

Виктор Беседин (UA9LAQ)
г. Тюмень
E-mail: ua9laq@mail.ru

Соединение приёмника (передатчика) с антенной

Много копий сломано в спорах о том, какой длины должен быть фидер (кабель), питающий антенну. Лучше всего (меньше проблем), если фидера (кабеля) совсем не будет, — антенна подключена непосредственно к приёмнику (передатчику). Однако, в большинстве случаев, так не бывает, из-за требований обеспечения, например, максимально возможной высоты подвеса антенны, чтобы обеспечить малый угол излучения к горизонту, малого искажения её диаграммы направленности, необходимости подвеса антенны на крыше высотного здания, когда квартира находится на нижних его этажах, максимальной защиты оператора от излучений, наконец...

Встаёт дилемма: быть или не быть нормальной передаче РЧ мощности от передатчика в антенну и обеспечению минимального затухания сигнала на пути от антенны к приёмнику. Для разрешения проблемы передачи РЧ энергии в антенну и от неё, существуют проводники, называемые фидерами, которые бывают открытыми и закрытыми (экранированными), симметричными и несимметричными. В некоторых случаях антенны могут быть запитаны с помощью однопроводного фидера, как правило, излучающего, входящего в состав собственно антенны. Однако, фидер призван не излучать, а только питать (англ. to feed — питать). Тут самое время вспомнить о предмете спора между "коллегами по цеху" о длине этого самого фидера... Ограничимся рассмотрением наиболее часто применяющегося фидера из коаксиального кабеля. Каждый кабель имеет собственные параметры, такие, например, как характеристическое волновое сопротивление, затухание, коэффициент защиты и т.п. Если привести аналогию с трубами, то у них есть, соответственно, диаметр, длина, толщина стенки... Если мы

сварим трубы одинакового диаметра от поставщика к потребителю, то обеспечим минимальное усилие на перекачку, по трубам, например, жидкости, одновременно, полностью заполнив их внутренний объём; так и в примере с фидером — характеристическое сопротивление выхода передатчика, фидера (кабеля) и входа антенны должны соответствовать друг другу, и этот аргумент обе спорящие стороны устраивает, стоит дойти до длины фидера — мнения разделяются: одни говорят, что питать нужно антенну по согласованной линии, вне зависимости от её длины, другие — только по согласованной линии определённой длины. Как ни странно и здесь обе стороны — правы, однако, кроме обычного свойства проводить (передавать) энергию, линия обладает ещё и частотозависимым трансформирующим эффектом: если взять отрезок линии (кабеля) длиной в четверть длины волны (с учётом коэффициента укорочения), и один конец его замкнуть (соединить центральную жилу кабеля с оплёткой), то на другом конце для резонансной частоты этого отрезка будет высокое сопротивление, если взять полуволновый отрезок, то состояние "замкнуто" будет соответствовать на обоих концах отрезка. Эти состояния будут повторяться через равные длины отрезков фидера: отсюда, можно так подобрать длину фидера, что низкоомным кабелем можно будет питать высокоомную нагрузку, т.е., обеспечить трансформацию сопротивления, а отрезок кабеля равный или кратный длине $\lambda/2$, где λ — длина волны, м, с учётом коэффициента укорочения, будет обеспечивать согласование сопротивлений (импедансов) — полуволновый повторитель. Отсюда — аргументы второй стороны спорщиков, что нужно применять фидер строго определённой длины для получения тщательного

согласования. Это — действительно так: например, мы имеем 50-омный выход передатчика трансивера, с которого РЧ мощность подаём в 50-омный кабель (фидерную линию), с другой стороны к линии подключена антенна с входным сопротивлением тоже 50 Ом. Если длина фидера равна или близка к полуволновой или кратна ей для рабочей частоты, то проблем нет: согласуя выход трансивера с фидером, мы обеспечиваем полное прохождение РЧ-мощности от трансивера в антенну, потери в фидере будут низкими и только из-за омического сопротивления (сопротивления прохождению постоянного тока) линии. Если длина линии равна четверти длины волны или кратна ей, то настраиваемое согласование со стороны выхода передатчика трансивера приведёт к рассогласованию фидера с антенной (высокое сопротивление на выходе фидера оказывается зашунтировано низким входным сопротивлением антенны), происходит примерно то, что при замыкании выводов одной из вторичных обмоток обычного силового трансформатора, нагрузка (лампочка) при этом гореть не будет, а провода и сам трансформатор — будут. То есть, в нашем примере, РЧ мощность не пойдёт в антенну, а будет рассеиваться в виде тепла на оконечном транзисторе или лампе передатчика, на кабеле фидерной линии. Отсюда, нужно выбирать длины фидерных линий равные или кратные полуволнам рабочих частот, подаваемых в антенну, именно на передающей стороне эффект сказывается в большей степени, приёмники выходят из положения рассогласования, за счёт собственной высокой чувствительности. Поскольку любительские радиостанции работают хотя и в довольно узком, но всё же в диапазоне частот (не на одной частоте), свойства трансформирующих линий тоже

порой "пролазит" и вообще без антенны или на суррогатную, комнатную, хотя все остановки изображения, разложения на квадратики и щелчки в тракте звукового сопровождения свидетельствуют о наличии лишь слабого сигнала на входе телевизора или приставки к нему. Сложность получения нормального уровня входного сигнала ЦТВ заключается в том, что этот сигнал либо регистрируется приёмником, либо его нет вовсе (наблюдается "порог"), тогда как при аналоговом сигнале можно было, начиная с канала звука, постепенно подтягивать уровень до приемлемого, варьируя количеством элементов антенны, её расположением и направлением на телестанцию или ретранслятор. Несмотря на кажущуюся большую зону покрытия телесигналом местности со стороны телебашен, необходимо помнить, что телевидение задвинули на ДМВ, где, по отношению к метровым волнам, и поглощение РЧ сигнала больше (земной поверхностью, растительностью, строениями), эти волны хуже огибают препятствия, но больше проникают во всякие отверстия (окна, двери). Хоть и по сути приёмник ЦТВ требует для

нормальной работы меньший уровень входного сигнала, по отношению к аналоговому, запас на случай изменения прохождения, окисления элементов антенны, наличия помех должен быть, тогда приём будет всё время качественным. Антенны следует применять только неактивные (без усилителей в их составе). Практически обеспечить лучшую помехозащищённость могут обеспечить многоэлементные антенны, у них диаграмма направленности поуже, чем у малоэлементных, что позволяет отстроиться от источников помех по азимуту. Антенны же с небольшим количеством элементов и ненаправленные, но с усилителями собирают всю местную электромагнитную грязь, усиливают её и подают на вход телевизора. Применение активных антенн (обязательно – многоэлементных) оправдано лишь в местности, где сигнал ЦТВ очень слаб, на грани обнаружения. Приведённое выше описание длин кабелей тоже пригодится и здесь – при приёме ЦТВ. Следует выбирать длины кабелей с учётом трансформации сопротивления, поскольку в телевидении приняты входные и выходные сопротивления (импедансы) 75 Ом. Нужно

взять антенну ДМВ, например, первый мультиплекс работает на частоте 548 МГц, вычисляем длину волны для этой частоты $300/548 = 0,547$ м, половина длины волны равна 0,273 м, коэффициент укорочения кабеля равен 0,66 (уточнить по паспорту, справочникам или у производителя), $0,273 \times 0,66 = 0,18$ м. Итак, длина кабеля от антенны до телевизора должна быть кратной 0,18 м, т.е., например, 9 метров. Полуволновые отрезки кабеля (или кратные им по длине) являются повторителями и, просто, переносят на расстояние сигнал с согласованной антенны на согласованный вход приставки ЦТВ или телевизора, четверть-волновые (или кратные нечётному их количеству) приводят к образованию запорных зон и рассеиванию сигнала, поэтому от их применения, без специальных мер, следует отказаться. ДМВ антенны довольно широкополосны, поэтому, для приёма обоих мультиплексов, принятых ныне для ЦТВ, можно взять среднее арифметическое от их частот и рассчитывать как их элементы, так и длины кабелей, помня, однако, о том, что параметры антенн, такие, например, как усиление, с ростом частоты изменяются быстрее.

