

Антенна - трансформер для экспедиций

написано в октябре 2005г.

обновлено в июне 2007г.

Сначала, попробуем разобраться, какая антенна нужна в пешей экспедиции, для работы на КВ диапазонах? Чтобы ответить на этот вопрос, начнём с аппаратуры. Самые распространенные трансиверы: FT-817, FT-857, IC-703 и ELECRAFT_KX-1. Их максимальная мощность всего 5 - 10Вт, значит, для эффективной работы в эфире, антенна должна быть резонансной, полноразмерной и излучать только одну поляризацию.

Нужен ли антенный тюнер?

Как известно, любая трансформация энергии - приводит к её потерям. Что делает антенный тюнер, он трансформирует ВЧ напряжение, выработанное передатчиком рассчитанным на нагрузку 50ом, в другое сопротивление. Если оно близко к 50-и омам, то потери небольшие, КПД получается около 80%. Однако, при подключении к антенне случайной длины, сопротивление которой может меняться от ом до ком, КПД антеннатюнера существенно уменьшается и находится в пределах 30 - 60%. Если учесть что мощность носимых КВ радиостанций не велика (5 - 20Вт), то получается что КПД всего тракта, от передатчика до антенны - очень низкий. Именно поэтому, даже хорошо согласовав антенну случайной длины с передатчиком, в эфире вас слышат слабо, а предугадать её характеристики довольно затруднительно.

Значит такую антенную систему можно рассматривать только как аварийную и не для эффективной работы в эфире. Что нужно сделать, чтобы КПД был не хуже 80-90% и есть ли варианты? Да, нужно сделать резонансную антенну с сопротивлением 50ом, тогда ВЧ энергия без трансформации и соответственно без потерь, излучается в эфир. Потерями в кабеле можно пренебречь, потому что он имеет длину до 10 метров.

Под каким углом излучать ВЧ энергию?

Это важный вопрос, оказывающий очень сильное влияние при работе в эфире, на дальность связи. Если антенна излучает под низким углом к горизонту, это хорошо или плохо? Однозначного ответа - нет, все зависит от задачи. Давайте разберемся, применительно к диапазону 14МГц. Итак, если антенна излучает под углами 20° - 40°, это значит что днем возможна связь с дальними корреспондентами (*конечно если есть прохождение*). Соответственно корреспонденты находящиеся на расстоянии до 100км и от 2000км и далее, будут вас хорошо слышать.

Обратная сторона, низкого угла излучения, в том что корреспонденты находящиеся дальше 100км и ближе 2000км будут слышать вас слабо или не будут слышать вообще. Это так называемая 'мертвая зона', размер которой зависит от времени дня, месяца, состояния верхних слоев атмосферы и еще кучи причин, в общем суть в том, что на довольно обширной территории, ваш сигнал вообще не услышат. Увлечаться антеннами с прижатым лепестком нет смысла, лучше накрыть ближнюю зону, потому что радиостанции из других континентов, как правило не интересуются нашими программами RDA, RMA, ГКМВ и не оценят ваши старания.



Теперь допустим, что антенна излучает в зенит, под углами $70^\circ - 90^\circ$, здесь картина меняется. Днем 'мертвая зона' простирается от 50км до 800км относительно вашей радиостанции. Устойчивая связь будет до расстояния 2000 - 5000км. Более дальние корреспонденты, слышат ваш сигнал плохо или не принимают вовсе (*конечно это зависит от 'прохождения'*). Как видно здесь 'мертвая зона', будет очень маленькой.

Может показаться, что логичным выходом из ситуации будет использование антенны которая одновременно излучала бы как с низкими, так и с высокими углами, но это не верно, при условии что мощность передатчика всего 5Вт. Лучше иметь две антенны (*точнее одну, но с возможностью изменения угла*), одну зенитную, а другую для DX. Из-за малой мощности передатчика, нет смысла распылять ВЧ энергию под разными углами, лучше сконцентрировать ее под определенным углом и в определенном направлении.

Штырь или Диполь?

Многие скажут, что проще сделать штырь и будут неправы. Давайте сопоставим плюсы и минусы этих антенн применительно к горной, пешеходной экспедиции.

Штырь имеет отрицательное усиление и прижатый к горизонту лепесток. У штыря большая 'мертвая зона' и ближние корреспонденты могут принимать сигналы довольно слабо, а для работы с DX, у вас просто не хватит мощности (сигнал не отразится от ионосферы). Чтобы штырь имел приемлемый КПД, он должен быть установлен выше окружающих предметов, что в экспедиции не всегда возможно. Для улучшения КПД требуется 8 - 10 противовесов длиной по 0.25λ , а это значит что для штыря на 14МГц, вы должны взять с собой примерно 55 метров провода ($10 \times 5 = 50м.$ на противовесы и ещё 5м. на сам штырь)! В альп. лагере палатки стоят довольно плотно, разбросать противовесы не всегда возможно, сами палатки имеют как правило титановый каркас и будут ещё более понижать КПД штыря и сдвигать его резонанс. Штырь 'гребёт' на себя кучу помех, тресков.

Вывод: 'Вместо классического штыря с противовесами, лучше использовать наклонный луч и резонансный противовес'. Фактически получается антенна напоминающая слопер.

Диполь (*перевернутая V*) имеет положительное усиление и его лепесток задран вверх. Для диполя на 14МГц, нужно всего 10 метров проволоки. Заземление не нужно, даже на мачте высотой всего 3 - 4 метра, КПД остается приемлемым.

Диполь хорошо работает в лесу и каньонах. Одному человеку, проще установить диполь, чем штырь. 'Мертвая зона' (как правило) очень маленькая или отсутствует вовсе. Укомплектованный диполь легче штыря. Низкоподвешенный диполь работает эффективнее укороченного штыря. Диполь не воспринимает дальние грозовые разряды и другие помехи. Как показала практика, во время экспедиции, когда есть похождение даже на низкоподвешенный inv.V, хорошо отвечают как DX-ы, так и ближние станции.

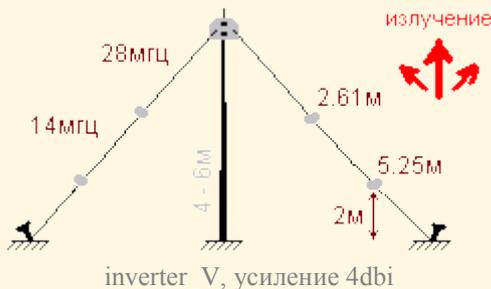
А как же усиление?

Хорошо, когда антенна имеет небольшое усиление. Напомню, что четвертьволновой штырь с несколькими противовесами лежащими на земле, имеет отрицательное усиление и не очень подходит для маломощной радиостанции. Широкополосные конструкции, в виду отрицательного усиления, также отпадают. С одной стороны, антенна должна быть только резонансной. С другой стороны, не нужно забывать про вес и удобство переноски, в любом случае нужен - разумный компромисс. Описанная ниже антенна-трансформер, обладает хоть и небольшим ($2 - 4dbi$), но реальным усилением, которое действительно заметно и в зависимости от расположения, может излучать как в зенит, так и под низкими углами относительно горизонта. В этой антенне, можно менять и поляризацию.

Антенна - трансформер на 14 и 28МГц

Сама идея не нова и применяется в профессиональной, мобильной связи на КВ. Суть ее в том, что одно и тоже полотно антенны, в зависимости от способа подвеса, излучает под разными углами, относительно горизонта. Таким образом у нас есть возможность накрыть ближнюю зону и дальнюю зону, иметь небольшое усиление и направленность. Антенна, рассчитана в первую очередь для пеших экспедиций, вес полного комплекта (*мачта, кабель, оттяжки, полотно, кольца и тд*) всего 500-800гр, входное сопротивление 50ом.

Резонансные частоты 14 и 27-29МГц, в минимальном варианте (*можно добавить и другие*). Комплект состоит из [удилища длиной 4 - 6 метров](#), полотна антенны с длиной 10.5м., кабеля РК-50 длиной 7 метров, трех колец с оттяжками. Иногда нужна дополнительная пластиковая труба, чтобы удлинить антенну до 4.5 - 5.5м, если удилище короткое. Хочу обратить особое внимание, на то что максимальный КПД антенны получается при высоте мачты от 5 до 7 метров. В качестве изоляторов, везде используются 'штрапсы'. Сборка - разборка антенны осуществляется без каких-либо инструментов, одним человеком.

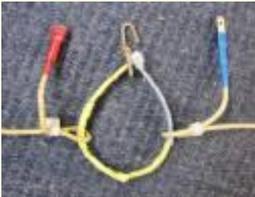
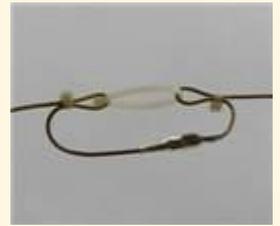


Первый способ (*слева*) подвеса антенны (*inverter_V*), эффективен для проведения ближних QSO и позволяет минимизировать 'мертвую зону', так как основное излучение направлено вверх ($50^\circ - 90^\circ$). Земля служит рефлектором, поэтому усиление составляет 4 - 5dbi в зависимости от ее состава. Антенна имеет два слабых максимума, направленных перпендикулярно полотну и только горизонтальную поляризацию. Этот вариант будет хорошо работать в лесу, между домами, из глубоких ущелий и тд. Нижние концы полотна антенны, желательно подвешивать не ниже одного метра от земли. Переход на диапазон 27-29МГц, осуществляется разрывом перемычек, находящихся в середине каждого плеча. Вот файл, с моделью [антенны на 14мгц](#) и на [27-29мгц](#), для программы MMANA.

Второй способ (*справа*), позволяет работать [с дальними радиостанциями](#), благодаря прижатому лепестку ($20^\circ - 40^\circ$) и небольшому усилению в направлении наклона антенны. Установка этого варианта, рекомендуется на возвышенностях и открытых пространствах. Обратите внимание, что длина полотна указана для канатика диаметром 2.2мм в изоляции. Если у вас другой провод, размеры нужно обязательно скорректировать. КСВ на резонансных частотах, должен быть не более 1.2. Поляризация в этом положении - вертикальная.

Настройка антенны производится в положении *inverted_V*, сначала добиваемся резонанса на частоте 28.3МГц, отрезая и добавляя куски. После этого, замыкаем перемычки и производим настройку на частоте 14.15МГц. Особенности конструкции, видны на фотографиях:



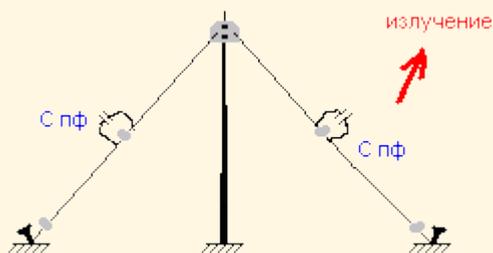


Другие диапазоны

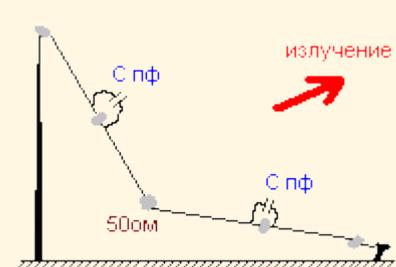
Добавить другие резонансные частоты в эту антенну, довольно легко. Хочу заметить, что иногда (*очень редко*) могут потребоваться не только любительские частоты, желательно иметь резонанс на частоте МЧС, особенно когда маршрут экспедиции пролегает по глухим местам. Поэтому, говоря ниже о других диапазонах и частотах, я предполагаю что они могут быть и не любительскими.

частоты 15 - 25МГц

Любые частоты в указанном диапазоне, можно добавить, если включить в разрыв каждого луча, который используется для переключения между 14 и 28МГц, по дополнительному конденсатору. Емкость зависит от частоты. Например, для диапазона 21МГц, нужно использовать конденсаторы по 7-14пф., а для 18МГц, по 10-25пф. КСВ = 1.2 добиться легко. Конденсаторы могут быть, подстроечные керамические или изготовленные самостоятельно, из кусков кабеля. Посмотрите фотографии: [фото1](#) , [фото2](#). Как видите я взял подстроечные конденсаторы, настроил их по минимуму КСВ, потом залепил сырой резиной и сверху одел термоусадку. На термоусадке подписал маркером, на какой диапазон настроена данная пара конденсаторов. Всё просто и надежно! Вот маа-файл [антенны с конденсаторами на 18мгц](#) для программы MMANA. В положении антенны inverted_V на 18МГц, основное излучение будет направлено под углами 40° - 90°, а на 21МГц под углами 30° - 70°.

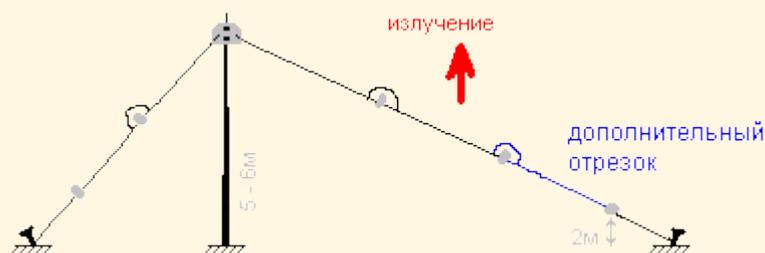


вместо перемычки стоит конденсатор (15 - 25мгц)



частоты 7 - 13МГц

Как показали эксперименты, на основе данной конструкции можно сделать неплохую антенну на более низкие частоты. Высота мачты должна быть в районе 5-6 метров. Так как высота подвеса низкая, нужно сместить точку запитки антенны, чтобы сохранить входное сопротивление в районе 50ом. Для диапазона 10МГц я предлагаю удлинить только один из лучей на 3900мм, (примерное значение). Для этого добавляем ещё одну перемычку. Всё! Теперь мы имеем хорошо согласованную антенну перекрывающую весь участок



10МГц диапазона. Получается несимметричный диполь с сопротивлением 50ом, который прекрасно согласуется с кабелем, без дополнительных устройств. Учитывая небольшую высоту подвеса, основная часть излучения будет уходить в зенит, под углами 60° - 90°, что хорошо для ближних и средних (по дальности) QSO. Концы лучей должны быть на высоте не менее 1.5 метра над землёй. КПД

антенны, в целом, остается достаточно высоким, для работы небольшой мощностью. Смотрите файл [tr v 10mhz 5m.maa](#) для программы MMANA.

частоты 3 - 7МГц

На этих частотах, нет смысла использовать именно такую конструкцию. Если ставить катушки, антенна становится очень узкополосной с низким КПД, хотя, для радиосвязей в радиусе нескольких десятков км, она вполне подойдет, однако эффективной, такую антенну назвать уже нельзя. Смотрите конструкции специально сделанные для работы на НЧ-диапазонах.

Заключение

Предлагаю вашему вниманию замеры КСВ, антенны-трансформер установленной на мачте высотой четыре метра в положении 'inv_V', сделанные в полевых условиях, прибором MFJ-259:

10.01 - 10.23МГц. по уровню КСВ = 1.5 (на 10.13 КСВ = 1.1)

13.93 - 14.60МГц. по уровню КСВ = 1.7 (на 14.27 КСВ = 1.1)

17.71 - 18.32МГц. по уровню КСВ = 1.5 (на 18.08 КСВ = 1.1)

на 21.1МГц КСВ = 1.1

на 24.9МГц замеры не проводились

27.11 - 28.94МГц. по уровню КСВ = 1.7 (на 28.00 КСВ = 1.2)

Всё тоже, но в положении антенны 'наклонный луч':

13.90 - 14.60МГц. по уровню КСВ = 1.7 (на 14.20 КСВ = 1.1)

Антенна, многократно проверена в экспедициях по Северному Кавказу, с ее помощью всегда удавались связи с дальними и ближними корреспондентами, при мощности передатчика 5 - 20Вт. Антенна-трансформер выигрывает (потому что она полноразмерная) у многих фирменных и укороченных антенн (RHM-5, ATAS-120, R-1, AH-703), но в отличии от них, стоит копейки. Ремонтпригодность её - выше всяких похвал. Эта простая конструкция, сделанная своими руками, позволит вам эффективно работать в радиоэкспедиции.

UA6HJQ

Северный Кавказ