

**Сергей Комаров (UA3ALW)**  
г. Москва

Устроить в городских условиях передающую антенну средневолнового диапазона – задача не простая. Протяженная проволочная антенна будет всегда привязана к окружающим зданиям, поэтому универсального рецепта “правильной” антенны быть не может.

## “Трёххвостка” и “Змей Горыныч”: антенны на средневолновый диапазон 200 метров

### “Трёххвостка”

Многопроводные вибраторы в антенных системах используются со времен открытия Радио. В основном их применяют для увеличения широкополосности антенн. Однако, есть и еще одно эмпирическое правило: “чем больше проводов в передающей антенне, тем выше ее КПД”. В диапазонах КВ и УКВ, где для проводящих антенных полотен используются трубки большого сечения, об этом, как правило, забывают, поскольку, если достигнута механическая прочность, то условие хорошей электропроводности выполняется автоматически. А вот при изготовлении проволочных антенн, с малым сечением проводника, об этом стоит напомнить. К тому же широкий вибратор в полосе частот имеет более пологий резонанс, и параметры антенны существенно более стабильны при ветре, дожде, налипшем снеге и сидящих на ней птицах. Вот потому она у нас и “треххвостка”. Бывают и “пятихвостки”.

Антенна выполняется с электрической длиной каждого из лучей  $\lambda/4$  на нижнюю частоту 200 метрового диапазона<sup>1</sup> – 1449 кГц. То есть, имеет три луча по 50 метров, расходящиеся к дальнему концу узким веером. Разлет между лучами на дальнем конце по 3...5 метров. Распорка у начала расхождения лучей 0,6...0,8 метра (материал и размер не критичны).

Конструкция антенны ясна из **рис. 1**.  
Материал лучей:

- в бюджетном варианте, полевой телефонный провод П274 (жилы на концах спаяны вместе),
- в оптимальном варианте, полевой телефонный провод П-268 (жилы на концах спаяны вместе),
- в городском варианте (чтоб не порвали), биметаллическая проволока БСМ-1, толщиной 2,5 мм,
- в классическом варианте, антенный канатик из неотожженной меди (жесткий) толщиной 3 мм.

Изоляторы – фарфоровые, орешковые (иногда их называют “такелажные”).

Снижение лучше выполнить из многожильного изолированного провода, скрученного втрое. Сечение каждого из проводов 2,5...4 мм<sup>2</sup>. То есть, получается как бы литцендрат из трех жил. Такая сложность обусловлена скин-эффектом и большим ВЧ током, протекающим по снижению при работе антенны на передаче. Длина снижения, желательно, не более 15 метров, в зависимости от этажа, на котором расположена радиовещательная станция. При очень коротком снижении (5 метров и менее), можно использовать одиночный медный многожильный провод сечением не менее 4 мм<sup>2</sup>.

Для наилучшей работы антенны, желательно место ее подвеса выбрать, чтобы дом напротив, на крыше которого закрепляются дальние концы “хвостов” антенны, был бы метров на десять - пятнадцать - двадцать выше, чем тот, в котором живете вы. Крайне желательно выбирать место установки антенны, чтобы на расстоянии  $\lambda/2$  (100 метров) слева и справа

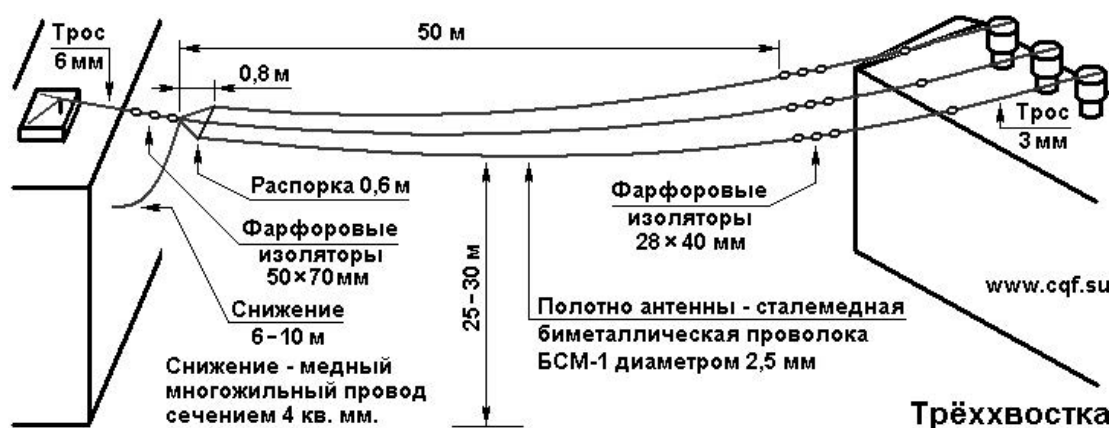


Рис. 1

<sup>1</sup> Средневолновый вещательный диапазон 200 метров: 1449 - 1620 кГц, имеет 20 фиксированных частот в сетке 9 кГц: 1449, 1458, 1467, 1476, 1485, 1494, 1503, 1512, 1521, 1530, 1539, 1548, 1557, 1566, 1575, 1584, 1593, 1602, 1611, 1620. Но поскольку в разных странах средневолновый диапазон имеет более широкие границы, то он продолжается 180-и метровым диапазоном с той же сеткой, и в котором тоже 20 вещательных частот: 1629, 1638, 1647, 1656, 1665, 1674, 1683, 1692, 1701, 1710, 1719, 1728, 1737, 1746, 1755, 1764, 1773, 1782, 1791, 1800 кГц.

от полотна антенны не было бы параллельных ей проводов (воздушек, линий трансляции, других антенн и т.п.). Ну, хотя бы метров на 70. Это условие при бурном, но хаотичном развитии интернета и массы воздушшек между крышами зданий, выполнить довольно сложно.

Поэтому для "Треххвостки", все-таки, предпочтительным будет ее наклонная установка под углом 45° к плоскости воздушшек и, соответственно, к вертикальным стенам зданий. Разумеется, дальние от передатчика "горячие" концы антенны желательно поднимать вверх (над крышами зданий), а не опускать вниз. Если же вы живете на 22-ом этаже (около 70 м от земли), то прекрасно будет работать антенна с хвостами, направленными под 45° вниз к крышам более низких зданий. При этом дальние концы антенны желательно оттянуть как можно дальше от вашего небоскреба. И опять-таки, чтоб не было параллельных воздушшек ближе 70...100 метров.

Идеальным для треххвостки можно считать установку антенны под углом 45°, когда ее горячие концы закреплены на крыше с относительно узкого торца высокого здания, а передатчик установлен на невысоком этаже относительно низкого здания, напротив. А еще лучше, если высокое здание обращено к вам углом. Тогда его влияние на работу антенны и сектор затенения будут минимальными.

Ввод снижения в здание лучше выполнить сквозь стену медной трубкой диаметром 8...12 мм, внутри электроизоляционной ПВХ трубки в 2 раза большего диаметра и с проходными фарфоровыми изоляторами с каждой стороны стены. Внутри помещения необходим грозовой

переключатель – однополюсной перекидной рубильник (рис. 2). В "верхнем" положении он подключает антенну к передатчику, а в "нижнем" – замыкает на шину заземления. Работа на передачу во время грозы может вестись только при наличии хорошего заземления и мощного защитного разрядника. Однако, для обеспечения безопасности, во время грозы радиопередатчик следует выключить и антенну заземлить. В нерабочее время антенну также следует заземлять.

Поскольку "Треххвостка" – антенна не симметричная, для нее обязательно использование противовесов и хорошего заземления как для эффективного излучения электромагнитной волны, так и для грозозащиты.

1. На частном секторе желательно устроить заземление так:

<http://www.cqf.su/technics8-1.html>

2. В городе, если радиостанция расположена на этажах не выше 5-го (пятиэтажки и другие дома без лифта), возможно использование самодельного заземления на газоне под окном. Для этого нужно с помощью садового бура (приобретается в хозяйственном магазине) пробурить скважину, глубиной 2,5...3 метра (ручку у бура придется надставить) и опустить в нее стальную трубу диаметром 70...100 мм и длиной 3...3,5 метра. Поверхность трубы должна быть чистой, металлической, свободной от каких-либо покрытий (если немного ржавая – это даже хорошо). После чего скважину вокруг трубы необходимо засыпать землей, утрамбовывая и равномерно проливая раствором медного купороса 500 г на ведро воды. Потребуется 2 ведра воды и 1 кг медного купороса.

### ВНИМАНИЕ!

*Ни в коем случае не оставляйте пробуренную скважину без присмотра во избежание паде-ния в нее домашних животных.*

В верхнее отверстие трубы желательно вставить плотную деревянную пробку, чтобы предотвратить высыхание влаги из глубины при жаркой погоде. Жарким летом, при ухудшении качества заземления, в трубу можно залить ведро воды. Заземление к радиопередатчику от закопанной трубы (и от всех видов нижеперечисленных вариантов заземления) надо провести медным многожильным проводом, сечением не менее 16 кв.мм, а еще лучше – медной шиной, сечение которой из конструктивных соображений должно быть не менее 3x20 мм (иначе затопчут и оторвут). Конец провода необходимо запаять в медную клемму под болт М10, которым и приболтить его к трубе.

3. Самым лучшим заземлением в городе будет подключение к контуру заземления здания. Однако, далеко не все здания такой контур имеют.

4. В городе, если радиостанция расположена на этажах выше 5-го (дома, оборудованные лифтом), имеет смысл заземлиться на лифтовую шахту. Она уж точно хорошо заземлена и соединена со всеми возможными земляными контурами! Ну, если, конечно, ваш дом строился во времена СССР. Что сейчас творят частные электротехнические, эксплуатационные и строительные компании при строительстве и эксплуатации зданий с организацией контуров заземления и установке лифтовых шахт (может, они и слов-то таких не знают?), лишь одному Богу известно. Поэтому проверку заземления делаем, как написано в следующем пункте.

5. Можно использовать заземление на водопроводные трубы холодной воды, предварительно убедившись, что ваши соседи ниже по стояку не вырезали часть стальной трубы и не заменили ее на пластиковую. Проверить это можно с помощью электромонтерской контрольной лампочки. Подключаем ее одним концом к фазе электросети, а другим –

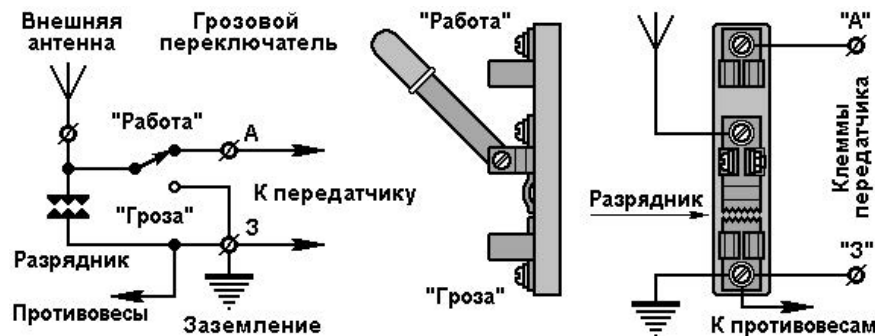


Рис. 2





Рис. 2

Противоположный конец верхнего полотна необходимо оттянуть как можно дальше и как можно сильнее, чтобы “голова змея” занимала бы положение, максимально близкое к горизонтальному. Именно этот узел антенны испытывает самые большие нагрузки. “Головы дракона” выполняются из биметаллической проволоки БСМ-1-2,5 мм. Главная оттяжка – либо из 5 мм стального троса, либо из 4-х миллиметрового биметалла БСМ-1. Чтобы оттяжка не резонировала на рабочей частоте (по закону подлости, она, ведь, точно окажется длиной 45...50 метров), ее разбивают орешковыми фарфоровыми изоляторами 50x70 мм на несколько частей по 10...15 метров.

Снижение антенны дальним концом закреплено к стене через три изолятора 28x40 мм и оттяжку, чуть ниже половины высоты противоположного здания. Снижение выполняется из медного изолированного провода, сечением 2,5...4 мм<sup>2</sup>, перевитого втрое неплотным повивом. То есть, получается литцендрат из трех жил. Можно перевить и 3 провода П-268. Такая сложность обусловлена большим ВЧ током, протекающим по снижению при работе антенны на передачу.

Закрепить оттяжку на стене здания на высоте пятого этажа можно, используя закладные петли из 4-х миллиметровой стальной проволоки, которые для того и предназначены и по строительным нормам обязательно устанавливаются на стенах зданий. Вот, например, как они выглядят из окна

дома, где я живу (рис. 2). Надо только очень внимательно посмотреть на стену.

Если по каким-либо причинам таких петель в стене вашего здания нет, то вполне допустимо сделать их самостоятельно, установив в стену с помощью перфоратора и гаечного ключа пару анкеров, которые сейчас в широкой номенклатуре продаются на строительных рынках. Добраться до нужной высоты по ровной стене можно двумя способами:

- договориться с верхолазами, которые висят на веревках и красят стены домов;
- договориться с водителем подъемника “кошачья лапа” и самому установить анкера.

В обоих случаях цены вполне приемлемые. Только вот тут внимание! Анкеров надо ставить обязательно два на расстоянии около 20 см друг от друга, как показано на фотографии. Их петли надо соединить 4 мм стальной проволокой, сложенной вдвое, с небольшим провисом, и за ее середину привязать оттяжку, чтобы при натяжении усилие было направлено не столько на вытаскивание анкера, сколько на стягивание анкеров друг к другу. Тогда анкера “закусят” и не выдернутся из стены – вот где сопромат пригодился!

### Противовесы и заземление

Для любого вертикального  $\lambda/4$  вибратора необходимо и то, и другое. В качестве заземлителя требуется 3-х дюймовая стальная ржавая водопроводная труба длиной 3

метра. Впрочем, пойдет и оцинкованная. С одного конца, отступив 30 мм, сверлим в ней крест-накрест 4 отверстия, диаметром 10 мм. К одному приболтим клемму с запаянным в нее проводом заземления, сечением не менее 16 мм<sup>2</sup> (лучше 20), который пойдет к передатчику. К остальным трем болтим пять-шесть клемм, в которые запаяны 15-ти метровые куски проволоки БСМ-1, диаметром 4 мм. Трубу надо вкопать вертикально в газончик около дома, напротив вашего окна, но не ближе трех метров от стены. Для этого покупаем на рынке садовый бур, диаметром 160 мм, надставляем ему ручку до трех метров и бурим скважину. Пока Вы бузите, пусть жена растворит в двух ведрах воды килограмм медного купороса  $\text{CuSO}_4$  (по полкило на ведро). Когда “ямка” будет готова, опускаете в нее трубу (болтами кверху) так, чтобы она туда ушла полностью, вровень с землей. Засыпаем вокруг трубы землю, проливая ее для уплотнения раствором медного купороса. Расходовать раствор надо так, чтобы хватило пролить всю землю, что будет засыпаться в скважину. По мере засыпания земли и проливания, утрамбовываем ее длинной рейкой. Верхнюю часть трубы (сантиметров 30...40) с хорошо затянутыми болтами (и с гроверами), неплохо было бы залить бетоном, сделав небольшой кубик 20x20 сантиметров, поднимающийся над землей на высоту около 10 см. Заливку бетоном оголовка следует делать не раньше, чем через две-три недели, чтобы после нескольких дождей земля вокруг трубы осела, и ее можно было бы хорошо утрамбовать.

15-ти метровые лучи тоже надо прикопать, но уже горизонтально, чтобы они образовали “юбочку”, как показано на рис. 1. Будем надеяться, что размер газончика позволяет это сделать. Два из них можно прикопать в противоположные стороны вдоль стены дома (не ближе трех метров), остальные – равномерно распределить веером по газончику. Прикопать эти провода желательно где-то на полметра.

Для этого надо взять цепную пилу (можно электрическую или бензиновую), одеть на нее пришедшую в негодность цепь, пропиливать землю от заземлителя по направлениям лучей и закинуть в эти щели 15-ти метровые провода, чтобы образовать «юбочку заземления». Концы проводов желательно забить в землю с помощью штырей из арматуры, длиной по 0,5...0,7 м. Возни – как раз на выходные.

Таким образом, под антенной мы создаем «земляной пяточок» повышенной проводимости, и между ним и вибратором будет разворачиваться электрическое поле антенны. Располагать же в городе полноразмерные противовесы, настроенные в резонанс, как минимум, три штуки по 50 метров, – представляется не реальным. Впрочем, если Вы сможете-таки их натянуть на высоте второго-третьего этажа (где сами живете) к соседним домам через заросли деревьев, что растут во дворах, – это будет подвиг! Здесь уж Вы сами определитесь, что для Вас лучше – либо земляная юбочка из пяти-шести проводников по 15 метров, либо полноразмерные противовесы (три-четыре штуки), настроенные в резонанс. Это дело вкуса.

Если Вы остановитесь на юбочке, то разместить ее надо (в соответствии с рис. 1) между зданиями, закопав заземлитель посередине торцевой стены пятиэтажки. Ну, это в идеале, конечно. А там, как уж по месту получится. Кстати! Поскольку «Змей Горыныч» по сути своей – вертикал, то он гораздо

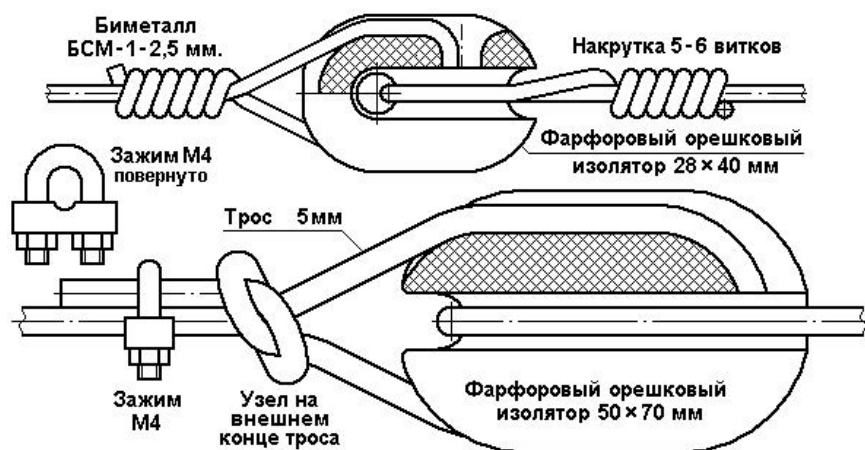


Рис. 3

менее чувствителен к множественным, преимущественно горизонтальным интернет-воздушкам, которыми буквально замусорены все городские крыши. Главное, чтобы рядом с ним (в этом же проеме здания) не висело воздушшек.

Теперь представим себе вариант, что Вам неслыханно повезло, и прямо перед Вашим окном, на пятом этаже пятиэтажки, на расстоянии 45...50 метров находится глухая стена (или угол) 14-ти или 17-ти этажной башни. О таком можно только мечтать, но мечты имеют тенденцию сбываться! Картинка антенны не претерпевает принципиальных изменений, но «Змей Горыныч» может серьезно подрасти, и тут представляется возможным сделать одну хитрость: а давайте увеличим длину вибратора до 60...65 метров. Тогда три его части будут не по 18 метров, а по 20...22. Вибратор становится удлиненным, и в его входном сопротивлении появится довольно большая индуктивная составляющая,

которую легко скомпенсировать последовательной емкостью в точке питания. В результате получим повышение активного входного сопротивления с 30 Ом до 70...110 – меньше ток на выходе передатчика, выше КПД выходной колебательной системы. Это хорошо, но не главное. Главное то, что пучность тока в антенне поднялась выше над землей. И фазовый центр антенны сместился вверх. При вещании из городской застройки – это самое важное. Теперь наш сигнал при той же мощности станет слышно дальше. Собственно, изначально, за тем же самым и верхняя часть полотна антенны выполнена трехпроводной, с повышенной емкостью, чтобы сдвинуть пучность тока выше по антенне, а настройку ее в резонанс вести снизу, последовательной емкостью.

На закуску – заделка биметалла и троса в орешковые изоляторы (рис. 3).

77!



**Литература**

1. Комаров С. Передающий комплекс индивидуального радиовещания. - Радио, 2015, № 9, стр. 21-26. Оригинал статьи: <http://www.cqf.su/technics/technics0.shtml>
2. Комаров С. Устройство заземления для средневолновой передающей антенны индивидуального радиовещания. - <http://www.cqf.su/technics8-1.html>
3. Проволока биметаллическая сталемедная (ГОСТ 3822-79) - <http://www.cqf.su/technics/Provoloka%20bimetallicheskaya%20stalemednaya.pdf>
4. Комаров С. Развязывающий трансформатор для питания передатчиков индивидуального радиовещания и аппаратуры эфирных студий. - Радиолучитель. 2016, №12. стр. 28-31.



**Индивидуальное (любительское) радиовещание:**  
<http://www.cqf.su/>

