовых стержня прямоугольного сечения длиной по 50–60 мм, склеив их клеем.

Существуют и более сложные рекомендации, когда предлагается наматывать на каждом стержне отдельные антенные катушки и катушки связи, а антенные катушки настраивать отдельными конденсаторами переменной емкости.

Прием сигналов удаленных радиостанций в условиях современного города связан с наличием значительного уровня промышленных помех за счет электрического и автомобильного транспорта, работы коллекторных двигателей в бытовой и медицинской аппаратуре и других потребителей электроэнергии. В этих условиях улучшить прием может применение широкополосной рамочной помехозащищенной антенны, представленной на рис. 89. Антенна представляет собой одну или две экранированные рамки, выполненные каждая из одного витка коаксиального кабеля длиной 11 м с фидером из того же кабеля. Связь антенны с фидером осуществляется с помощью

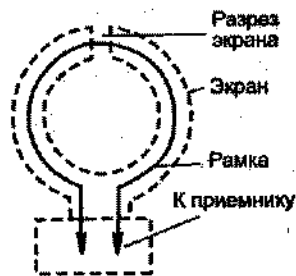


Рис. 89.
Экранированная
рамка

трансформатора с объемным витком, обеспечивающим согласование в широкой полосе частот, включающей диапазоны длинных, средних, коротких и даже УКВ.

Оригинальная двухрамочная антенна средневолнового диапазона представлена на рис. 89. Антенна реагирует на магнитную составляющую электромагнитного поля и может служить заменой ферритовой антенны, а ее электрические параметры могут быть даже лучше, чем у ферритовой.

Достаточно хороший прием радиовещания в диапазонах ДВ, СВ и КВ достигается при использовании в городских условиях в качестве антенн труб центрального отопления или водопровода. Хотя они обычно заземлены, их разветвленная сеть внутри здания обеспечивает наведение электромагнитным полем достаточно высокого уровня сигнала. В результате прием на такую «антенну» оказывается значительно лучше, чем на комнатную. Единственный недостаток этих «антенн» состоит в повы-

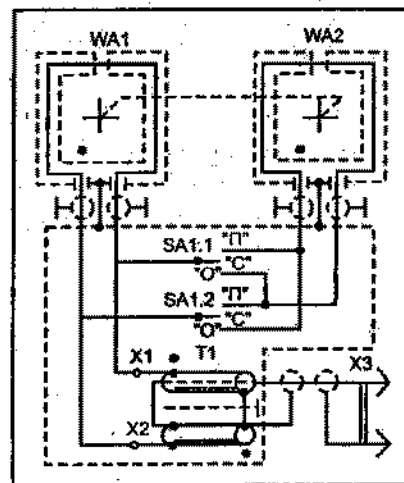


Рис. 90

шенном уровне промышленных помех. Подключать к радиоприемнику заземление при использовании такого рода «антенны» не требуется.

Наружные антенны для дальнего приема ДВ, СВ, КВ и УКВ

Наиболее распространенной антенной для приема радиовещания в диапазонах ДВ, СВ и КВ является длинный вертикальный провод. Если входные клеммы радиоприемника подключить к нижнему концу такого вертикального провода и к хорошему заземлению, антенна будет представлять собой несимметричный вибратор. Диаграмма направленности такой антенны в горизонтальной плоскости получается круговой — антенна одинаково принимает со всех азимутальных направлений.

Для повышения эффективности антенны необходимо добиться излучения не только нижней, но и верхней частью за счет более равномерного распределения тока вдоль провода. Это достигается подключением верхнего конца провода к горизонтальным проводникам, которые за счет емкости между ними и поверхностью земли обеспечивают протекание тока высокой частоты по всей длине проводника. Такие антенны получили название Г-образные или Т-образные линейные антенны.

Примеры антенн ДВ, СВ и КВ диапазона приведены на рис. 91.

Горизонтальную часть антенны лучше всего выполнять из антенного канатика как можно большей длины. Концы с помощью орешковых изоляторов крепятся к каким-либо высоким предметам на местности: к стенам зданий, деревья, мачтам и т. д. Горизонтальная часть антенны не должна располагаться под или над проводами телефонных линий, линий

радиотрансляции или электрической сети, т. к. при случайном обрыве того или иного провода возможна аварийная ситуация. К горизонтальной части антенны в удобном месте припаивается провод снижения. Внутри здания провод снижения пропускается через специально просверленные отверстия в рамах окна, куда предварительно вставляются трубчатые фарфоровые изоляторы. Снижение не должно касаться краев крыши, конец провода снижения заправляется в однополосную вилку для подключения к антенному гнезду радиоприемника.

Гнездо заземления приемника должно быть надежно присоединено к земле. При наличии в здании водопровода его можно соединить с водопроводной трубой таким же проводом, что и снижение антенны.

При отсутствии водопровода необходимо сделать специальное заземление. Для этого в грунте выкапы-

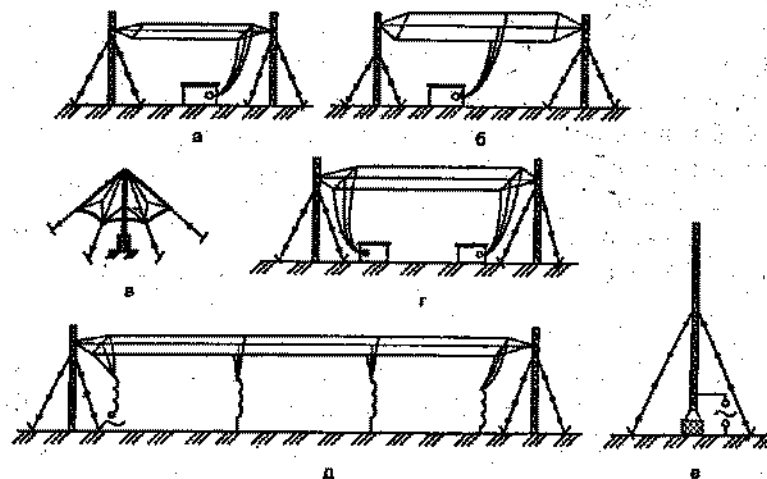


Рис. 91. Основные типы ДВ, СВ и КВ антенн:

а — Г-образная; б — Т-образная; в — зонтичная; г — П-образная; д — антенна с несколькими снижениями (антенна Александерсена); е — антенна мачта

вается яма, желательной глубиной до уровня грунтовых вод. В яму закапывают металлическую арматуру, к которой присоединяют провод заземления.

При отсутствии возможности крепления горизонтальной части антенны достаточной длины можно рекомендовать установку антенны типа «Метелка», зонтичной антенны (рис. 91 в) или антенны-мачты (рис. 91 е).

Конструкция антенны типа «Метелка» выполняется в виде пучка проводов, расходящихся под углом из узла. Пучок собирают из 19, 37 или 61 куска голого медного провода. Длина проводов для пучка берется в пределах от 50 до 100 см, а диаметр от 1,5 до 3,0 мм. Конец каждого провода зачищают на длину 50 мм и залуживают. Затем все провода собирают в пучок, который затем обматывают медным луженым проводом и тщательно опаявается с помощью газовой горелки или паяльной лампы. Запаянный конец пучка крепят на фарфоровом изоляторе, который укрепляют на шесте или мачте. Свободные концы проводов пучка разводят равномерно в стороны, чтобы получить объемный конус. К запаянному концу пучка припаивают провод снижения, который заводится в здание.

Зонтичная антенна подвешивается на одной мачте. Снижение идет вдоль мачты и в верхней части присоединяется к радиально расходящимся наклонным проводам. Наклонные провода через изоляторы натягиваются оттяжками.

Эффективность рассмотренных антенн определяется длиной вертикальной части (действующей высотой антенны). Поэтому для улучшения приема далеко расположенных радиовещательных станций необходимо стремиться к удлинению вертикальной части антенны, т. е. прием осуществляется именно вертикальной частью антенны.

Антенны для приема радиовещания в диапазоне УКВ

Диапазон, отведенный для радиовещания на УКВ, характеризуется теми же особенностями, что и отведенный для телевидения. Поэтому дальность приема радиопередач в этом диапазоне, как и в телевидении, определяется зоной прямой видимости.

Антенна для приема радиовещания в диапазоне УКВ ничем не отличается от телевизионной антенны. Поэтому для изготовления такой антенны можно пользоваться приведенными выше описаниями телевизионных антенн. Необходимо лишь правильно выбрать размеры элементов антенны, для чего берется среднеарифметическое из размеров каждого элемента телевизионной антенны для второго и третьего телевизионных каналов для УКВ ЧМ или для пятого и шестого телевизионных каналов для УКВ ФМ.

Чаще всего для приема радиовещания УКВ используется широкополосная телевизионная антенна, применяемая для приема телевидения, достаточно установить разветвительную коробку, один из выходов которой соединить коаксиальным кабелем с антенным входом УКВ-приемника.

Использование уже имеющейся телевизионной антенны для приема радиовещания возможно также и потому, что радиопередатчики этого диапазона территориально совмещены с телецентрами и телевизионными ретрансляторами.

Антенны систем гражданской связи в диапазоне 27 МГц

Как уже отмечалось выше в последнее время нашла широкое распространение аппаратура радиосвязи диапазона 27 МГц, дающая возможность массового, наиболее доступного средства обмена ин-

формацией между людьми. Этот диапазон частот носит название – Си-Би диапазона (гражданский диапазон связи).

Диапазон Си-Би связи разбит на 40 частотных каналов (табл. 27). Кроме того, решением Государственного комитета по радиочастотам в гражданском диапазоне упорядочено использование частотных радиоканалов специального назначения. Они предназначены для передачи экстренных сообщений.

Таблица 27

Условная нумерация каналов и их частоты по Российскому стандарту (в МГц)

Канал	С	D	Канал	С	D
1	26,960	27,410	*	27,190	27,640
2	26,970	27,420	20	27,200	27,650
3	26,980	27,430	21	27,210	27,660
*	26,990	27,440	22	27,220	27,670
4	27,000	27,450	24	27,230	27,68
5	27,010	27,460	25	27,240	27,690
6	27,020	27,470	23	27,250	27,700
7	27,030	27,480	26	27,260	27,710
*	27,040	27,490	27	27,270	27,720
8	27,050	27,500	28	27,280	27,730
9	27,060	27,510	29	27,290	27,740
10	27,070	27,520	30	27,300	27,750
11	27,080	27,530	31	27,310	27,760
*	17,090	27,540	32	27,320	27,770
12	27,100	27,550	33	27,330	27,780
13	27,110	27,560	34	27,340	27,790
14	27,120	27,570	35	27,350	27,800
15	27,130	27,580	36	27,360	27,810
*	27,140	27,590	37	27,370	27,820
16	27,150	27,600	38	27,380	27,830
17	27,160	27,610	39	27,390	27,840
18	27,170	27,620	40	27,400	27,850
19	27,180	27,630			

В частности, канал 9С (27,060 МГц) является каналом бедствия и безопасности. Он служит для передачи сообщений о пожарах, авариях, несчастных случаях и т. д. В канале 19С (27,180 МГц) организовано дежурство операторов «Службы спасения», в канале 29С (26,980 МГц) круглосуточно функционирует Служба «Крик» (работа работников милиции), в канале 9Д (27,510 МГц) дежурят операторы справочной службы «Полет-27».

Перечень характеристик радиостанций диапазона 27 МГц, разрешенных для использования в России приведен в табл. 28.

Таблица 28

Перечень типовых характеристик радиостанций диапазона 27 МГц

п/п	Наименование параметров	Типы радиостанций	
		ВЭ/СВ	Д/СВ
	1	2	3
1	Диапазон радиочастот, кГц	26970-27410	27410-27860
2	Класс излучения	А3Е, F3Е, J3Е	А3Е, F3Е, J3Е
3	Мощность несущей передатчика для класса излучения А3Е, J3Е, Вт, не более	10	10
4	Пиковая мощность передатчика для классов излучения А3Е, J3Е, Вт, не более	10	10
5	Уровень несущей и боковой полосы передатчика для класса излучения J3Е, – дБ, не более	-40	-40
6	Число частотных каналов	1-44	1-40
7	Частотный разнос между соседними каналами, кГц	10	10
8	Девияция частоты передатчика для класса излучения F3Е, кГц	1,8	1,8

1	2	3
9. Полоса частот модуляции, Гц	300-2700	300-2700
10. Ширина полосы частот излучения передатчика на уровне -30 дБ, кГц, не более:		
а) для класса излучения F3E	9	9
б) для класса излучения A3E	10,3	10,3
в) для класса излучения J3E	4,3	4,3
11. Отклонение частоты передатчика и гетеродина приемника от номинального значения, не более:		
а) для классов излучения A3E и F3E	$50 \cdot 10^{-6}$	$50 \cdot 10^{-6}$
б) для класса излучения J3E	$50 \cdot 10^{-6}$	$50 \cdot 10^{-6}$
12. Уровень побочных излучений передатчика, -дБ, не более	40	40
13. Чувствительность приемника при отношении с/ш 12 дБ, мкВ, не хуже	10	10
14. Избирательность приемника по соседнему каналу, -дБ, не менее	40	40
15. Избирательность приемника по побочным каналам приема, -дБ, не менее	40	40
16. Интермодуляционная избирательность приемника, -дБ, не менее	40	40

Условия прохождения радиоволн и дальность радиосвязи с диапазоне Си-Би

Си-Би диапазон относится к диапазону УКВ волн. Поэтому условия прохождения радиоволн и дальность радиосвязи определяется законами распространения УКВ, рассмотренными выше.

Дальность связи Си-Би диапазона волн определяется расстоянием прямой видимости, которое, в

первую очередь, зависит от высоты расположения передающей и приемной антенн над поверхностью земли.

Дальность связи с учетом явления дифракции и тропосферной рефракции определяется формулой:

$$D = 4,11(\sqrt{H} + \sqrt{h}), \text{ км}$$

где H – высота передающей антенны, м;

h – высота приемной антенны, м.

Весьма наглядно иллюстрирует данный фактор рис. 92. Откуда вытекает следующее заключение:

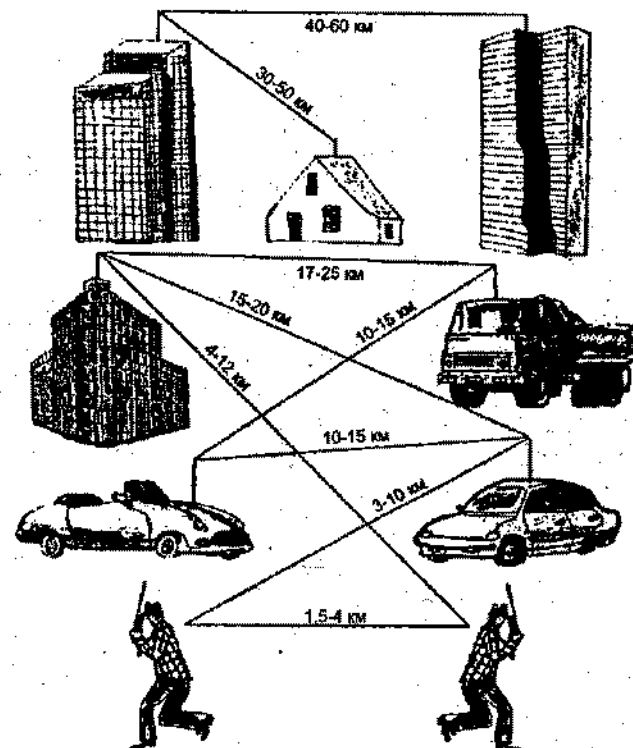


Рис. 92. К вопросу о дальности радиосвязи от высоты расположения передающей и приемной антенн

чем выше антенны (передающая и приемная) тем больше расстояние устойчивой радиосвязи.

Вторым по важности фактором, определяющим дальность связи, является выбор антенны, которая характеризуется своей эффективностью — шириной главного лепестка диаграммы направленности или коэффициентом усиления, а также тем, насколько этот лепесток прижат к линии горизонта в вертикальной плоскости. Поскольку высота мачты, несущей антенну вашей радиостанции, ограничена реалиями окружающей действительности, выбор типа антенны приобретает решающее значение.

Значительное влияние на дальность связи оказывает величина мощности передатчика и чувствительность приемника.

Максимальная разрешенная мощность передатчика в Си-Би диапазоне составляет 10 Вт. Такое ограничение объясняется опасностью взаимных помех между радиостанциями, а также созданием помех телевидению и радиовещанию из-за внеполосных излучений передатчиков.

Дальность связи Си-Би диапазона зависит от величины затухания в антенном фидере. Поэтому для увеличения дальности связи необходимо использовать марки кабелей с минимальными удельными затуханиями. Кроме того, нельзя недооценивать значение согласования антенны с фидером и фидера с радиостанцией. При идеальном согласовании вся энергия передатчика передается фидером в антенну и излучается в эфир, а вся принятая антенной энергия сигнала передается фидером на вход приемника. При рассогласовании часть энергии передатчика отражается от фидера и антенны и теряется в фидере. Степень рассогласования количественно характеризуется либо коэффициентом стоячей волны КСВ, либо коэффициентом бегущей

волны КБВ. Чем лучше согласование, тем меньше КСВ и больше КБВ и ближе указанные коэффициенты приближаются к единице.

Приведенные выше рекомендации и оценки факторов, влияющих на дальность связи относятся к связи с поверхностной волной, распространение которой слабо зависит от времени суток, года и состояния солнечной активности.

На дальность распространения радиоволн Си-Би диапазона влияет также явление тропосферной рефракции (преломления). Показатель преломления тропосферы обычно убывает с высотой, что приводит к некоторому искривлению радиолуча. При этом он отклоняется к земле, огибая ее выпуклость, что ведет к некоторому увеличению дальности связи. Предельная дальность связи Си-Би станций, соответствующих требованиям стандартов, даже с учетом рефракции, не может превышать 250 км. Поэтому, если вы принимаете сигнал более удаленной станции, можете быть уверены, что он достиг вашего приемника, отразившись от ионосферы. Этот эффект называют ионосферным отражением. Отражение зависит от степени ионизации слоев ионосферы, поэтому сильно меняется с периодами солнечной активности, (11-летний цикл), временами года и временем суток.

Главное свойство отражения в Си-Би диапазоне — не предсказуемость дальней связи. Летом активность дальнего прохождения выше, чем зимой. По утрам более вероятно услышать дальние станции с восточных направлений, а вечером — с западных, хотя нередки и исключения. В периоды активного солнца дальние станции могут быть слышны в течение целых суток. Дальность связи при этом может быть от нескольких сотен до нескольких тысяч км. К сожалению, в периоды «прохождения» сильно

затрудняются ближние связи поверхностной волной, т. к. сигналы местных станций тонут в грохоте эфира и сигналов от дальних станций. Выход из положения найден в смещении российских каналов относительно международных. Это позволило на некоторое время защитить россиян от прохождения радиосигналов из насыщенной Си-Би электроникой Западной Европы.

Антенны базовых станций Си-Би диапазона

Базовой станцией называется стационарная станция, обеспечивающая радиосвязь с подвижными или стационарными абонентами.

Как правило, базовые станции оборудуются мощными стационарными антеннами, обеспечивающими выигрыш как при передаче, так и при приеме. Зачастую, нет смысла увеличивать мощность передатчика, если из-за малоэффективной антенны ответ абонента на базовой станции не будет услышан.

Все существующие антенны можно разделить на две группы: ненаправленные антенны, обладающие круговой диаграммой направленности в горизонтальной плоскости, и направленные антенны, имеющие более или менее узкую диаграмму направленности в определенном направлении.

Если базовая станция предназначена для связи с разными абонентами, расположенными в разных местах местности или для связи с подвижными объектами (радиофицированными автомобилями, поездами и т. д.), то требуется оснастить базовую станцию антенной с круговой диаграммой направленности в горизонтальной плоскости. Если же базовая станция осуществляет связь с постоянным и неподвижным объектом (например, связь между домом и дачным участком) используется узконап-

равленная антенна. Такие антенны обладают пространственной избирательностью. В режиме передачи узконаправленная антенна концентрирует излучаемую энергию в определенном направлении, а в режиме приема избавляет приемник от поступления помех с других направлений.

Антенны с круговой диаграммой направленности

В Си-Би диапазоне наибольшее распространение получили антенны с вертикальной поляризацией. Это связано с тем, что Си-Би радиостанции широко используются для связи с подвижными объектами, а на автомобиле весьма сложно разместить эффективную антенну горизонтальной поляризации. В качестве базовых выбираются антенны с круговой диаграммой направленности в горизонтальной плоскости, одинаково хорошо работающие в любом направлении.

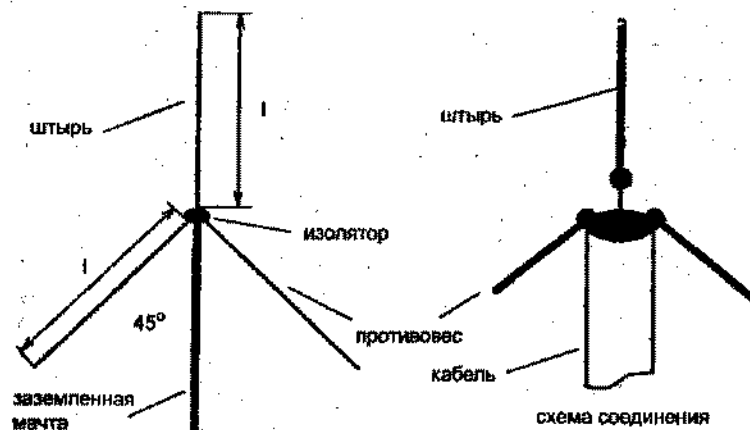


Рис. 93. Конструкция штырьевой антенны

Наиболее широкое применение получили антенны типа «Штырь», показанные на *рис. 93*.

Антенны имеют штырьевую конструкцию, удобную для размещения как на крыше здания, так и на подвижном средстве (автомобиле). Она проста и, в то же время, достаточно эффективна. Длина штырей $= \lambda/4$ для работы в диапазоне 27 МГц зависит от диаметра трубок и указана в *табл. 29*.

Таблица 29

Длина элементов штырьевой антенны

Диаметр трубок, мм	2	6	2	40
Длина штырей l , мм	2690	2670	2650	2620

Длина противовесов выбирается равной, или на 2,5% больше $\lambda/4$ (практически длина противовесов принимается равной 2750 мм). Входное сопротивление антенны зависит от угла между противовесами и мачтой: чем меньше этот угол (противовесы прижаты к мачте), тем больше входное сопротивление. Для получения входного сопротивления 50 Ом угол выбирают равным 30–45°. Диаграмма направленности в вертикальной плоскости имеет максимум под углом 30° к горизонту. Усиление антенны равно усилению вертикального полуволнового диполя. Наилучшая работа обеспечивается при высоте мачты не менее 6 м.

На *рис. 94* приведена конструкция полуволновой штырьевой антенны длиной $\lambda/2$. По сравнению с вышеописанной антенной она имеет вдвое большую длину штыря, что предъявляет повышенные требования к обеспечению ветровой прочности конструкции. Антенна не нуждается в противовесах, роль которых выполняет мачта, а ее диаграмма направ-

ленности в вертикальной плоскости сильнее прижата к горизонту, что улучшает условия радиообмена с удаленными абонентами. Кабель снижения подключается к антенне через согласующий высокочастотный трансформатор. Основание штыря соединяется с заземленной мачтой через согласующий трансформатор, что автоматически решает проблемы грозозащиты. Усиление антенны составляет около 4 дБ.

Наиболее эффективной для дальних связей является штырьевая антенна длиной $5/8 \lambda$, конструкция которой показана на *рис. 95*. Она длиннее полуволновой антенны, а кабель фидера подключается к согласующей индуктивности, расположенной в основании вибратора.

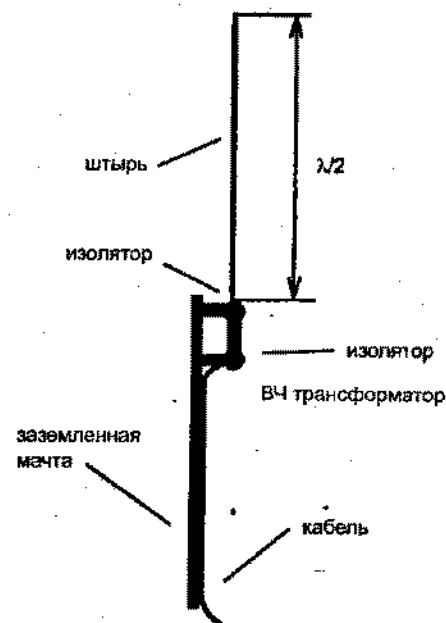


Рис. 94. Полуволновая антенна

Антенна требует применения не менее трех противовесов длиной $(0,1-0,2)\lambda$, расположенных в горизонтальной плоскости. Антенна получается узкополосная и требует более тщательной настройки. Настройка обеспечивается как изменением длины штыря, так и регулировкой величины согласующей индуктивности. Нужное входное сопротивление достигается выбором точки подключения кабеля к согласующей катушке. Усиление такой антенны 5–6 дБ.

Эффективность штырьевой антенны зависит от способов ее установки на крыше, общие рекомендации следующие:

- основание антенны желательно располагать не ниже 3 м от плоскости крыши;
- вблизи от антенны не должно быть металлических предметов и конструкций;
- устанавливать антенну желательно как можно выше.

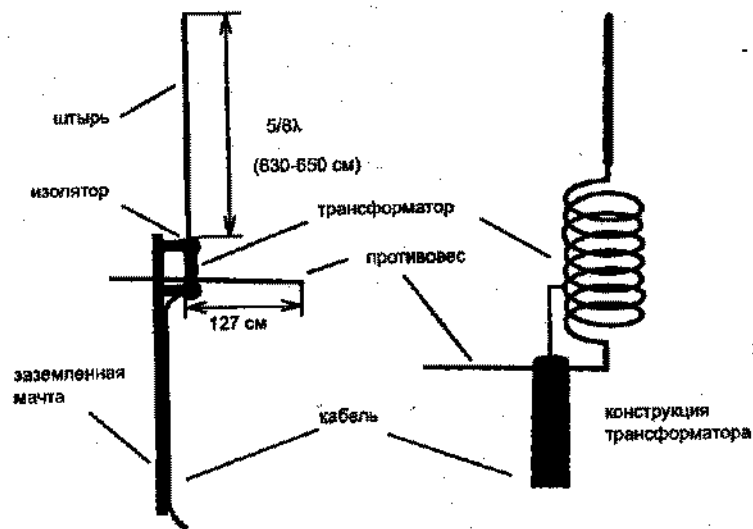


Рис. 95. Антенна длиной $5/8\lambda$

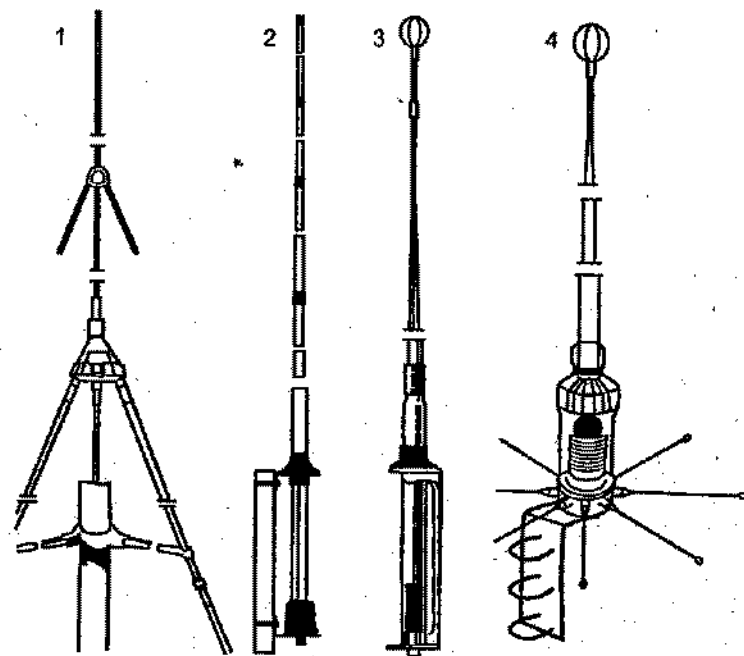


Рис. 96. Конструкции серийных базовых антенн:

1 – $\lambda/4$; 2, 3 – $\lambda/2$; 4 – $5/8\lambda$

Эффективность работы антенны на передачу тем выше, чем меньше омические потери в ее элементах. Поэтому наилучшим материалом для элементов антенн являются медные трубки (допускается применение алюминиевых трубок или штырей). При работе антенны на передачу по ней протекают довольно большие токи, поэтому необходимо обеспечить хорошее гальваническое соединение всех элементов между собой пайкой или сваркой и обеспечить защиту места соединения от коррозии.

В продаже имеется достаточно широкий ассортимент антенн Си-Би диапазона заводского изготовления. Примеры антенн приведены на рис. 96.

Направленные антенны Си-Би диапазона

Рассмотренные выше антенны с круговой диаграммой направленности не позволяют получить достаточно большой коэффициент усиления.

Для обеспечения связи между двумя неподвижными станциями, расположенными на расстоянии, превышающем прямую видимость, с успехом используют направленные антенны типа «волновой канал», представленные на *рис. 97*. Эти антенны концентрируют максимум излучения в нужном направлении (в направлении директора), обеспечивая при этом выигрыш как при передаче, так и при приеме.

Диаграмма направленности этой антенны имеет вид восьмерки в горизонтальной плоскости и круга в вертикальной. Подключение к вибратору может быть выполнено кабелем с волновым сопротивлением 50 или 75 Ом с помощью согласующего устройства или без него, возникающая при этом асиммет-

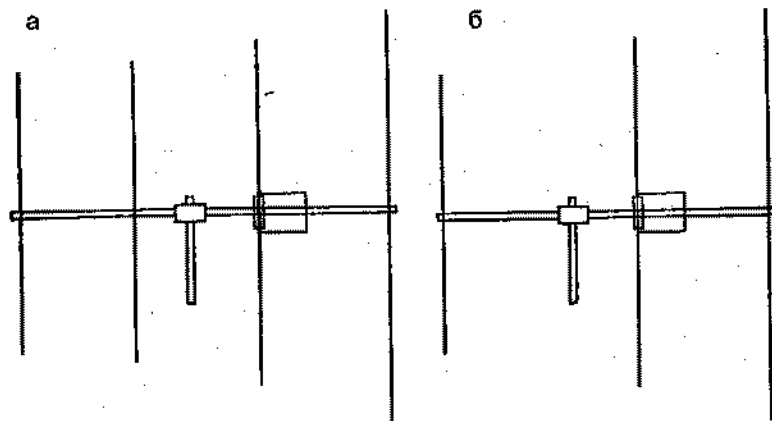


Рис. 97. Антенны типа «волновой канал»:

а — 4-элементная; б — 3-элементная

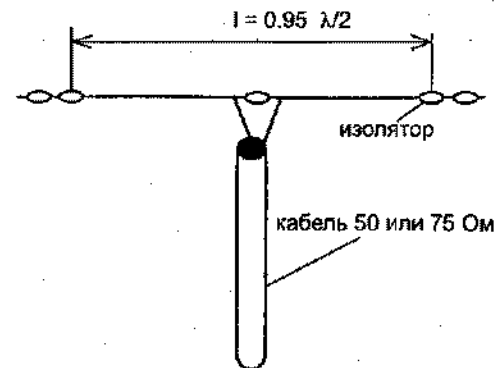


Рис. 98. Полуволновый вибратор

рия, искажающая диаграмму направленности, устраняется с помощью ферритового кольца большого диаметра, на которое наматывается 2–4 витка используемого кабеля.

Удлиняя полуволновый вибратор, получают конструкцию, получившую название «длинный провод» (*рис. 99*), обладающую существенно большим усилением.

Практическое распространение получили антенны длиной λ или 2λ . Для антенны длиной λ максимум излучения ориентирован под углом 50° к направлению провода, а усиление увеличивается по сравнению с полуволновым вибратором на 0,5 дБ.

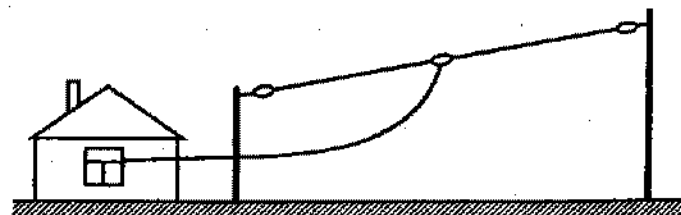


Рис. 99. Антенна «длинный провод»

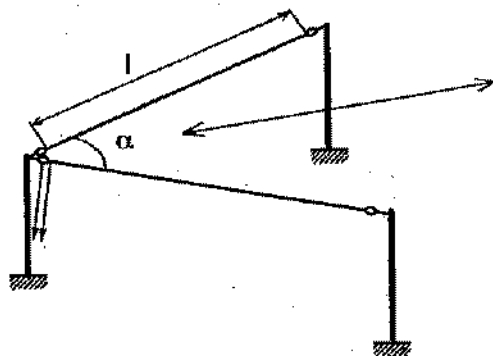


Рис. 100. Антенна типа V

Для антенны длиной 2λ эти параметры составляют 30° и 1,5 дБ соответственно.

Более направленными являются антенны типа V и ромбические антенны, представленные на рис. 100, 101 соответственно.

В частности при длинах λ и 2λ усиление V-образной антенны составляет 3,5 и 4,5 дБ. Данная конструкция одинаково излучает в двух направлениях: вперед и назад.



Рис. 101. Ромбическая антенна

Направленность ромбической антенны выражена еще более существенно. Направление излучения в сторону эквивалента нагрузки и совпадает с диагональю, а размеры ромбических антенн сведены в табл. 30.

Таблица 30

Размеры и параметры ромбических антенн

Размер	L, м	G, дБ	R _n , Ом	α	β	a, м	b, м
λ	10,8	5,2	300	110°	70°	12,3	18
2λ	21,8	8,0	500	76°	104°	34,3	27

Согласование ромбических антенн с 50-омным кабелем удобно осуществляется с помощью четвертьволнового трансформатора.

Одной из лучших направленных антенн является антенна типа «двойной квадрат» (рис. 102).

Она достаточно проста в изготовлении, не требует дорогостоящих и дефицитных материалов.

Коэффициент усиления 8–9 дБ; полоса частот по уровню КСВ = 1,6 от 26,6 МГц до 27,9 МГц. Поляризация вертикальная, подавление заднего лепестка не менее 20 дБ.

Антенны подвижных транспортных средств

Установка антенны на транспортном средстве имеет ряд особенностей и от ее правильности зависит дальность радиосвязи и ее качество, потому что уровень помех от системы зажигания двигателя серьезно влияет на чувствительность радиостанции. Поэтому антенну на автомобиле желательно располагать как можно дальше от двигателя, а ее пита-

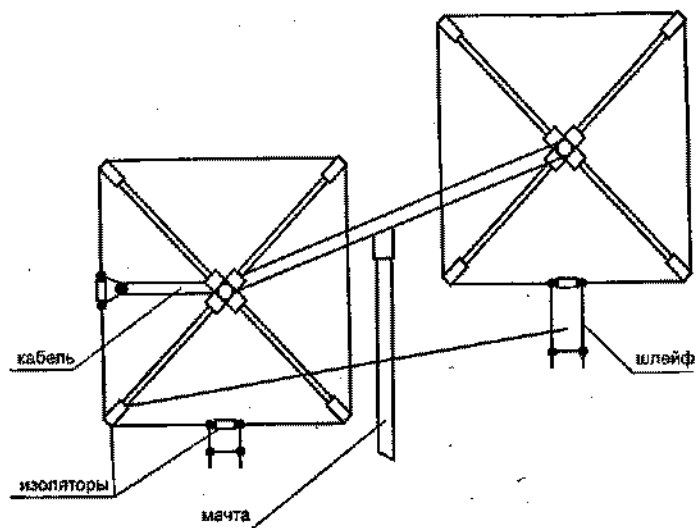


Рис. 102. Антенна «двойной квадрат» на металлической раме

ние осуществлять от бортовой сети через высокоэффективный фильтр или от отдельного аккумулятора.

К автомобильной антенне предъявляются настолько жесткие требования по механическим, электрическим, эстетическим и эксплуатационным параметрам, что подавляющее большинство автомобилей оснащено антеннами промышленного изготовления. Все типы автомобильных антенн относятся к классу штырьевых антенн, роль заземляющей поверхности которой (противовеса) выполняет металлический кузов автомобиля. Для автомобилей с пластмассовым кузовом, пластиковых катеров и мотоциклов разработаны специальные антенны типа «вертикальный полуволновый вибратор»

оба плеча которого укорочены согласующими индуктивностями (рис. 103).

Следует иметь в виду, что наилучшие результаты по дальности связи дает полноразмерная антенна длиной $\lambda/4$ (2,75 м). Однако антенна такой длины не эффективна при эксплуатации, т. к. она задевает за ветки деревьев, арки, ворота и т. д. Поэтому используются различные методы их укорочения (согласующая индуктивность в основании штыря, в середине штыря или распределенная по всей длине антенны). Это позволяет сократить длину антенны без ухудшения их характеристик.

Виды крепления автомобильных антенн можно условно разделить на 3 группы:

- крепление в отверстии кузова;
- крепление кронштейнами, устанавливаемыми на водосливной бортик крыши, багажник или зеркало заднего вида;
- крепление с помощью магнитной подошвы.

Промышленностью выпускается широкий ассортимент аксессуаров и принадлежностей, включающих разнообразные скобы, зажимы и фиксаторы (рис. 106). Однако, при любых способах установки необходимо обеспечить надежный контакт антенны с кузовом, надежный контакт при заделке коаксиального кабеля в разъемах.

Антенны портативных носимых радиостанций Си-Би диапазона

Антенны портативных радиостанций имеют, как правило, минимальные размеры. Это делает радиостанцию компактной и удобной в эксплуатации. Однако, ограничение геометрической длины

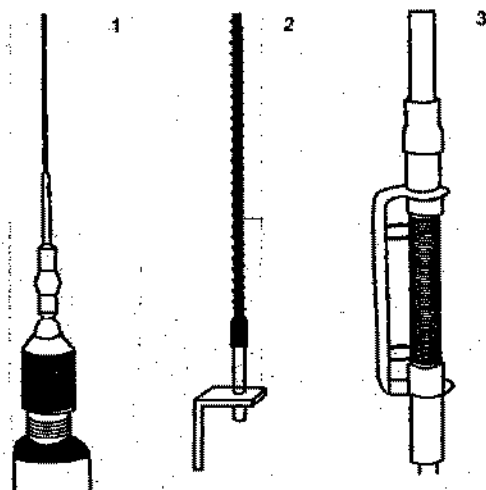


Рис. 103. Автомобильные Си-Би антенны:

1 - MIDLAND 18-2983 (диапазон 26,5-27,5 МГц, длина 1,1 м); 2 - BLACK MAGIC (диапазон 26,5-27,5, длина 1,22 м); 3 - MIDLAND 18-400 (диапазон 26-30 МГц, длина 1 м)

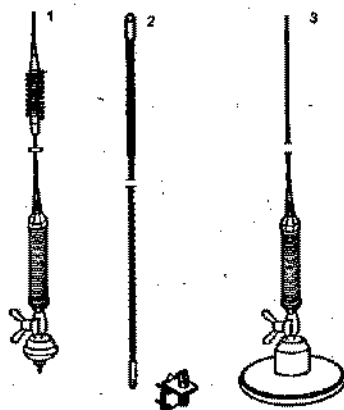


Рис. 104. Варианты крепления автомобильных антенн:

1 - в отверстие кузова; 2 - на кронштейне наружного зеркала; 3 - на магнитной подложке

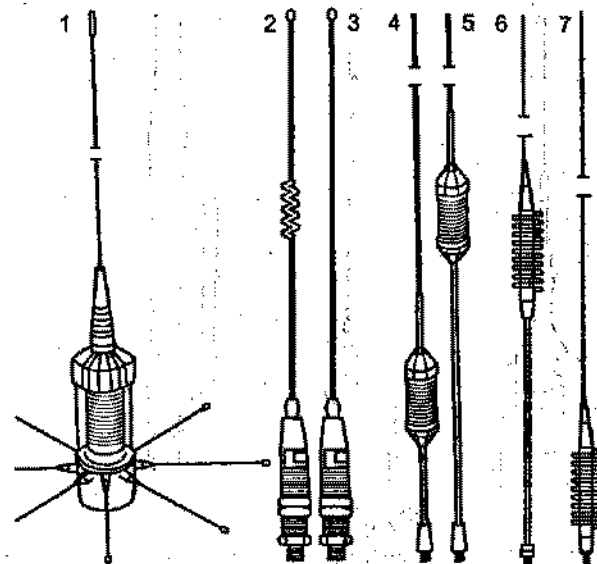


Рис. 105. Варианты размещения согласующей индуктивности:

1, 3, 7 - в основании антенны; 2 - в основании и средней части антенны; 4, 5, 6 - в средней части антенны

таких антенн приводит к существенным потерям их эффективности по сравнению с полноразмерным четвертьволновым штырем и, естественно, требует хорошего согласования антенны с трансивером. Кроме того, в отличие от автомобильных антенн и, тем более, антенн базовых радиостанций, «землей» которых является металлический кузов автомобиля, мачта или противовесы, антенны портативных радиостанций не имеют полноценного заземления. Фактически роль «земли» у этих антенн выполняет тело пользователя, которое характеризуется некоторыми значениями емкостного и активного сопротивлений. Качество подобной

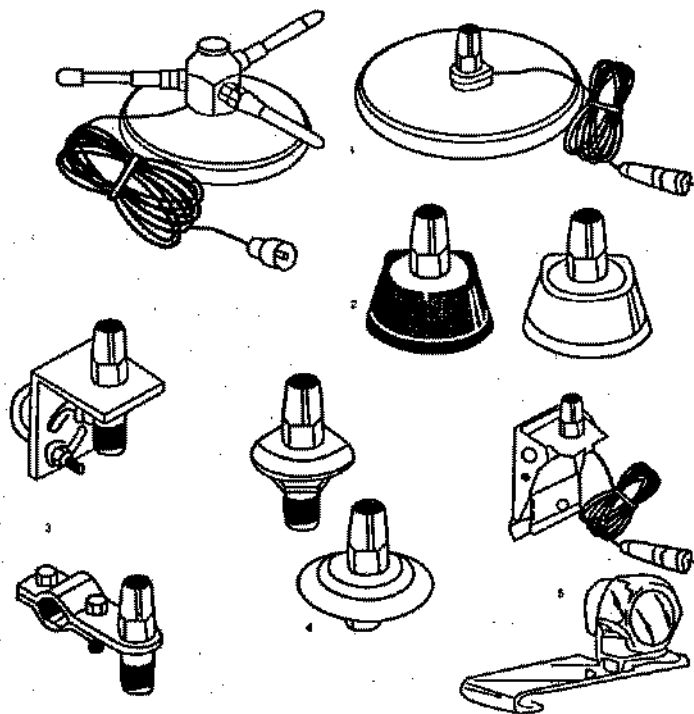


Рис. 106. Аксессуары для установки автомобильных антенн:
1 — магнитные подшвы; 2 — зажимы для багажника; 3 — зажимы для кронштейна наружного зеркала; 4 — крепеж для отверстий в кузове; 5 — скобы для водостока

«земли» существенно отражается на дальности радиосвязи. Так, если радиостанция находится не в руках пользователя, а расположена на поверхности стола, дальность существенно сокращается. В таких случаях желательно иметь подобие противовеса, хотя бы в виде куска провода.

Существенное значение также имеет конструкция корпуса. Материалом корпусов современных портативных радиостанций является диэлектрик —

ударопрочная пластмасса. Гальванический контакт между радиостанцией и ее пользователем достигается благодаря наличию на задней стенке корпуса металлической скобы для ношения аппарата на ремне, когда скоба соединена с «землей» радиосхемы.

Согласование антенны с портативной радиостанцией обеспечивается уже описанными выше методами. Наиболее типичными конструктивными вариантами согласования входящих в стандартный комплект поставки антенн являются распределенная по длине индуктивность или индуктивность в основании антенны. Подобные антенны обеспечивают уверенную радиосвязь на расстоянии 1,0–1,5 км. Для увеличения дальности радиосвязи используют специальные удлиненные антенны, размер которых доходит до одного метра и более, чем достигается также прирост уровня принимаемого сигнала на 1–2 балла.

Изготовление и установка антенн индивидуального пользования

Материалы, применяемые для изготовления антенн

Все элементы антенн изготавливают из легких металлов, стойких к атмосферным воздействиям. При изготовлении антенны необходимо учитывать, что надежность ее работы зависит от правильности выбора материалов. Можно использовать такие материалы, как медь, сталь, латунь, алюминий и т. д. Элементы антенн выполняют из трубок, плоских лент и уголков. Наиболее часто вибраторы изготавливают из дюралюминиевых трубок.

При сборке элементов антенны из разнородных металлов необходимо учитывать, что в местах их соприкосновения образуется контактная разность потенциалов, разрушающая металл в месте соединения. Во избежание коррозии металла в месте стыка материалы для изготовления элементов антенны нужно выбирать в соответствии с *табл. 31*.

Таблица 31

Рекомендации по выбору материалов при изготовлении антенн

Основной материал	Вспомогательный материал
Допустимая контактная пара	
Алюминий, дюралюминий Нелегированная сталь	Нелегированная сталь, цинк Алюминий, дюралюминий, никель и оловянно-свинцовые припой
Медь, латунь, бронза	Медь, бронза, латунь, леги- рованная сталь, никель и оловянно-свинцовые сплавы.
Недопустимая контактная пара	
Алюминий, дюралюминий Нелегированная сталь и оловянно-свинцовые сплавы	Олово, бронза, медь, латунь, никель Медь

Например, вибратор из стальных трубок и медную жилу кабеля соединяют пайкой с предварительным лужением конца трубки и жилы кабеля или зажимом под стальной оцинкованный болт (жила облужена). Пропаивать или прижимать необлуженную жилу нельзя.

Соединять элементы антенны нужно так, чтобы не было плохих контактов. Для этого все соединения или сваривают, или спаивают. При пайке применяют только бескислотные флюсы (занифоль и т. д.). В качестве изоляционных материалов применяют текстолит, полистирол, гетинакс, плексиглас, фарфор, керамику и другие материалы, обеспечивающие хорошую электрическую изоляцию и не разрушающиеся от воздействия влаги, солнечных лучей и т. п. В исключительных случаях в качестве изоляционного материала используют дерево, но после обработки его парафином.

Выбор места установки антенны

Антенна не обеспечит высококачественного приема телевизионных передач, если место ее установки выбрано неправильно. Антенны устанавливают либо на крыше здания, либо на отдельно стоящей мачте.

При выборе места установки антенны на крыше необходимо избегать близости дымовых и вентиляционных труб, т. к. выходящие газы оказывают разрушающее действие на металл антенны. Мачта антенны должна быть расположена на скате крыши, обращенной ко двору, а не к улице. Место установки антенны должно быть выбрано так, чтобы на прямой между приемной антенной и мачтой телецентра по возможности не было больших препятствий, мешающих прохождению радиоволн и чтобы при случайном падении антенны мачта не коснулась проводов электросети и телефонной связи.

Для увеличения действующей высоты антенны и создания равномерной нагрузки на стропилах кры-

ши место установки антенны выбирают ближе к коньку крыши.

При большом числе антенн на крыше их устанавливают в шахматном порядке, чтобы исключить их взаимное влияние.

Расстояние между мачтами отдельных антенн должно быть не менее 4–5 м и не менее 1 м от проведенных на крыше радиотрансляционных, электроосветительных и других линий.

Установка антенн на стальных крышах

Для крепления стойки и оттяжек антенны наиболее часто применяют специальное приспособление, называемое сухарем (рис. 107). Основание стойки антенны 1 и закрепы 11 оттяжек 9 закрепляют глухарями 12 (10 × 80 мм) на пересечении стропил с обрешеткой 5. Основание стойки антенны насаживают на стальной шип 2 (Ø 6 мм), впрессованный в глухарь 4 (16 × 80 мм), и ввинчивают последний в стропильную балку 6 крыши. Для предохранения мест нарушения кровли от затекания влаги устанавливают гидроизоляционные прокладки 8 и 14 из технической резины или гидроизола. Между глухарями и гидроизоляционной прокладкой помещают стальные шайбы 3, 7, 13. Для закрепления оттяжек на мачте антенны устанавливают металлические планки 10.

При высоте мачты антенны до 5 м устанавливают один ряд оттяжек из оцинкованной проволоки диаметром 4–5 мм. Мачты большей высоты (до 12 м) поддерживают двумя ярусами оттяжек, по три–четыре оттяжки в каждом ярусе. Для крепления мачты антенны и ее оттяжек, кроме глухарей, используют стяжные болты, клемеры и др.

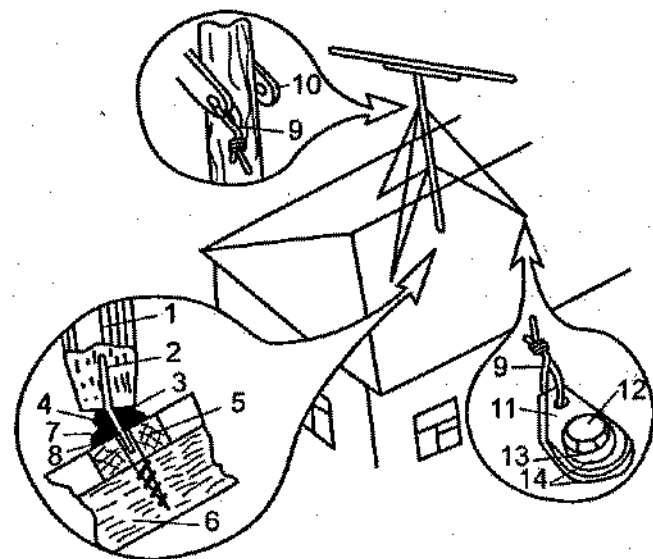


Рис. 107. Установка антенны на стальной крыше

Установка антенн на шиферных крышах

Антенны устанавливают как на скатах, так и на коньке крыши. При установке мачты антенны 5 на коньке крыши 1 (рис. 108) в нем подготавливают отверстие для основания мачты и забивают в брус 1 стальной шип (Ø 6 мм). В центре торцевой части мачты сверлят отверстие для шипа, и для предохранения основания антенны от затекания влаги укрепляют на ней специальный кожух 3 из оцинкованной листовой стали.

Мачту антенны устанавливают на шип. Щели, образуемые при креплении кожуха, шпаклюют и красят масляной краской. Оттяжки крепят к спинке слухового окна или ребрам крыши.

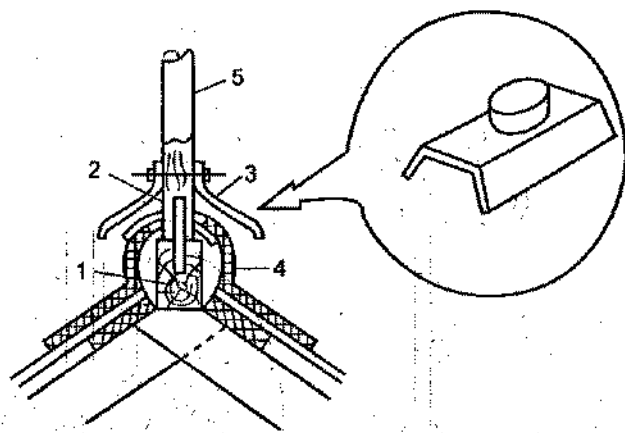


Рис. 108. Установка антенны на асбоцементной крыше

Установка антенн на черепичных крышах

В этом случае мачту антенны 1 (рис. 109) устанавливают на коньковом бруске или используют фронтоновые стенки. Для крепления антенны на фронтоновой стенке устанавливают одну или две поперечные связи 2. Мачту антенны крепят к ним металлическими кронштейнами или стальными скобами 3 с болтами 4. Этот способ крепления рекомендован для антенн высотой не более 5 м.

Установка антенн на крышах из толя и рубероида

Мачту антенны 1 в этом случае устанавливают на фронтоновых стенках или на крыше, но только при дощатом ее основании. На дощатый настил 6 (рис. 110) мастикой наклеивают рулонный ковер 4 и крепят опору 2 глухаря 3. Мачту антенны обрезают в

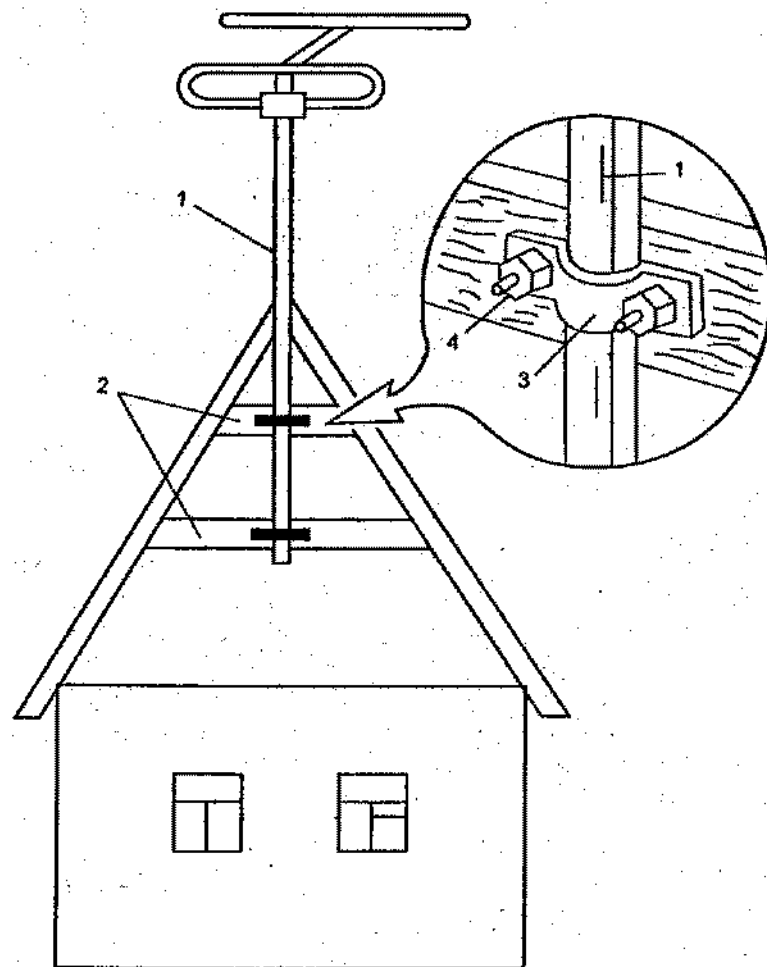


Рис. 109. Установка антенны на черепичной крыше

соответствии с уклоном крыши и насаживают на шип, который надежно укрепляют в опоре и отгибают по уклону крыши. Установку закрепляющих приспособлений для оттяжек выполняют таким же способом.

Установка антенн в чердачных помещениях

Для уменьшения влияния атмосферных воздействий на элементы антенны, расположенной вблизи телевизионного центра, ее можно устанавливать в чердачном помещении (рис. 111) при высоте его не менее 3 м и отсутствии стальных кровель и ферм. После примерного выбора направления антенны ее

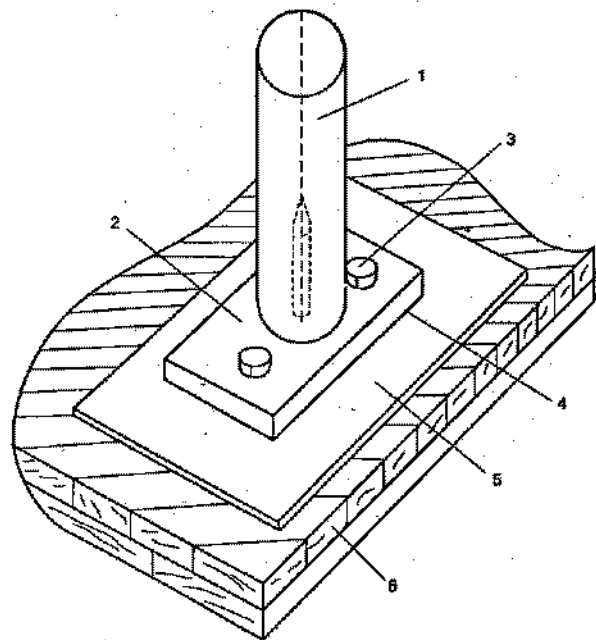


Рис. 110. Установка антенны на крыше, крытой толем и рубероидом

головку временно прикрепляют к специальной планке в межстропильном пространстве и проверяют качество работы. При закреплении антенны нужно следить за тем, чтобы ее детали не касались строительных элементов здания.

Способы крепления проволоочных оттяжек

Для дополнительного крепления антенны к кровле крыши применяют проволоочные оттяжки из стальной оцинкованной проволоки диаметром 3—5 мм. Оттяжки закрепляют не только на кровле, но и на боковых стенках слуховых окон, на оголовках

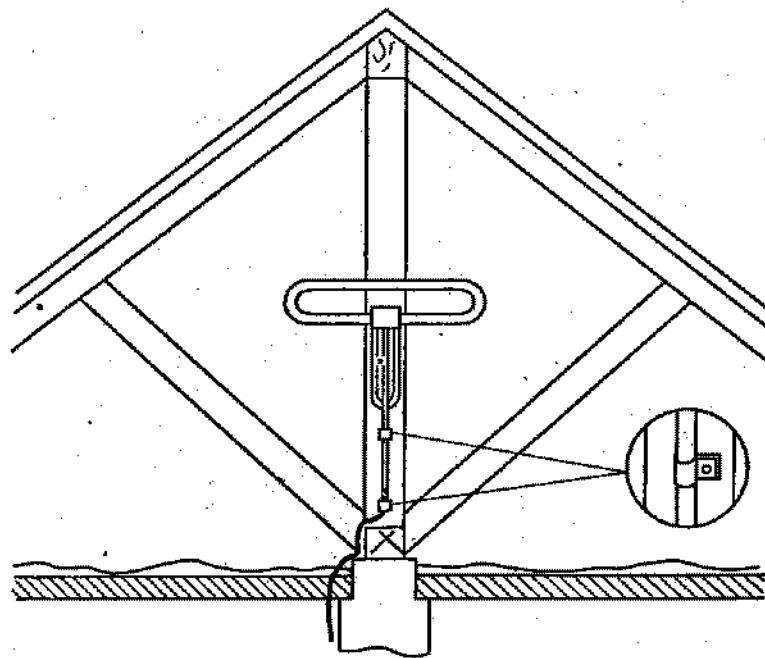


Рис. 111. Установка антенны на стропилах в чердачном помещении

вентиляционных стояков, а также используют ранее установленные закрепляющие приспособления. При отсутствии на крыше указанных предметов к стропилам под карнизным навесом прикрепляют специальный металлический кронштейн, который используют для закрепления оттяжек.

Размещение оттяжек размечают в соответствии с рис. 112. Если стропила крыши установлены с переменным шагом и углы в пределах 120° выдержать невозможно, то допускается установка их в пределах $105-135^\circ$. Оттяжки по отношению к мачте располагают под углом $25-40^\circ$. Способы крепления оттяжек иллюстрируются на рис. 113.

Антенные спуски (снижения)

При установке антенны важно правильно выбрать способ присоединения к ней кабеля, т. к. незащищенные контакты наружных антенн, подвергаясь действию коррозии, могут значительно ухуд-

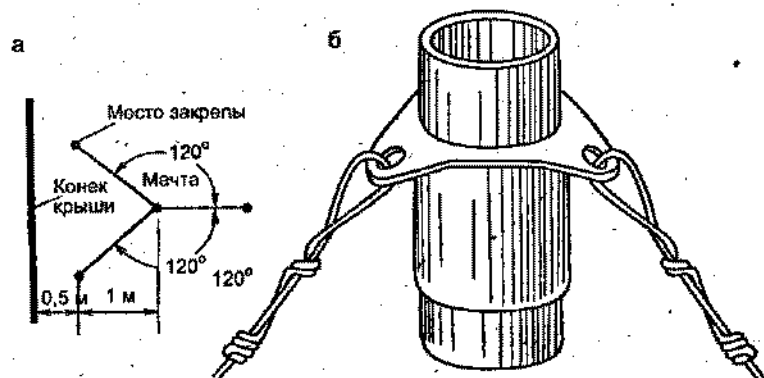


Рис. 112. Оттяжки антенны:

а - разметка оттяжек на крыше; б - крепление оттяжек к мачте

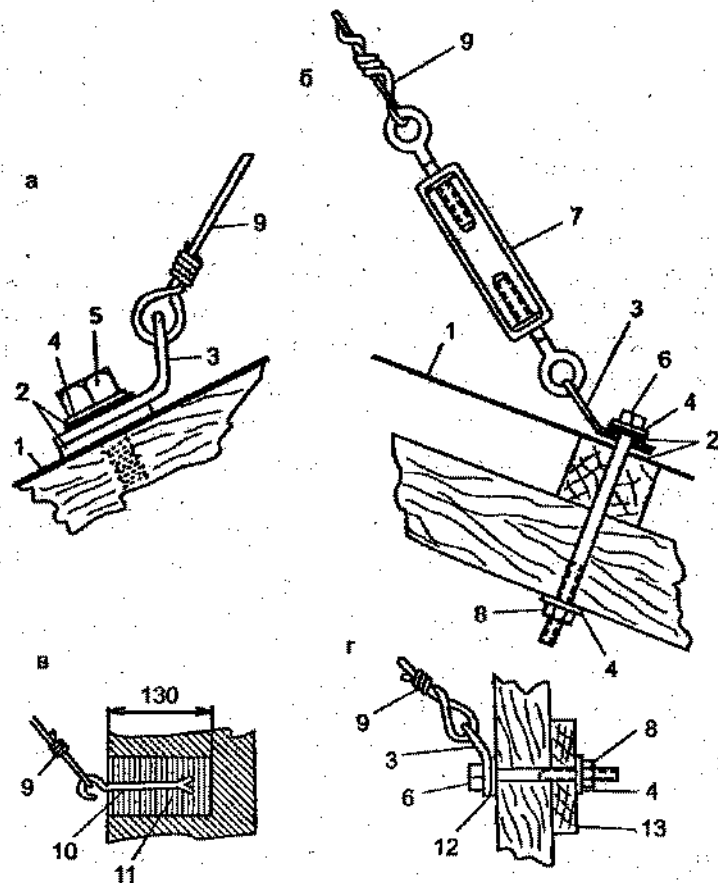


Рис. 113. Крепление оттяжек:

а - винтовой стяжкой; б - стальными закрепами; в - на каменной стене; г - на деревянной стене: 1 - стальная кровля; 2 - прорезиненная прокладка; 3 - стальной кронштейн; 4 - стальная шайба; 5 - стальной глухарь (8x50 мм); 6 - болт М10; 7 - винтовая стяжка со стяжными болтами М10; 8 - гайка М10; 9 - оттяжка; 10 - стальной штырь; 11 - цементный раствор; 12 - прорезиненная прокладка; 13 - опорная планка.

шить качество работы антенны. Для защиты контактов от воздействия влаги место соединения кабеля с антенной заключают в соединительную коробку, которую одновременно используют для крепления самого вибратора к стреле антенны, для замедления окисления места соединения заливают стеарином или закрашивают лаком.

При наружной проводке кабель снижения укладывают вдоль мачты и крепят к ней скобами через 0,5–1 м. По ближайшему гребню крыши кабель подводят к кронштейну, при помощи которого осуществляют его спуск (рис. 114). Длину кронштейна выбирают из расчета удаления кабеля от стены здания не менее чем на 300 мм. Один из концов деревянной планки имеет вырез с большим закруглением, чтобы кабель не переламывался при изгибе. Второй конец планки крепят к кронштейну двумя винтами под гайку. Устанавливают планку под углом 15–20° к плоскости крыши, чтобы на кабель не попадали талые воды.

Кронштейн прикрепляют глухарями к карнизу крыши. При большой длине кабеля снижения для предупреждения обрыва его подвешивают на стальном тросе.

Кабель снижения заводят в комнату через отверстие в раме. Отверстие нужно сверлить под углом, чтобы дождевые капли не стекали внутрь рамы. Перед вводом в оконную раму кабель снижения необходимо немного ослабить (рис. 114).

В жилых помещениях кабель прокладывают параллельно архитектурным линиям. При прокладке избегают резких перегибов кабеля и сжатия его скобами. Радиус изгиба не должен быть меньше, чем пятикратный диаметр кабеля.

В комнатах и коридорах кабель прокладывают по напольным плинтусам.

При пересечении с проводами электросети кабель прокладывают под ними в полутвердых трубах. Расстояние между кабелем и проводами электросети, газовыми или водопроводными трубами должно быть не менее 20 мм.

К стене кабель крепят скобами, причем на прямолнейных участках проводки кабель крепят через каждые 350 мм, на поворотах и изгибах в пределах 30–50 мм. Конец кабеля длиной не менее 1,5 м оставляют свободным для включения в телевизор.

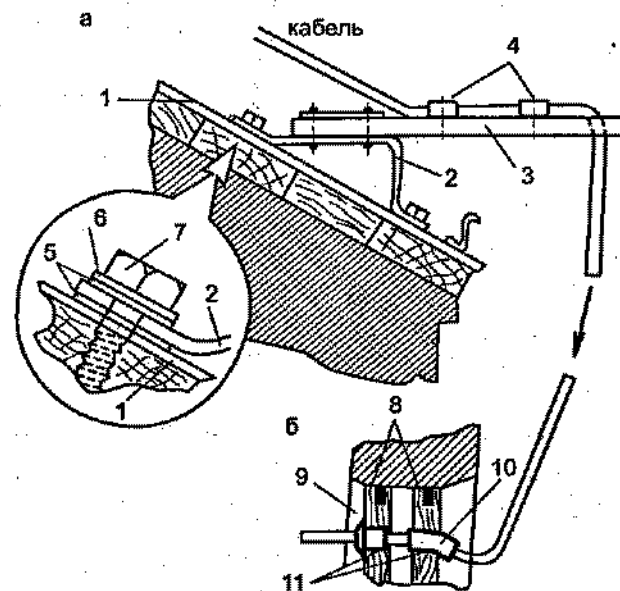


Рис. 114. Крепление антенного спуска и введение его в окно:

- 1 – стальная кровля; 2 – стальной кронштейн (5×40 мм); 3 – рейка; 4 – дугообразная скоба и оцинкованный шуруп (3×25 мм); 5 – прорезиненная прокладка; 6 – стальная шайба 8 мм; 7 – стальной глухарь 8×50 мм; 8 – верхняя часть оконного переплета; 9 – фарфоровая втулка; 10 – фарфоровая воронка; 11 – изоляционная лента

Подготовка кабеля к распайке штекера или к распределительной коробке осуществляется в соответствии с рис. 115. Верхнюю изоляцию снимают на длину 50 мм и расплетают шилом оплетку, которую затем свивают в один или два жгута. С внутренней жилы на расстоянии 10 мм снимают изоляцию. Жилу кабеля и оплетку облуживают припоем.

Фидер снижения антенны желательно выполнить из одного целого куска кабеля, т. к. сращивание ка-

беля, как правило, приводит к нарушению однородности его волнового сопротивления и появлению отраженных сигналов. При необходимости отрезки кабеля соединяют в соответствии с рис. 115 б, в. Изоляцию восстанавливают (рис. 115 б) при помощи полиэтиленовой трубки (из отходов кабеля). Трубку разрезают, надевают на жилу, а швы прогревают паяльником до растекания полиэтилена.

Техника безопасности при установке антенн

Нельзя выполнять работы по установке антенн во время дождя, снегопада, гололедицы, при сильном ветре и т. п. Выходить на крышу можно через люк или слуховое окно. По пожарной лестнице допускается подниматься на здания, имеющие не более двух этажей.

При установке и ремонте антенн каждый работающий обязан иметь следующие защитные средства: диэлектрические перчатки, предохранительный пояс и веревку, очки, рукавицы, фонарь, а также инструмент с изолирующими ручками. Работают на крыше в обуви на резиновой подошве.

Перед выходом на крышу необходимо надеть предохранительный пояс с веревкой для страховки или обвязаться прочной веревкой, второй конец которой закрепить на чердаке за балку или стропила. Крепление веревок за дымовые трубы не допускается.

На плоские огражденные и неогражденные крыши выход допускается без страховочного каната в обуви на резиновой подошве с надетым предохранительным поясом. При необходимости подхода

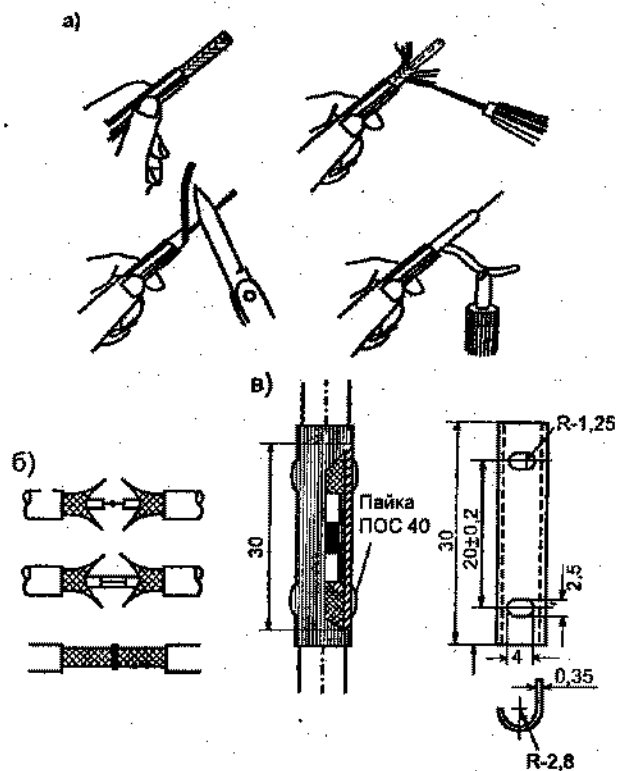


Рис. 115. Подготовка кабеля к подключению:

а - разделка кабеля; б - сращивание кабеля «стык»; в - сращивание с накладками

к краю крыши применение страхующего каната обязательно. Около мачт антенн, установленных на крутых крышах, должны быть устроены выходные люки. На люке прочно закрепляют болт с проушиной или кольцо, к которому привязывают веревку для страховки. Второй конец ее прикрепляют к предохранительному поясу работающего на крыше.

Элементы антенны доставляют на крышу через чердак или непосредственно с земли при помощи кронштейна с блоком.

Антенну устанавливают не менее двух человек (до 5 м). При длине мачты более 5 м количество работников увеличивается, например, при подъеме антенны высотой 7,5 м (рис. 116 б) два человека поднимают мачту, два тянут за оттяжку в сторону подъема, а остальные двое человек страхуют мачту другими оттяжками.

При подъеме антенны работающие прикрепляют страхующие веревки к стяжным болтам или к основанию антенны.

При оборудовании снижения антенны (закрепление кабеля к отводной планке (рис. 116 в) и при устройстве ввода в окно комнаты работающий должен «страховаться» веревкой.

При монтаже антенны следует пользоваться приставными лестницами. Нижние концы лестниц при установке на полу снабжают резиновыми наконечниками, при установке на грунте — острыми металлическими шупами.

Если работу с лестницы выполняют на высоте более 3-х метров или устанавливают ее на цементном и плиточном полах, во избежание падения лестницу поддерживает специально назначенный для этого работник.

При пробивке отверстий, гнезд или борозд в каменных и бетонных стенах зданий надевают защитные очки и рукавицы. Перед подключением абонентского отвода к телевизионной антенне коллективного пользования проверяют измерительным прибором отсутствие в ней напряжения электросети. При наличии напряжения подсоединять к антенне вход телевизора категорически запрещается.

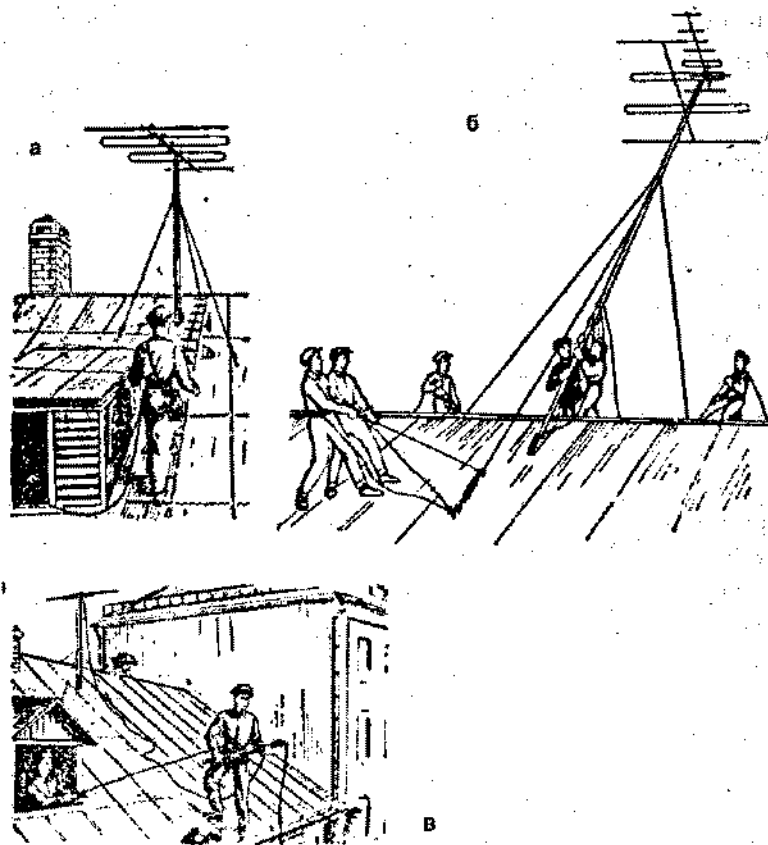


Рис. 116. Приемы безопасной работы на крыше

Грозозащита антенн

Чтобы избежать поражения молнией антенны, телевизора и людей, находящихся внутри здания, необходимо выполнить ряд мероприятий по грозозащите антенны.

Металлические мачты, на которых устанавливаются антенны, должны быть заземлены. Так как в антеннах наиболее часто применяются петлевые вибраторы, которые средней точкой соединены с металлической стрелой, а стрела с металлической мачтой, то дополнительных мер по грозозащите не требуется (кроме заземления металлической мачты).

Если же мачта деревянная, то по ней необходимо проложить толстый (сечением 15–25 мм²) провод или медную ленту, которые одним концом соединяют с серединами вибраторов, а другой с заземлителем.

Заземлитель представляет собой ряд штырей, закопанных или вбитых в землю на глубину 2–3 м, и соединенных между собой толстым проводом или шиной. Вместо штырей можно использовать стальной оцинкованный лист или другой массивный металлический предмет. Для уменьшения сопротивления заземления размеры закопанного предмета должны быть максимальной величины. Металлическую оплетку коаксиального кабеля фидера также необходимо заземлить.

Лучшая грозозащита осуществляется установкой на вершине мачты металлического вертикально расположенного заостренного штыря такой длины, чтобы его острие располагалось хотя бы на 1,5 м выше антенны.

Если наружная антенна установлена вблизи высоких сооружений (либо на балконе или лоджии),

оборудованных молниеотводами, то устройство грозозащиты не обязательно. Комнатные антенны также не требуют грозозащиты.

Оглавление

Особенности распространения радиоволн в свободном пространстве	4
Стандарты и система телевидения	17
Прием сигналов радиовещания	22
Параметры и характеристики приемных антенн	25
Входное сопротивление антенны	28
Согласование антенны с кабелем-фидером	28
Коэффициент направленного действия и коэффициент усиления антенны	29
Ширина полосы пропускания антенны	33
Симметрирующие и согласующие устройства приемных телевизионных антенн	35
Комнатные телевизионные антенны	43
Конструкции комнатных телевизионных антенн	46
Наружные телевизионные антенны	52
Антенны «волновой канал»	56
Зигзагообразные телевизионные антенны	71
Антенны бегущей волны	84
Логопериодические антенны	86
Рамочные антенны	93
Ромбическая антенна	100
Синфазные антенные решетки	105
Антенные усилители	116
Чувствительность телевизионного приемника	116
Применение антенных усилителей	119
Устройства совмещения и коммутации антенн	131

Делители телевизионного сигнала	131
Устройства сложения сигналов	136
Спутниковое телевидение	150
Системы спутникового телевидения, находящиеся в эксплуатации	150
Индивидуальный комплект спутникового телевидения	157
Зеркальные антенны	162
Плоские антенны	167
Подвеска и постировка спутниковых антенн	168
Установка и настройка индивидуальной спутниковой системы	173
Антенны для приема радиовещания	185
Комнатные антенны для приема радиовещания в диапазонах ДВ, СВ и КВ	185
Наружные антенны для дальнего приема ДВ, СВ, КВ и УКВ	188
Антенны для приема радиовещания в диапазоне УКВ	191
Антенны систем гражданской связи в диапазоне 27 МГц	191
Условия прохождения радиоволн и дальность радиосвязи с диапазоне Си-Би	194
Антенны базовых станций Си-Би диапазона	198
Антенны с круговой диаграммой направленности ...	199
Направленные антенны Си-Би диапазона	204
Антенны подвижных транспортных средств	207
Антенны портативных носимых радиостанций Си-Би диапазона	209
Изготовление и установка антенн индивидуального пользования	213
Материалы, применяемые для изготовления антенн	213
Выбор места установки антенны	215
Установка антенн на стальных крышах	216
Установка антенн на шиферных крышах	217
Установка антенн на черепичных крышах	218

Установка антенн на крышах из толя и рубероида	218
Установка антенн в чердачных помещениях	220
Способы крепления проводочных оттяжек	221
Антенные спуски (снижения)	222
Техника безопасности при установке антенн	227
Грозозащита антенн	230

Справочник

Серия «Домашний мастер»

ВСЕ ОБ АНТЕННАХ

Индивидуальные антенны. Конструкции
Установка. Спутниковые антенны

Оформление переплета А. Л. Тириков

Составители В. И. Назаров, В. И. Рыженко

Редактор В. И. Рыженко

Технический редактор В. А. Рыженко

Корректор Т. И. Генералова

Компьютерная верстка А. В. Соколов

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

Подписано в печать 05.12.2007

Формат 84×108¹/₁₆. Печать высокая. Усл. печ. л. 12,6

Тираж 7000 экз. Заказ № 1632

ООО «Издательство Оникс»

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

Отдел реализации: тел. (499) 619-02-20; 619-31-88

Интернет-магазин: www.onix.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, 6.