

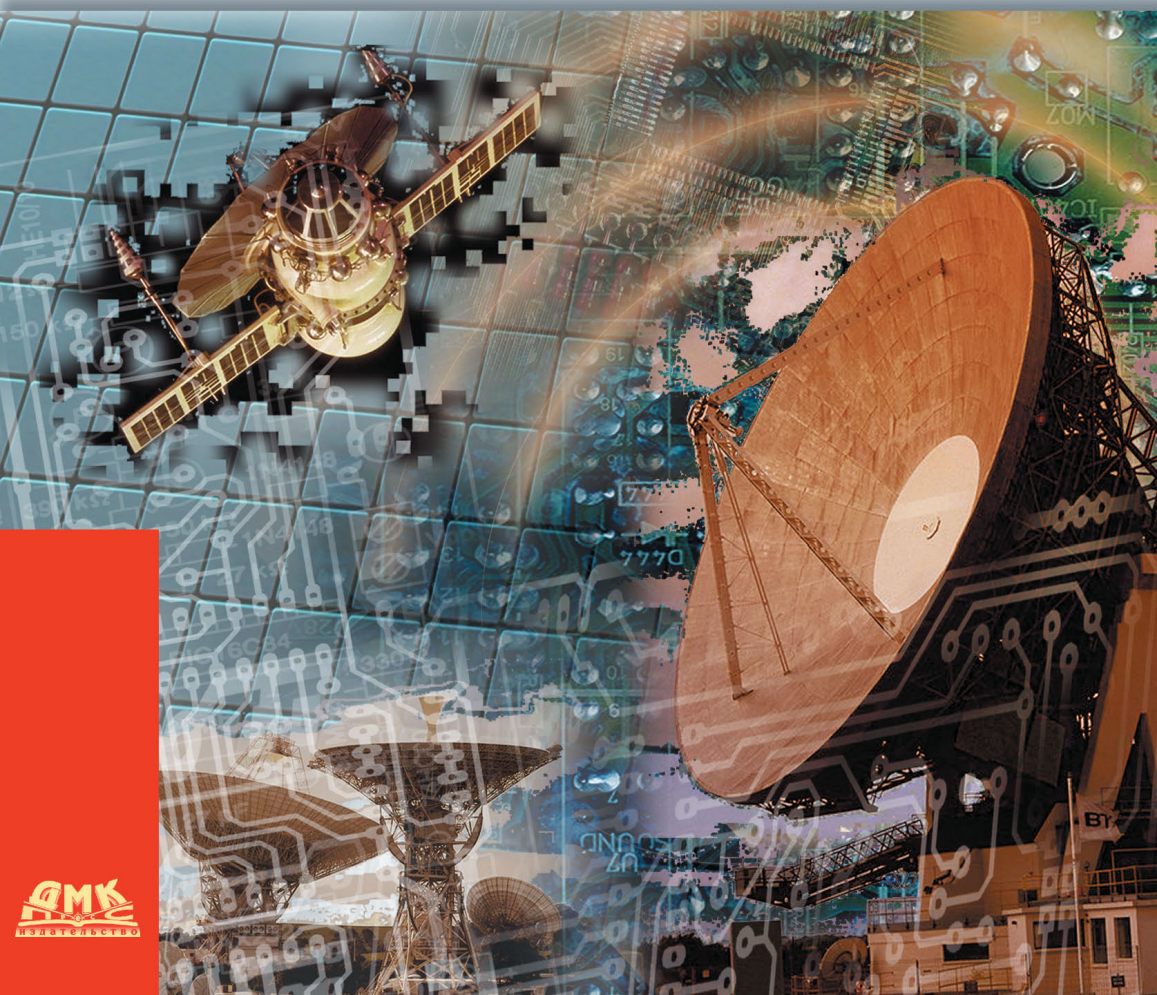


В ПОМОЩЬ РАДИОЛЮБИТЕЛЮ

Никитин В. А. и др.

Антенны спутниковые, КВ, УКВ, Си-Би, ТВ, РВ

**Конструкции, каталоги фирм,
иллюстрированный обзор публикаций**



Никитин В. А., Соколов Б. Б., Щербаков В. В.,
Жомов Ю. В., Виноградов Ю. А.

Антенны спутниковые, КВ, УКВ, Си-Би, ТВ, РВ



Москва

УДК 65.017.2+3

ББК 65.290-2

Никитин В. А. и др.

Антенны спутниковые, КВ, УКВ, Си-Би, ТВ, РВ. — М.: ДМК Пресс.
— 319 с.: ил.

ISBN 5-93700-010-2

Описаны конструкции спутниковых, ТВ, РВ, Си-Би, КВ, УКВ антенн, требования к антенным системам и фидерам; приведены методы расчета, настройки и оптимального применения. Книга включает информацию, взятую из каталогов ведущих технических фирм: технические данные, внешние виды и назначение дециметровых, метровых и всеволновых ТВ антенн, антенн для приема телевизионных программ через ИСЗ, базовых, автомобильных Си-Би антенн, КВ и УКВ антенн для профессиональной и любительской связи. Публикуется иллюстрированный обзор описаний антенн по книге К. Ротхаммеля, а так же по отечественным и зарубежным журналам.

Все права защищены. Любая часть этой книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами без письменного разрешения владельца авторских прав.

Материал, изложенный в данной книге, многократно проверен. Но, поскольку вероятность технических ошибок все равно остается, издательство не может гарантировать абсолютную точность и правильность приводимых сведений. В связи с этим издательство не несет ответственности за возможный ущерб любого вида, связанный с применением содержащихся здесь сведений.

Все торговые знаки, упомянутые в настоящем издании, зарегистрированы. Случайное неправильное использование или пропуск торгового знака или названия его законного владельца не должно рассматриваться как нарушение прав собственности.

ISBN 5-93700-010-2

© Никитин В. А., Соколов Б. Б., Щербаков В. В.,
Жомов Ю. В., Виноградов Ю. А.
© Оформление, издание ДМК Пресс

2. ТЕЛЕВИЗИОННЫЕ АНТЕННЫ И ФИДЕРЫ

2.1. ПАРАМЕТРЫ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ АНТЕНН

Вопросы проектирования, изготовления и использования антенн для диапазонов длинных (ДВ), средних (СВ) и коротких (КВ) волн содержат значительно меньше проблем, чем антенн для диапазона УКВ, особенно телевизионных. Дело в том, что в диапазонах ДВ, СВ и КВ передатчики, как правило, обладают большой мощностью; распространение радиоволн этих диапазонов связано с большими значениями дифракции и рефракции; приемные устройства обладают высокой чувствительностью. Когда же речь заходит о телевизионной антенне, обеспечение необходимых значений этих параметров вызывает трудности. 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, который из-за необходимости широкой полосы пропускания примерно равен 5 мкВ. Поэтому для получения на экране телевизора высокого качества изображения уровень входного сигнала должен быть хотя бы в 20 раз больше уровня собственных шумов, т. е. 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.

Известно, что напряжение сигнала на выходе антенны пропорционально напряженности поля в точке приема, коэффициенту усиления антенны и длине волны сигнала. Коэффициент усиления характеризует направленные свойства антенны: чем больше коэффициент усиления, тем уже диаграмма направленности антенны. Коэффициент усиления антенны показывает, во сколько раз мощность сигнала, принятого данной антенной, больше мощности сигнала, принятого простейшей антенной – полуволновым вибратором, помещенным в ту же точку пространства. Обычно коэффициент усиления антенны выражается в децибелах (дБ):

$$K_{\text{дБ}} = 10 \lg(P/P_0).$$

Вполне естественно желание иметь антенну с большим усилением, но необходимо иметь в виду, что увеличение усиления антенны даром не дается и требует усложнения ее конструкции и габаритов. Всякие попытки разыскать такую конструкцию телевизионной антенны, которая была бы компактной, малогабаритной и, вместе с тем, обладала большим коэффициентом усиления, бесполезны.

Другим важным параметром антенны является ее входное сопротивление, которым считается отношение мгновенных значений напряжения к току сигнала в точках питания антенны. Входное сопротивление антенны не может быть измерено простым омметром или другим подобным прибором, для его измерения необходима специальная высокочастотная измерительная аппаратура. Если напряжение и ток сигнала в точках питания совпадают по фазе, их отношение представляет собой действительную величину. При этом входное сопротивление антенны является число активным. Если же имеется сдвиг фаз между напряжением и током, их отношение будет комплексным. Тогда входное сопротивление помимо активной составляющей будет иметь реактивную – либо индуктивную, либо емкостную в зависимости от того, отстаёт ли по фазе ток от напряжения или опережает его.

Входное сопротивление антенны – величина не постоянная, а зависит от частоты сигнала подобно входному сопротивлению колебательного контура. Так же как и контур, антенна может быть настроена в резонанс на частоту сигнала, и в этом случае входное сопротивление антенны будет чисто активным. Сходство с колебательным контуром на этом не заканчивается. Настройка контура в резонанс на частоту сигнала определяется его индуктивностью и ёмкостью, т. е. конструкцией элементов. Аналогично и настройка антенны на частоту сигнала зависит от конструкции ее элементов, их размеров и взаимного расположения. Подобно колебательному контуру телевизионная антенна обладает определенной полосой пропускания (более узкой или более широкой) в зависимости от конструкции.

Как уже было отмечено, большой коэффициент усиления антенны соответствует узкой диаграмме направленности. Диаграмма направленности показывает, как антенна принимает сигналы с разных направлений в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Так, антенна в виде вертикального штыря имеет в горизонтальной плоскости диаграмму направленности в форме круга, в центре которого находится сама антенна. Такая диаграмма является ненаправленной, так как принимает сигналы со всех сторон одинаково. Направленная антенна характеризуется наличием одного или нескольких лепестков диаграммы направленности, наибольший из которых называется главным. Помимо главного лепестка диаграмма направленности обычно содержит задний и боковые, уровень которых значительно меньше уровня главного лепестка. Тем не менее и задний, и боковые лепестки диаграммы направленности ухудшают работу антенны, а потому нежелательны. Две антенны с одинаковым коэффициентом усиления могут иметь совершенно разные диаграммы направленности и поэтому такие антенны будут обладать разными приемными свойствами, в частности в условиях дальнего приема. В этих условиях сигнал приходит с линии горизонта, и диаграмма направленности антенны в вертикальной плоскости должна иметь главный лепесток, максимально прижатый к земле. Легко понять, что свойства такой антенны значительно отличаются от свойств другой антенны, у которой главный лепесток диаграммы направленности приподнят над линией горизонта на значительный угол. При одинаковых коэффициентах усиления одна антенна может иметь широкую диаграмму направленности в горизонтальной плоскости и узкую в вертикальной, а другая – наоборот. Свойства этих антенн, конечно, будут различными.

Часто к телевизионной антенне предъявляется требование не принимать сигнал с заднего, противоположного основному, направления. Такое свойство антенны отражает коэффициент защитного действия (КЗД), который выражается отношением мощности сигнала, принятого антенной с главного направления, к мощности сигнала, принятого с заднего направления, при одинаковой напряженности поля обоих сигналов. Чем больше КЗД, тем антенна считается лучше, хотя эта характеристика антенны бывает важна только в определенных условиях приема.

Кроме перечисленных параметров телевизионных антенн могут иметь значение и такие, как уровень и положение максимумов боковых лепестков диаграммы направленности, положение нулей диаграммы, полоса пропускания антенны. Идеальной могла бы считаться антенна, вообще не имеющая боковых лепестков диаграммы направленности, но такими бывают лишь простейшие антенны. Что касается полосы пропускания, то бывают антенны узкополосные, рассчитанные на прием по одному каналу, и широкополосные – для приема сигнала по нескольким частотным каналам.

2.2. ТРЕБОВАНИЯ К АНТЕННЕ И ФИДЕРУ

Как уже отмечалось, напряжение сигнала на выходе антенны пропорционально напряженности поля в точке ее установки, длине волны сигнала и коэффициенту усиления антенны. Отсюда, чем меньше длина волны (чем больше номер принимаемого частотного канала), тем меньше напряжение сигнала на выходе антенны при прочих равных условиях. Если прием ведется на предельном расстоянии и данная конструкция антенны обеспечивает нормальный прием по первому каналу, то для уверенного приема телевизионных передач по двенадцатому каналу от передатчика той же мощности и расположенного на том же расстоянии понадобится антенна более сложной конструкции, имеющая больший коэффициент усиления. Еще больший коэффициент усиления потребуются для уверенного приема передач в тех же условиях в дециметровом диапазоне волн. Таким образом, требование к коэффициенту усиления антенны должно увязываться не только с удаленностью от передатчика, но и с длиной волны, т. е. с номером канала.

Для того чтобы максимум мощности сигнала, принятого антенной был направлен в фидер и поступил далее на вход телевизионного приемника, антенна должна быть согласована с фидером, а фидер с телевизором. Для такого согласования входное сопротивление антенны должно быть равно волновому сопротивлению кабеля, из которого выполнен фидер, а волновое сопротивление фидера должно быть равно входному сопротивлению антенного входа телевизора. При рассогласовании антенны и фидера часть энергии принятого антенной сигнала не поступит в фидер, а отразится от него и будет антенной излучена обратно в пространство. Это равносильно соответствующему уменьшению коэффициента усиления антенны. Положение, однако, значительно усугубляется, если фидер, кроме того, оказывается рассогласован с телевизором. При этом часть сигнала отразится от антенного входа телевизора и направится по фидеру в виде обратной волны к антенне. Из-за рассогласования фидера и антенны здесь вновь произойдет отражение, и часть сигнала, распространяясь в прямом

направлении, поступит к антенному входу телевизора с задержкой относительно первоначального. Такая задержка создает на экране телевизора повторное изображение, сдвинутое вправо относительно основного. Из-за многократных отражений повторы также оказываются многократными. Таким образом, рассогласование фидера только с одной стороны приводит к уменьшению уровня сигнала на антенном входе телевизора. Рассогласование же фидера с обеих сторон помимо уменьшения уровня сигнала сопровождается появлением повторов на экране. Благодаря тому, что все телевизионные приемники имеют входное сопротивление 75 Ом, при использовании в качестве фидера коаксиального кабеля с волновым сопротивлением 75 Ом обеспечивается полное согласование фидера с телевизором без применения каких-либо дополнительных согласующих устройств. При этом рассогласование фидера с антенной не может привести к появлению повторов. Однако, если в качестве фидера используется не стандартный коаксиальный кабель, а какой-нибудь суррогат или кабель с другим волновым сопротивлением, появляются повторы. Отсюда возникает основное требование к фидеру: он должен быть выполнен только из коаксиального кабеля с волновым сопротивлением 75 Ом.

В условиях сильного сигнала потеря части его энергии за счет отражения от фидера не опасна. Поэтому часто согласованию антенны с фидером не уделяют большого внимания. Однако при слабом сигнале в условиях дальнего приема пренебрегать потерей части сигнала не следует и вопросам согласования антенны с фидером необходимо уделить большое внимание, так как значительно проще и дешевле достичь согласования, чем увеличения коэффициента усиления антенны.

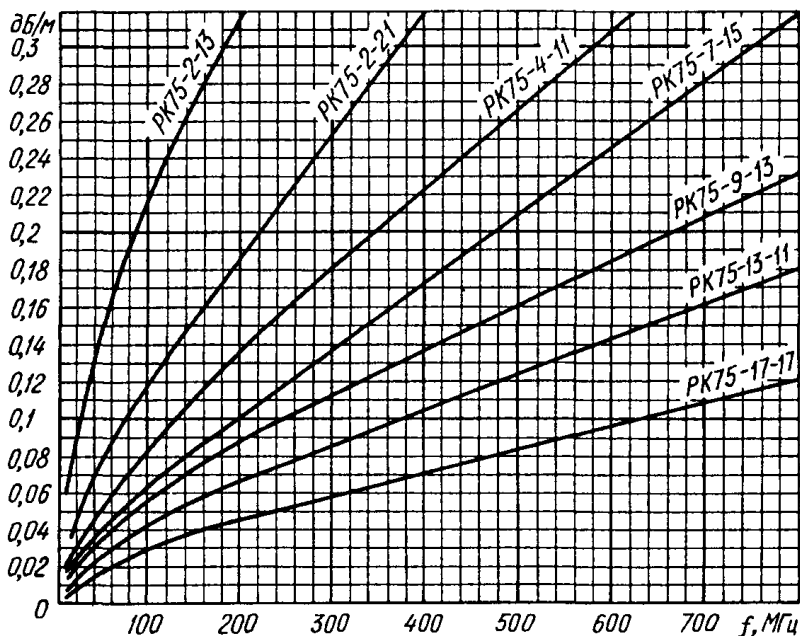
Повторы на экране возникают не только из-за отражений сигнала от концов фидера, но и в тех случаях, когда антенна помимо основного сигнала принимает сигнал, излученный тем же передатчиком, но поступивший к антенне после переотражения каким-нибудь местным предметом: башенным краном, водонапорной башней, железобетонным зданием и т. д. Если такой местный предмет находится в стороне от прямой, соединяющей передающую и приемную антенны, переотраженный сигнал проходит в пространстве больший путь, чем основной, и поступает к антенне с задержкой относительно основного сигнала, что и приводит к повтору. Переотраженный сигнал поступает к антенне с другого направления относительно основного. Поэтому он может быть ослаблен за счет пространственной избирательности антенны, когда ее способности приема с разных направлений не одинаковы, что характеризуется диаграммой направленности.

Необходимость значительного ослабления переотраженных сигналов приводит к тому, что даже при близком расположении от передатчика часто приходится устанавливать остронаправленные антенны (обладающие большим коэффициентом усиления), хотя большой уровень напряженности поля не требует применения высокоэффективных антенн. В таких условиях при ориентировании антенны иногда оказывается возможно значительно ослабить повтор при очень незначительном ухудшении основного изображения, когда антенна ориентируется не на максимум сигнала, а на минимум отраженной помехи.

Телевизионная антенна обычно имеет симметричную конструкцию, а коаксиальный кабель, из которого выполнен фидер, асимметричен. Непос-

редственное подключение такого фидера к симметричной антенне недопустимо, так как нарушение симметрии приведет к искажению формы диаграммы направленности: максимум ее главного лепестка отклонится от геометрической оси антенны, форма диаграммы станет асимметричной, прием будет осуществляться не только антенной, но и оплеткой коаксиального кабеля, что еще более исказит диаграмму направленности. Можно, конечно, для подключения к симметричной антенне использовать фидер симметричной конструкции. Выпускаются двухпроводные симметричные высокочастотные кабели разных марок (например, ленточные кабели КАТВ с полихлорвиниловой изоляцией или КАТП с полиэтиленовой изоляцией при волновом сопротивлении 300 Ом), а также симметричные высокочастотные экранированные кабели марок РД с разными волновыми сопротивлениями. Однако использование симметричных фидеров признано нецелесообразным. Поэтому антенный вход телевизионных приемников выполняют в виде гнезда, рассчитанного на подключение коаксиального кабеля с помощью стандартного штекера асимметричной конструкции. Но соединение коаксиального кабеля с симметричной антенной требует использования специального симметрирующего устройства. Обычно кроме симметрирующего устройства приходится одновременно использовать согласующее устройство из-за того, что входное сопротивление антенны отличается от волнового сопротивления кабеля. Поэтому обычно симметрирующее и согласующее устройства объединяются в одно симметрирующе-согласующее устройство (ССУ). Конкретные схемы ССУ для антенн разных типов рассматриваются в разделах, посвященных этим антеннам.

Даже при идеальном согласовании фидера с обеих сторон напряжение сигнала на антенном входе телевизора оказывается меньше, чем на выходе



•Рис. 2.1. Кривые удельного затухания коаксиальных кабелей

самой антенны. Это связано с тем, что при прохождении сигнала по кабелю уменьшается его уровень, происходит его затухание. Затухание тем больше, чем больше длина кабеля и чем больше частота сигнала. Для характеристики кабелей разных марок используется удельное затухание, которым принято называть такое, которое претерпевает сигнал данной частоты, проходя по кабелю длиной 1 м. Удельное затухание в децибелах на метр (дБ/м) и приводится в справочниках в виде графиков или в виде таблиц. На рис. 2.1 приведены зависимости удельного затухания коаксиальных кабелей разных марок от частоты. Пользуясь ими, можно подсчитать затухание сигнала в кабеле при определенной его длине на любом частотном канале метрового или дециметрового диапазона волн.

Обозначение коаксиального кабеля состоит из букв и трех чисел: буквы РК означают радиочастотный коаксиальный кабель, первое число показывает волновое сопротивление кабеля в омах, второе – округленно внутренний диаметр оплетки в миллиметрах, третье – номер разработки. Из зависимостей рис. 2.1 видно, что удельное затухание зависит от толщины кабеля: чем он толще, тем удельное затухание меньше.

В связи с тем, что обычно при покупке коаксиального кабеля не известна его марка, также оказываются не известны ни волновое сопротивление этого кабеля, ни зависимость его удельного затухания от частоты сигнала. Однако обе эти характеристики можно легко определить с помощью простых

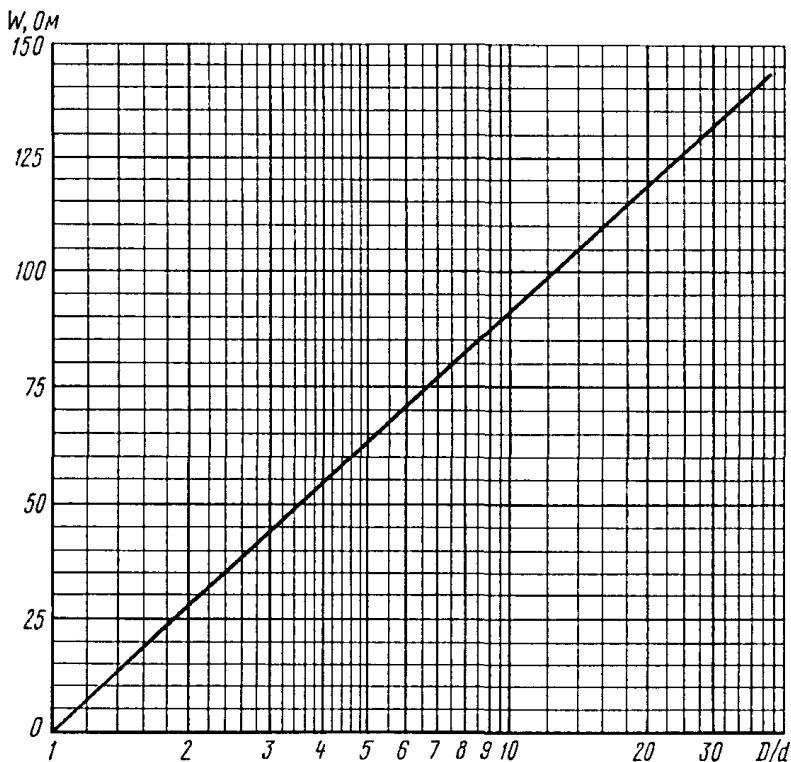


Рис. 2.2. К определению волнового сопротивления кабеля

измерений. Для этого нужно снять с конца кабеля наружную защитную оболочку, завернуть оплетку и штангенциркулем или микрометром измерить диаметр внутренней полиэтиленовой изоляции. Затем нужно снять полиэтиленовую изоляцию и измерить диаметр центральной жилы. Далее определяется отношение диаметра полиэтиленовой изоляции к диаметру центральной жилы. Точное значение волнового сопротивления коаксиального кабеля со сплошной полиэтиленовой изоляцией можно подсчитать по формуле:

$$W = 91 \lg \frac{D}{d},$$

где W – волновое сопротивление кабеля в омах, D – диаметр внутренней полиэтиленовой изоляции в мм, d – диаметр центральной жилы кабеля в мм.

Волновое сопротивление коаксиального кабеля со сплошной полиэтиленовой изоляцией можно также определить по графику, приведенному на рис. 2.2.

Наконец, волновое сопротивление кабеля можно определить с достаточной степенью точности, вычислив после измерения отношение диаметра полиэтиленовой изоляции к диаметру центральной жилы. Если это отношение находится в пределах от 3,3 до 3,7, кабель имеет волновое сопротивление 50 Ом, если же – в пределах от 6,5 до 6,9, волновое сопротивление составляет 75 Ом. В связи с тем, что внутренний диаметр оплетки кабеля равен диаметру полиэтиленовой изоляции, определив тем или иным из указанных способов волновое сопротивление кабеля, по кривым рис. 2.1 можно определить удельное затухание данной марки кабеля для соответствующей частоты сигнала.

2.3. ТРЕБОВАНИЯ К КОНСТРУКЦИИ АНТЕННЫ

Конструкция телевизионной антенны должна в точности соответствовать ее чертежу и описанию. Желательно не допускать никаких отклонений. Несмотря на то, что многие отклонения вполне допустимы и не влияют на работу антенны, определить, какие именно отклонения от чертежа или описания возможны, способен только опытный и грамотный специалист. Часто радиолюбитель по тем или иным причинам вносит свои изменения в конструкцию антенны, полагая, что такие изменения незначительны. В результате внесения недопустимых изменений нормальная работа антенны в значительной мере нарушается.

Металлические элементы антенны можно выполнять из трубок, прутка, полос, уголка или другого профиля любого металла. В соответствии с поверхностным эффектом токи высокой частоты протекают исключительно в пределах тонкого поверхностного слоя металла, и чем больше частота, тем тоньше этот слой. Поэтому те элементы антенны, которые не несут механической нагрузки, предпочитают выполнять из тонкостенных трубок для получения наименьшей массы антенны. Ведь тонкостенная трубка или сплошной прутки того же диаметра по своим свойствам совершенно одинаковы. По этой же причине в описаниях антенн всегда указывается

3. КОМНАТНЫЕ АНТЕННЫ

3.1. ОСОБЕННОСТИ ПРИЕМА КОМНАТНОЙ АНТЕННОЙ

Для электромагнитного поля, созданного телевизионным передатчиком, стены здания не являются непреодолимым препятствием, и поле существует внутри здания. Поэтому имеется возможность принять телевизионный сигнал, воспользовавшись комнатной антенной. Были даже попытки некоторых заводов, изготовителей стационарных телевизоров, встроить антенну внутрь футляра телевизора (телевизор "Авангард-55" и некоторые другие). Все портативные телевизионные приемники и в настоящее время оборудуются встроенной телескопической антенной, которая позволяет принимать сигнал без использования наружной антенны. Однако применение комнатной антенны для стационарного телевизора или встроенной телескопической антенны портативного телевизора, находящегося внутри здания, практически крайне редко 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 здания – меньше деревянными, сильнее кирпичными, особенно сильное поглощение происходит в железобетонных стенах. Сильное влияние на уровень напряженности поля внутри комнаты оказывают размер окон и их расположение: когда окна выходят в сторону телецентра, напряженность поля в комнате заметно выше, как и на верхних этажах здания.

Комнатные антенны метрового диапазона из-за ограниченности их размера являются слабонаправленными и обладают малым коэффициентом усиления. Поэтому при пониженной напряженности поля в комнате напряжение сигнала на антенном входе телевизора порой оказывается на пороге или даже ниже чувствительности телевизионного приемника. Это приводит к слабой контрастности изображения, наличию на экране шумовой помехи типа "снег" и неустойчивой синхронизации. Антенны дециметрового диапазона имеют меньшие размеры и в комнатных условиях могут быть применены более сложные их конструкции с повышенным коэффициентом усиления. Однако поглощение стенами энергии этого диапазона значительно больше, а чувствительность телевизионного приемника в дециметровом диапазоне хуже. Поэтому и в дециметровом диапазоне напряжение сигнала на входе телевизора редко позволяет получить хорошее изображение.

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 электромагнитных волн от металлических предметов: арматуры железобетонных стен, батарей

центрального отопления, труб водопровода и отопления, проводов электросети, радиосети и телефона, предметов домашней обстановки (зеркал, металлических раковин и ванн, металлических элементов мебели). Отражения возникают и от немаetalлических предметов из-за того, что они создают неравномерность среды.

Наличие стоячих волн в помещении не столь опасно, так как можно разместить комнатную антенну в пучности электромагнитного поля, экспериментально подобрав ее положение. 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. Кроме того, сдвинутые во времени синхронизирующие импульсы, поступающие к телевизору в составе отраженных сигналов, часто приводят к сбоям 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, подобранное для одной программы, оказывается совершенно неприемлемым для другой. Уже выбранное оптимальное положение антенны оказывается нестабильным, и через несколько дней приходится заново ориентировать антенну. Автору известен случай, когда к нему, бывшему главным инженером телевизионного ателье, обратился владелец телевизора с жалобой на радиомеханика, который не смог отремонтировать телевизор по поводу полностью пропавшего изображения. При проверке оказалось, что владелец пользовался комнатной антенной, а в соседней квартире произошла перестановка мебели. Сосед переставил зеркальный шкаф, и большое зеркало полностью перекрыло доступ к комнатной антенне сигнала, который раньше свободно проходил через стену, смежную с соседней квартирой. Подключением телевизора, который оказался вполне исправным, к коллективной антенне конфликт был исчерпан.

При использовании комнатной антенны на изображение порой оказывают влияние даже перемещения людей в комнате. Все это приводит к необходимости сделать вывод о том, что комнатные антенны, как правило, не дают возможности добиться нормальной работы телевизора и реализовать его способности хорошо принимать телевизионные передачи. Поэтому даже в условиях сильного сигнала, когда телевизионный передатчик находится достаточно близко от места приема, для нормальной работы телевизора приходится рекомендовать его подключение к коллективной антенне, а если ее нет, — установку на крыше наружной антенны.

Тем не менее в определенных условиях при малоэтажной застройке, в сельской местности и в радиусе 10...15 км от телевизионного передатчика возможность приема телевизионных передач на комнатную антенну не исключена и иногда удается получить достаточно уверенный прием с хорошим качеством изображения. Указать конкретные условия, при которых комнатная антенна может обеспечить хороший телевизионный

прием, невозможно. Поэтому в каждом конкретном случае необходимо опытным путем определить, способна ли комнатная антенна обеспечить нормальный прием передач. При отрицательном результате следует устанавливать наружную антенну. Наружные антенны могут быть выполнены более сложной конструкции по сравнению с комнатными. Это позволяет получить значительно больший коэффициент усиления антенны, что в сочетании с более высокой напряженностью поля, чем внутри здания, обеспечит уверенный прием передач телецентра или телевизионного ретранслятора, расположенного на значительном удалении от пункта приема. Но и вблизи от передатчика наружная антенна с большим коэффициентом усиления, а стало быть обладающая узкой диаграммой направленности, исключит повторы изображения за счет ослабления приема отраженных сигналов.

3.2. КОНСТРУКЦИИ КОМНАТНЫХ АНТЕНН

Наиболее простая комнатная антенна – полуволновый разрезной вибратор – показана на рис. 3.1. Полуволновым он называется потому,

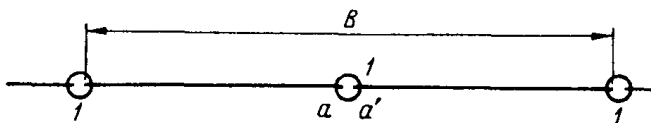


Рис. 3.1. Проволочный разрезной вибратор

что общая длина его двух плеч B 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 орешковым изолятором 1. Такие же изоляторы установлены на концах вибратора, при помощи которых антенна двумя проводами или кусками шпагата крепится к стенам комнаты. В отсутствие орешковых изоляторов можно использовать обычные фарфоровые ролики, как показано на рис. 3.2. Выводы a – a' делают только у среднего изолятора, по краям их делать нет необходимости. Все четыре скрутки нужно тщательно пропаять, чтобы при натяжении антенны они не разошлись. Поэтому, если антенна выполнена из изолированного провода, его концы на соответствующую длину нужно освободить от изоляции.

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 толще ви-

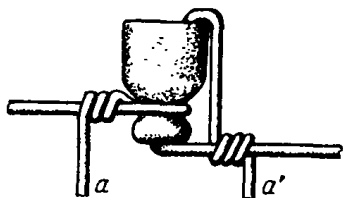


Рис. 3.2. Роликовый изолятор

братор. При этом имеет значение не сам диаметр провода, а его отношение к длине волны, на которую рассчитан 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. 3.1 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.

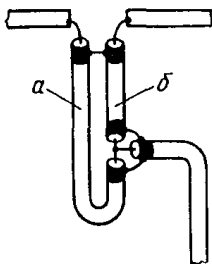


Рис. 3.3. Симметрирующее устройство в виде U-колена

Входное сопротивление разрезного полуволнового вибратора составляет 73 Ом и хорошо согласуется с коаксиальным кабелем, имеющим волновое сопротивление 75 Ом. Однако для подключения коаксиального кабеля к антенне симметричной конструкции необходимо симметрирующее устройство. Чаще всего в качестве симметрирующего устройства, которое не изменяет входного сопротивления антенны, используют устройство, называемое U-коленом (рис. 3.3). Названо оно так в связи с тем, что внешне напоминает латинскую букву U. U-колено

образовано двумя отрезками 75-омного коаксиального кабеля. Длина короткого отрезка равна $1/4$ длины волны в кабеле, а длина длинного – $3/4$ длины волны в кабеле. К точке их соединения подключается фидер, также выполненный из 75-омного кабеля. К антенне U-колени подключается в точках а и а'. Размеры отрезков U-колена для каждого канала приведены в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Размеры проволочного полуволнового вибратора

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

Использование U-колена при изготовлении комнатной антенны часто оказывается неудобным из-за его значительной длины, особенно на первых пяти каналах. Поэтому можно предложить более компактное симметрирующее устройство, показанное на рис. 3.4. Оно представляет собой кольцо из феррита марки 50ВЧ или 1000НН размерами $7 \times 4 \times 2$ мм, либо марки 100ВЧ размерами $8,4 \times 3,5 \times 2$ мм. Кольцо сначала обматывают узкой полоской полиэтилена, а затем на него наматывают две обмотки, каждая

из которых содержит восемь витков, намотанных двумя проводами ПЭЛШО диаметром 0,21 мм. Витки обмоток необходимо распределить равномерно по кольцу, а их концы закрепить нитками. Важно соблюдать такое же направление витков, как показано на рисунке. Подключают фидер к антенне с помощью этого симметрирующего устройства в точках а-а' в соответствии со схемой, показанной на рис. 3.5,а. Оплетка кабеля и заземленные концы обмоток соединяют в одной точке возможно более короткими проводниками. Симметрирующее устройство на

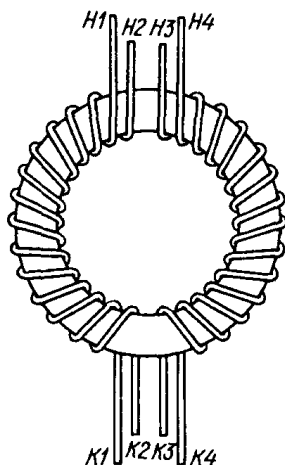


Рис. 3.4. Симметрирующее устройство на ферритовом кольце

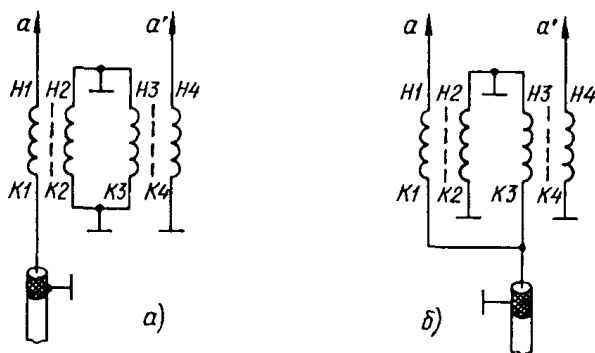


Рис. 3.5. Схемы подключения ферритового симметрирующего устройства

ферритовом кольце хорошо работает на всех 12 каналах метрового диапазона волн. Коэффициент усиления разрезного полуволнового вибратора равен единице, что соответствует нулю децибел. Это вполне естественно, так как коэффициент усиления определяется именно по отношению к полуволновому вибратору.

Для приема телевизионного сигнала в дециметровом диапазоне, как уже было отмечено ранее, 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.

Одной из таких антенн, сравнительно несложной по конструкции, является трехэлементная рамочная антенна "Тройной квадрат", показанная на рис. 3.6. 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 а-а' (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, который при размерах антенны дециметрового диапазона обладает достаточной жесткостью. Размеры антенны приведены в табл. 3.2.

Таблица 3.2

Размеры дециметровой рамочной антенны

Каналы	Д	В	Р	А	Б	Н	Ш	Т
21-26	134	158	193	67	98	580	152	300
27-32	122	144	176	61	89	530	139	274
33-40	110	131	160	55	80	475	126	248
41-49	99	117	143	50	72	430	112	220
50-58	89	105	129	45	65	390	102	200
59-68	81	96	113	41	59	350	92	181
69-80	73	86	106	37	53	315	83	164

Примечание. Размеры Н и Т приведены для антенн, изображенных на рис. 5.4, 5.6.

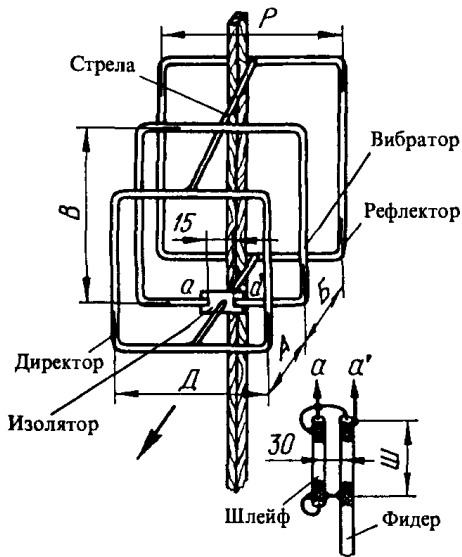


Рис. 3.6. Трехэлементная рамочная антенна

Рамки антенны крепят к двум стрелам в серединах горизонтальных сторон. Верхняя стрела выполнена из того же материала, что и рамки. Практика показала, что антенна лучше работает, если нижняя стрела выполнена из изоляционного материала, например, гетинаксового или текстолитового прутка. Верхняя стрела припаивается к рамкам, а нижняя может крепить рамки с помощью заливки точек соединения эпоксидной смолой. Мачта или стойка в комнатном варианте такой антенны выполняется также из изоляционного материала – гетинаксового или текстолитового прутка, трубки либо деревянной рейки. 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 хомутиками.

ОГЛАВЛЕНИЕ

От издателя	3
1. Основы наземного, спутникового телевидения и радиовещания	5
1.1. Состав телевизионного сигнала	5
1.2. Стандарты и системы телевидения	7
1.3. Особенности распространения радиоволн и зона уверенного приема	10
1.4. Прием сигналов телевидения	12
1.5. Прием сигналов радиовещания	13
1.6. Ретрансляция телевизионных программ через ИСЗ	16
1.7. Непосредственный прием со спутника	19
2. Телевизионные антенны и фидеры	30
2.1. Параметры телевизионных антенн	30
2.2. Требования к антенне и фидеру	32
2.3. Требования к конструкции антенн	36
3. Комнатные антенны	40
3.1. Особенности приема комнатной антенны	40
3.2. Конструкции комнатных антенн	42
3.3. Комнатные антенны промышленного изготовления	47
4. Наружные антенны для ближнего приема	49
4.1. Разновидности наружных антенн	49
4.2. Простейшие антенны	51
4.3. Антенны "волновой канал"	53
4.4. Рамочные антенны	60
4.5. Зигзагообразные антенны	64
4.6. Антенны бегущей волны	68
4.7. Логопериодические антенны	70
4.8. Антенны вертикальной поляризации	73
4.9. Антенны промышленного изготовления	74
4.10. Установка наружных антенн	78
5. Наружные антенны для дальнего приема	81
5.1. Особенности дальнего приема	81
5.2. Многоэлементные антенны "волновой канал"	82
5.3. Мифы о "чудесных антеннах"	83
5.4. Синфазные антенные решетки	85
5.5. Диаграммы направленности синфазных решеток	96
5.6. Электрическое сканирование телевизионных антенн	101
5.7. Пассивные ретрансляторы	103
5.8. Особенности сверхдальнего приема телевидения	108
Приложение I. Антенны для приема наземного телевидения. Из каталога фирмы "БЕЛКА"	111
6. Спутниковое телевидение	118
6.1. Антенны для приема спутникового телевидения	118
Приложение II. Антенны промышленного производства * для приема спутникового телевидения. Из каталога фирмы "БЕЛКА"	126
7. Чувствительность приемника и антенные усилители	133
7.1. Понятие о чувствительности телевизионного приемника	133
7.2. Применения антенных усилителей	138

8. Вспомогательные устройства	144
8.1. Делители телевизионного сигнала	144
8.2. Устройство сложения сигналов	146
8.3. Особенности антенн для импортных телевизоров	151
9. Антенны для приема радиовещания	155
9.1. Антенны для дальнего приема ДВ, СВ и КВ	155
9.2. Комнатные антенны для диапазонов ДВ, СВ и КВ	157
9.3. Суррогатные антенны	159
9.4. Антенны для диапазона УКВ	160
9.5. Где проконсультироваться по антенне	161
10. Антенны Си-Би связи	162
10.1. Гражданская связь в диапазоне 27 МГц, частотные радиоканалы и радиостанции	163
10.2. Дальность радиосвязи	168
10.3. Базовые антенны	171
10.3.1. Антенны с круговой диаграммой направленности	172
10.3.2. Направленные антенны	177
10.3.3. Установка и практическое выполнение базовых антенн	187
10.4. Автомобильные антенны	189
10.5. Антенны портативных радиостанций	196
10.6. Коаксиальный кабель для аппаратуры радиосвязи	196
10.7. Измерительные приборы	199
10.8. Помехи телевидению	201
10.9. Как увеличить дальность связи портативных радиостанций с помощью антенн	204
Приложение III. Си-Би антенны. Из каталога фирмы "УМД Проект"	207
11. Коротковолновые и ультракоротковолновые антенны для любительской связи	215
11.1. Общие положения	215
11.2. Физика электромагнитных волн	217
11.3. Фидерные линии	219
11.4. Основные типы излучающих устройств	221
11.5. Антенны горизонтальной поляризации	222
11.6. Вертикальные антенны	236
11.7. Трансформирующие и симметрирующие элементы	239
11.8. Настройка антенн и измерения	240
Приложение IV. Антенны КВ и УКВ. Из каталога фирмы КОМПАС-Р	242
12. Иллюстрированный обзор публикаций по антеннам и антенной технике	250
12.1. Как построить антенну	250
12.2. Как настроить антенну	273
12.3. Антенны и связь	280
13. Аннотированный указатель журнальных статей	295
13.1. Общие вопросы конструирования и эксплуатации антенн	295
13.2. Конструкции узкополосных телевизионных антенн	296
13.3. Конструкции широкополосных телевизионных антенн	299
13.4. Конструкции радиовещательных антенн	309
13.5. Поворотные устройства антенн	311
13.6. Телевизионные антенные усилители	312