

 Сайт радиолюбителей Республики Коми.

[: главная:](#) [странички:](#)

Активные антенны и усилители.

Вопрос о выборе оптимальной антенны очень сильно зависит от конкретного места установки, удаленности от передающего центра, уровней сигналов, конкретных ТВ - каналов и условий местности. Практически при использовании одной антенны (за редким исключением), какой бы сложности она ни была, учесть все факторы и компенсировать их негативное воздействие невозможно, поэтому приходится идти на компромисс, стараясь получить хороший прием одних ТВ программ в ущерб качеству других. Такая антенна должна охватывать весь МВ - ДМВ диапазон, то есть быть очень широкополосной.

Сегодняшний радиорынок предлагает большое количество широкополосных антенн с усилителями. В основном это антенны польского и турецкого производства. Их изготовители не скупятся на саморекламу: на коробках (в основном польского производства) можно увидеть поражающие воображение надписи : 6, 100, 240 и даже ...550 дБ (!). Для тех читателей, которые мало знакомы с децибелами поясним, что 60 дБ соответствует усилению в 103 раз; 120 дБ, 240 дБ, 480 дБ. Таким образом антенна с надписью - 120 дБ, если на ее входе наводится сигнал 1 мкВ, должна была бы выдать на выходе 1В полезного сигнала. Антенны с усилением 480 дБ (и тем более 555 дБ) позволила бы принимать сигналы прямо из какой ни будь галактики! Автором в разное время и в разных условиях были опробованы несколько типов таких антенн, пользующихся у населения большим спросом.

Комнатный вариант антенны турецкого производства представляет собой небольшой, диаметром 25 см, отражатель ДМВ с вынесенным вперед вибратором ДМВ. Позади отражателя находится телескопические штыри диапазона МВ. На основании-подставке находится ручка регулировки усиления. Внутри подставки расположен усилитель на двух транзисторах. Регулировка коэффициента усиления производится путём изменения напряжения питания усилителя. Связь усилителя с вибраторами - через фильтры сложения МВ и ДМВ и симметрирующее устройство на ферритовом кольце. Коэффициент усиления - порядка 20 дБ. Антенна в квартире возле окна, в различных местах города, в том числе и глухих, закрытых со всех сторон домами, работала неплохо. Можно достаточно качественно принимать программы МВ и ДМВ диапазонов, если бы не один серьёзный недостаток: при переходе с одной программы на другую антенну приходилось заново настраивать и крутить на ней всё что можно, начиная от ручки регулятора усиления до взаимного положения штырей. При этом антенна могла срывать с генерацию или входить в режим ограничения сигнала, а на экране Т8 наблюдалось всё, что угодно, только не ТВ-программа. В канале появлялись даже вещательные КВ-станции. Понятно, что просмотр программ с такой антенной при большом числе каналов крайне затруднителен.

Другая турецкая антенна была предназначена для наружной установки. На тарелке (и на упаковке) такой антенны была надпись - NASA. Антенна выполнена по тому же принципу; - 2 вибратора (МВ, ДМВ), симметрирующее и согласующее устройство, трехкаскадный усилитель. Отличия от предыдущей заключались в следующем: вибратор МВ петлевой, согнутый под углом к передающему центру, судя по его размерам, он рассчитан на 6 ..12 каналы. ДМВ вибратор

отсутствует, вместо него в плоской коробке находится петля из плоского проводника. Закреплена она крайне небрежно, нет четкой фиксации. На эту плоскую коробку крепится несущая с 4...5 директорами. Вряд ли можно ожидать какого-либо чуда от такой антенны, хотя внешний вид её довольно впечатляет.

Антенна устанавливалась на балконе в очень неблагоприятном месте приёма: не было прямой видимости на ТВ-центр, к тому же место установки окружали многоэтажки. Для настройки пришлось провозиться не один час. Регулировка усиления (также путём изменения напряжения питания) помогала плохо, так как характеристика регулировки была крайне нелинейной: практически от - 0 - вначале, до максимального при повороте ручки всего на 15 – 20 градусов. В соответствии с этим менялась и картинка на экране: от чёрно-белого изображения на ДМВ до перегрузки на МВ. К тому же эта антенна также склонна к самовозбуждению, с большим трудом удалось подобрать подходящее для неё место, причём пришлось отказаться от системы вибраторов и работы в МВ диапазоне. Пришлось увеличить также и коэффициент усиления. Возможно, в других условиях она действительно работает неплохо, однако автор такими сведениями не располагает. К тому же считаю неприемлемой регулировку коэффициента усиления подобных антенн путём изменения напряжения питания, так как при наличии множества сигналов разных частоте и уровней усилитель может входить либо в режим ограничения, либо в режим генерации или вообще работать как нелинейный элемент.

Особо следует остановиться на польской антенне, пользующейся наибольшим спросом. Она представляет собой четырехэтажную антенную решётку с рефлектором размерами около 0.5x1 м из тонкой проволоки. Каждый этаж состоит из вибратора в виде буквы "X", положенной на бок. Перед каждым вибратором находится несущая с несколькими директорами. Соединены этажи между собой

с помощью собирательной линии с перекрещиванием на верхних и нижних этажах. В центре антенны находится пластмассовая коробочка, где размещается симметрирующе-согласующее устройство на ферритовом кольце (можно встретить и на двух кольцах) и усилитель чаще всего двухкаскадный. Собственно антенная решётка во всех случаях одна и та же (возможны незначительные изменения), вибраторы - широкополосные ДМВ диапазона. Таким образом, такая антенна предназначена для работы в ДМВ диапазоне. Видимо зная это изготовители в последнее время стали заменять вибратор в одном из этажей (значительно реже - а двух этажах) на вибратор МВ диапазона, размерами 0.5λ. Но директора остались прежними, как для ДМВ диапазона. Эта антенна привлекает внимание хорошим внешним видом и потрясающим воображение коэффициентом усиления. Как уже говорилось, наклейки на корпусах усилителей могут предлагать усиление от 60 до 555 дБ! Как получить такое усиление в широкой полосе частот - остаётся загадкой.

Много лет назад автор изготавливал подобную антенную решётку ДМВ диапазона по чертежам одного американского журнала, где гарантировалось усиление 19 дБ. После изготовления такой антенны (с высокой степенью точности) был получен более скромный результат: 1дБ.

Видимо поняв абсурдность рекламы 555 дБ, (а может просто "забыли" поставить запятую?) в последнее время изготовители стали делать надписи скромнее но тем не менее и сегодня можно нередко встретить 120 и 240 дБ,

В распоряжении автора была подобная антенна с 60 дБ. Были сняты её характеристики. Измерения проводились с помощью измерителя АЧХ X1-50 измерителя КСВ и КБВ в МВ и ДМВ диапазоне и др. Результаты измерений оказались намного скромнее заявленных.



Схема усилителя приведена на рис. 1

Рис.1.

Согласующее устройство выполнено на двух ферритовых кольцах и является трансформатором сопротивления 4:1. Усилитель - двухкаскадный все индуктивности выполнены печатным способом.

Резисторы - типа МЛТ-0,125, конденсаторы безвыводные, для припайки непосредственно к дорожкам печатной платы. Коэффициент усиления усилителя в МВ диапазоне 20...25 дБ, со спадом в ВЧ области.

В ДМВ диапазоне усиление порядка 20 дБ. В общем, усилитель имеет неплохие характеристики. Хуже дело обстоит с трансформатором Тр.1. Если в МВ диапазоне согласование по сопротивлению и коэффициенту передачи ещё соответствовали приемлемым величинам, то в ДМВ диапазоне КБВ составил менее 0,4, а коэффициент передачи очень мал и неравномерен. Учитывая возможности антенной решётки и принимая (в идеале) её усиление 20 дБ в ДМВ диапазоне, можно с уверенностью сказать, что после Тр.1 от сигнала мало что остается. Измерения антенной решётки по КБВ в МВ диапазоне дало неутешительный результат (КБВ = 0.5), а диапазоне 1-5 каналов ещё хуже. Видимо эти негативные характеристики антенной решётки вынудили изготовителя увеличить размеры одного (реже двух) вибратора до резонансной величины диапазона МВ.

Сегодняшний рынок предлагает большое количество самых разнообразных антенных усилителей. Ниже приводятся результаты измерений самого лучшего (по словам продавцов) усилителя SWA-9.



Его принципиальная схема изображена на рис.2а.

Рис.2а.

Транзисторы те же, что и в первом усилителе - BFR-91. Как видно, схемы усилителей отличаются несущественно, в основном цепями ВЧ-коррекции и режимами по

постоянному току.

Трансформатор Тр.1 намотан на одном кольце. Все пассивные элементы безвыводные.

Этот усилитель оказался действительно лучше предыдущего.



Его АЧХ показана на рис.2.б со входа в точке А, то есть без учёта Тр.1.

Рис.2.б.

Сам Тр.1 также делит сопротивление 1:4, однако его коэффициент передачи во много раз лучше предыдущего. Но и здесь на частотах ниже 140 МГц (1.5 канал ТВ) уровень отраженной волны возрастает на 30 дБ по сравнению с частотами 6...12 каналов ТВ. Как

видно, этот усилитель, с повышенным усилением компенсирует недостатки самой антенной решётки и Тр.1 (рис.1.)

При эксплуатации такой антенны (по словам пользователей) был выявлен еще один недостаток: с ухудшением погоды и повышением влажности воздуха усиление антенны резко падало, а через некоторое время усилитель вообще выходил из строя. При поиске неисправности было обнаружено, что сгорая транзистор VT1, по видимому из-за низкого качества лакового покрытия печатной платы. Повышение влажности воздуха приводило к росту тока через транзистор VT1, что вызывало его перегрев и выход из строя. Транзистор VT1 был заменен на KT371A, а сопротивление резистора 33к в цепи смещения базы первого транзистора было увеличено до 75 ком. При этом АЧХ усилителя осталась прежней. Для увеличения надежности работы усилителя в условиях повышенной влажности автор рекомендует залить расплавленным парафином из свечки.

При длительной эксплуатации был замечен ещё один недостаток: директоры антенны вправлены в пластмассовую несущую, которая обладает прочностью. При погодных условиях приводящих к появлению сосулек эти несущие обламываются под их тяжестью (при наружной установке антенны).

Как видно, все рассмотренные антенны созданы по одному принципу, антенна + антенный усилитель с согласующим трансформатором. Не стоит останавливаться на других антеннах, предлагаемых потребителю на рынках, так как все они имеют такую же структуру. Читателям представляется самостоятельно решить для себя вопрос о выборе подходящей антенны, благо рынок представляет большой выбор различных усилителей МВ и ДМВ диапазонов, как широко, так и узкополосных, которые можно установить на уже существующую антенну.

Однако существует еще один класс антенн, в принципе отличающихся от описанных выше. Этот класс называется активными антеннами или антеннами-усилителями и практически отсутствует на современном рынке. Вероятно, это связано с отсутствием практических разработок подобных устройств для промышленности бывшего СССР, а также со спецификой их характеристик. Кроме того, большинство потребителей антенны если и слышали термин "активная антенна", то часто пугают его с понятием антенна + усилитель. Публикаций и литературы по этому классу антенн, рассчитанной для массового читателя (с практической реализацией) практически нет. Вниманию читателей будет предложено несколько разработок антенн этого класса. Изготовление таких антенн несложно, по характеристикам они не уступают, а по некоторым данным и превосходят описанные выше, к тому же резко уменьшаются и габариты самой антенны.

Для начала, не вникая глубоко в теорию, уясним, чем отличается активная антенна от антенны с усилителем. Различия состоят в следующем: собственно антенна (излучатель, вибратор или система элементов, в том числе и элементы электронной схемы) и электрическая схема, усиливающая сигнал и выдающая его в фидер, составляют одно неразрывное целое, и не могут быть разъединены и работать отдельно, поскольку, в общем случае, излучатель не может работать отдельной антенной с теми же характеристиками, что у активной антенны в целом, а усилитель не является отдельным усилителем и кроме функции усиления выполняет функции симметрирования по сопротивлению (если это необходимо). В электронной схеме может также формироваться необходимая АЧХ. Таким образом, электронная (активная) часть антенны не может работать как отдельный усилитель. Теория активных антенн далеко выходит за рамки статьи. Технические расчеты этих антенн поштучно сложны, а измерение их характеристик требует специфического оборудования и условий. Поэтому остановимся только на узловых моментах,

1. Излучатель (собственно приёмная часть электромагнитной энергии) должен быть интегрирован с электронной частью напрямую, минуя какие-либо пинии связи или согласующие элементы. В рабочей полосе частот он должен иметь постоянное входное сопротивление, которое равно или по крайней мере одного порядка со входным сопротивлением активной части, либо входное сопротивление излучателя и активной части имеют одинаковый характер в зависимости от частоты.
2. Активная часть должна иметь низкий уровень собственных шумов, обладать достаточным коэффициентом усиления, иметь высокую линейность и перегрузочную способность, а также выполнять функцию симметрирования излучателя
3. В случае приема МВ и ДМВ излучатель должен быть очень широкополосным. В теории такие

излучатели известны и называются само дополнительными структурами. Их $Z_{вх}$ около 200 Ом и не зависит от частоты. В случае уверенного приёма такую структуру можно использовать как пассивную антенну, дополнив её согласующим устройством.



Один из вариантов такой структуры показан на рис.3.

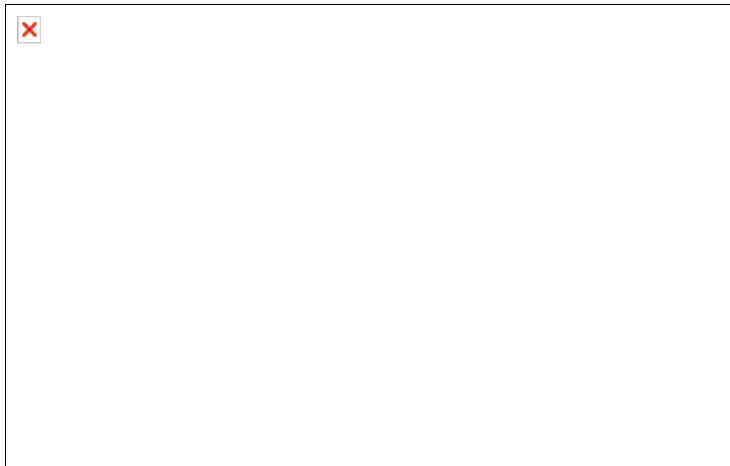
Рис.3.

Если принять самым низкочастотным шестой канал, то сторона квадрата составит 552 мм. В связи с относительно большими габаритами эксперименты с несводились, а были найдены компромиссные пути выбора излучателя.

Ниже приводится один из них. В книге К. Ротхаммеля - Антенны предлагаете антенна - широкополосный вибратор длиной 0.7%. выходное сопротивление которого зависит от угла раскрытия и

меняется от 900 до 200 Ом.

В нашем случае это волновой вибратор. Понятно, что выбрав даже частоту двадцать первого канале даже самую низкую для расчета, мы не получим полуволновой вибратор для диапазона 6-12 канала. Следует отметить, что при существенном уменьшении размеров излучателя резко падает ЭДС сигнала на выходе активного элемента, а при широкой полосе усиливаемых частот это приводит к уменьшению отношения сигнал/шум. Выход был найден в следующем. Известно, что входное сопротивление диполя $3\lambda/2$ одного порядка с полуволновым вибратором. Совместив размеры антенны К. Ротхаммеля с - криволинейной антенной, то есть увеличив размеры первой в 1,5 раза получим излучатель, который в ДМВ диапазоне ведет себя как широкополосная криволинейная в диапазоне 6...12 каналов, как полуволновой вибратор (имеется в виду входное сопротивление) и как короткий вибратор в диапазоне 1...5 каналов. В этом диапазоне станции, как правило, государственные то есть с большой мощностью, электромагнитные волны этого диапазона обладают большой дифракцией, а коэффициент усиления активных элементов схемы на этой частоте всегда высок, поэтому небольшие размеры излучателя не оказывают существенного влияния на качество приёма станций о неоднократно подтверждалось на практике.



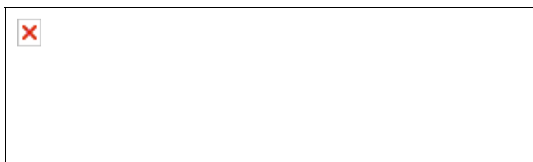
Размеры излучателя показаны на рис.4.

Рис.4.

Он может быть изготовлен из любого тонкого листового металла (жесть, латунь, алюминий и др.). Эти два лепестка необходимо изогнуть, как показано на рис. 4.б Активная часть антенны расположена на небольшой печатной плате, к которой и крепятся обе половины излучателя. Естественно,

усилитель следует разместить в какой-либо подходящий корпус для защиты от атмосферных воздействий.

Несколько слов об активной части. Поскольку излучатель симметричный, то при согласовании с активной частью следует принять соответствующие меры. В данном случае в качестве симметрирующего усилительно-согласующего устройства применён дифференциальный усилитель, который обладает повышенным входным сопротивлением по сравнению со схемами с ОЭ и ОБ. При использовании транзисторов из одной партии в первом приближении можно считать токи баз одинаковыми, то есть нагрузку для излучателя можно считать симметричной, кроме того, как известно диффузитель обладает хорошей устойчивостью, малыми шумами и большим подавлением синфазной помехи. Однако одного дифкаскада для усиления недостаточно.



Введение дополнительного каскада (рис. 5) на

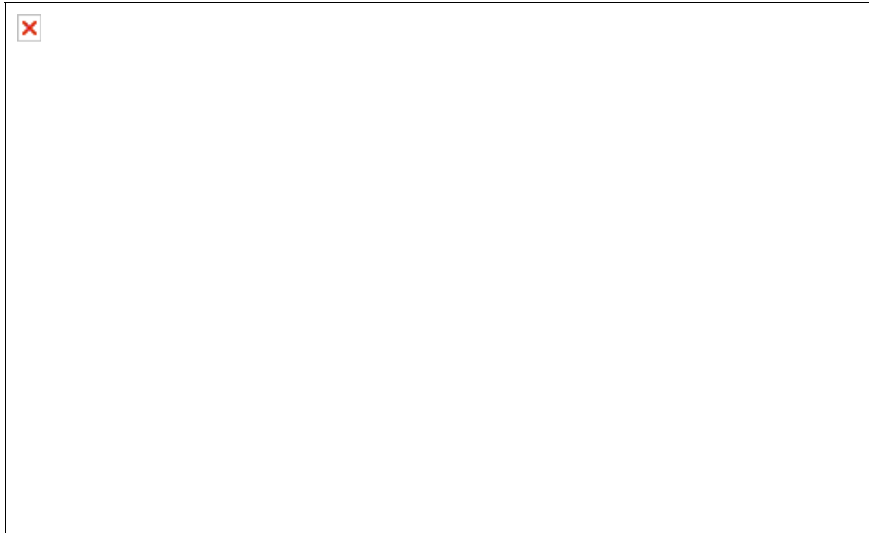
VT1, кроме повышения усиления, улучшает развязку между входом и выходом усилителя.

Рис.5.

Питание на усилитель подается по центральной жиле коаксиального кабеля.

Резисторы R* подбираются с таким расчетом, чтобы напряжение на коллекторах VT1, VT3 было равным 6В.

Характеристики данной антенны были сняты в специально оборудованной лаборатории.



На рис.6 представлены диаграммы направленности для различных частот.

Рис.6.

Данные по чувствительности Р (при отношении сигнал/шум - 6дБ) и коэффициент усиления G (измерялся по отношению к

широкополосному вибратору при длине кабеля 10 м) сведены в таблице1.

Как видно усиление с ростом частоты монотонно падает, поскольку не применялись никакие виды ВЧ коррекции.

Несколько поднять коэффициент усиления в ДМВ диапазоне можно путем включения между базой и эмиттером VT1 конденсатора С = 2,7 пф.

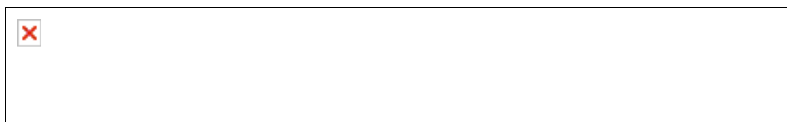


Табл.1.

Несмотря на падение усиления в диапазоне ДМВ практическая

проверка этой антенны показала почти одинаковую эффективность по сравнению с довольно громоздкой ДМВ антенной промышленного изготовления (10 - элементный широкополосный волновой канал). Сравнение эффективности производилось по замеру напряжения АРУ ТВ - приемника.

Предлагаемая антенна рассчитана для работы со слабыми и средними по уровню сигналами, но, конечно, не может обеспечить высококачественный прием в глухих местах. Дальнейшее повышение эффективности активной антенны связано с улучшением параметров усилителя, а также с выбором другого типа излучателя.

Евгений Волков

материал подготовил Ю. Замятин (UA9XPJ).



Copyright © Russian HamRadio