

# ДВУХРАМОЧНАЯ ПРИЕМНАЯ АНТЕННА

А. ТРИФОНОВ, г. Санкт-Петербург

**Качество радиоприема в условиях сильных помех во многом зависит от используемой антенны. В публикуемой ниже статье вниманию читателей предлагается описание антенны, состоящей из двух рамок и позволяющей добиться хорошего приема практически во всем радиовещательном диапазоне.**

Рамочная антенна в виде обмотки, расположенной в вертикальной плоскости, широко применяется для пеленгации, вещания, радиосвязи и измерения напряженности поля в диапазоне волн от сверхдлинных до ультракоротких. Однако помехоустойчивый радиоприем на обычную рамочную антенну в любое время суток при сильной радиопомехе затруднен из-за существования так называемой «ночной ошибки» [1]. Происходит это по следующим причинам. Во-первых, помеха, пришедшая под углом к линии горизонта, не может быть подавлена одиночной рамочной антенной столь же эффективно, как помеха, пришедшая в горизонтальном направлении. Во-вторых, подавление помехи уменьшается с ростом вертикального угла ее прихода. Для стабилизации положения плоскости минимального приема и придания минимуму характеристики направленности нулевого значения во всем секторе вертикальных углов прихода волны в радиопеленгации применяют антенну в виде соединенных противофазно [1] разнесенных рамок.

Предлагаемая вниманию читателей антенна с разнесенными рамками предназначена для подключения к экранированному радиоприемнику с чувствительностью не хуже 50 мкВ и имеет следующие технические характеристики: диапазон принимаемых частот — 0,15...24 МГц; азимут прихода волны — 0...360°; вертикальный угол прихода волны — 0...90°; подавление помехи в одиночном и синфазном режимах — 0...30 дБ; подавление помехи в противофазном режиме — не менее 30 дБ; габариты — 710×375×370 мм; масса — 3 кг.

Схема антенны с разнесенными рамками приведена на рис. 1. Она состоит из двух соосных аperiодических одновит-

ковых рамок WA1 и WA2, переключателя режима работы SA1, симметрирующего широкополосного трансформатора T1 и экранированного кабеля с разъемом X3 для подключения к радиоприемнику. В трансформаторе T1 линии передачи расположены на ферритовом магнитопроводе. В отличие от традиционного трансформатора с магнитной связью между обмотками он обеспечивает электромагнитную связь между этими линиями. Пути токов от входных контактов X1, X2 трансформатора T1 до общей точки на его выходе равны. Трансформатор выбран по справочнику [2]. При этом предпочтение отдано простейшему его варианту с минимальным значением асимметрии и диапазоном рабочих частот не менее приведенного в технических характеристиках антенны. Подключение радиоприемника с симметричным входом к контактам X1, X2 симметричного выхода антенны позволяет исключить трансформатор T1. Все элементы антенны заключены в непрерывный электрический экран от верхних частей рамок до разъема X3. Через разъем X3 экранирующая цепь антенны соединяется с экраном радиоприемника. Зазоры экрана в верхних частях рамок предотвращают полное электромагнитное экранирование рамок.

Антенна может работать в одном из трех режимов: одиночном («0»), синфазном («С») и противофазном («П»). В нейтральном положении «0» переключателя SA1 включен одиночный режим. В этом случае работает рамка WA1. При установ-

ке переключателя SA1 в положение «С» рамки соединяются синфазно и антенна превращается в двухвитковую рамку. Уровень выходного сигнала такой антенны равен сумме сигналов с выходов рамок WA1, WA2. Синфазный режим используют при воздействии на антенну поверхностной волны помехи, а также при слабом сигнале и в длинноволновой части ее рабочего диапазона. В положении «П» переключателя SA1 включается противофазный режим. Уровень выходного сигнала антенны в этом случае равен разности сигналов с выходов рамок WA1, WA2. Различие уровней выходного сигнала антенны в режимах «С» и «П» уменьшается с увеличением частоты сигнала и пространственного разнеса рамок вдоль их общей оси.

В режиме «П» устраняется изменение характеристики направленности антенны для волны, пришедшей под углом к линии горизонта. В результате подавление помехи, пришедшей пространственной волной, оказывается равным подавлению помехи, пришедшей поверхностной волной. Этот режим эффективен при сильных сигналах в коротковолновой части рабочего диапазона антенны. В связи с пониженным уровнем выходного сигнала антенны для реализации пространственной избирательности антенны необходим высокочувствительный экранированный радиоприемник с отключаемой антенной. В режиме «П» направление минимального приема поворачивается вокруг вертикальной оси антенны на 90°. Характеристика направленности антенны становится четырехлепестковой, что также повышает помехоустойчивость приема. В выбранном режиме антенну ориентируют по азимуту до получения максимального отношения сигнал/помеха на выходе радиоприемника.

Антенна с разнесенными рамками показана на рис. 2. Она состоит из рамок 1 и 3, расположенных в параллельных плоскостях зеркально относительно пульта управления 2, верхней 4 и нижней 5 траверс, двух шин металлизации 6, двух изоляторов 7 и выходного кабеля. Форму и прочность рамке придает несущая конструкция, изготовленная из тонкостенной

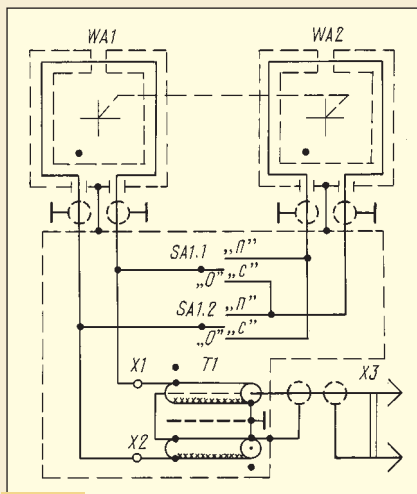


Рис. 1

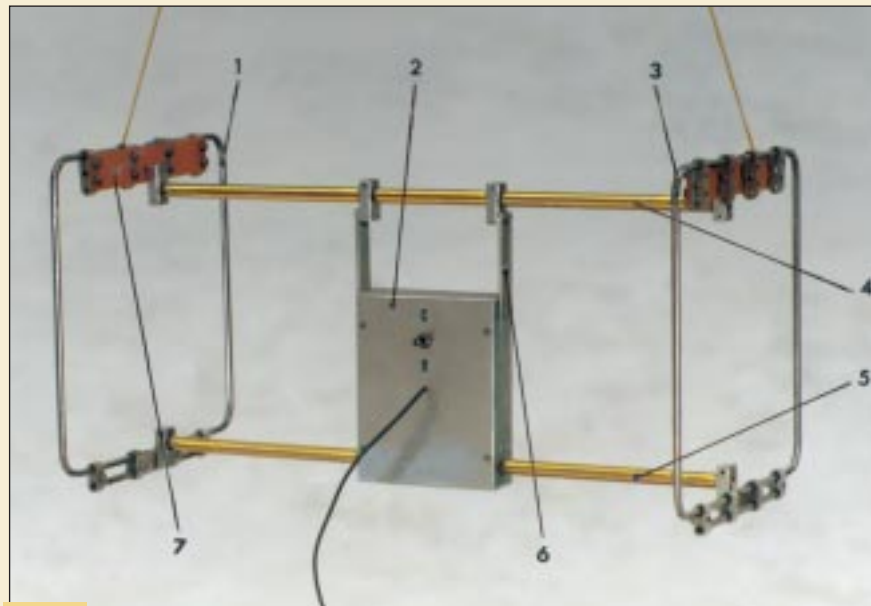


Рис. 2

стальной трубы диаметром 8 мм. В состав каждой рамки входят две такие трубы, имеющие С-образную форму. Их наружные размеры 350×170 мм. В полостях труб проложен коаксиальный кабель марки РК75-2-11. Наружный проводник каждого кабеля имеет разрыв длиной 20 мм в середине верхней части рамки. Длина разрыва равна зазору между трубами рамки. Внутренний проводник не имеет разрывов до переключателя SA1 на пульте управления. Траверсы изготовлены из дюралюминиевой трубы диаметром 16 мм. Длина верхней траверсы — 670 мм, нижняя состоит из двух частей длиной по 280 мм. В полости труб нижней траверсы проложены кабели от рамок, входящие в дюралюминиевую коробку пульта размерами 210×160×50 мм. Дюралюминиевые шины металлизации размерами 112×22×4 мм закрепляют коробку и соединяют верхнюю траверсу с экранирующими элементами антенны.

Стеклотекстолитовые изоляторы размерами 240×30×4 мм совместно с элементами 1—6 образуют жесткую несущую конструкцию. Для сборки применены дюралюминиевые колодки и крепежные винты М4 и М6. Геометрическая симметрия, соосность и параллельность рамок с требуемым допуском 0,2° обеспечивается при соблюдении точности расстояний между частями рамок не хуже 1 мм. Рамки можно перемещать вдоль траверсы в процессе сборки антенны и юстировки положения рамок. Допустимая разность длин кабелей рамок равна 10 мм.

В качестве переключателя режимов работы на пульте управления использован тумблер П2Т-1 с фиксацией в нейтральном положении.

Широкополосный трансформатор состоит из ферритового (марки М200НН2) магнитопровода в виде трех соосных сложенных колец размерами К32×20×5 мм и двух отрезков кабеля РК75-1-11. Отрезки кабеля намотаны в одном направлении, образуя две обмотки, содержащие по восемь витков каждая. Положение витков зафиксировано полиэтиленовой оправкой диаметром 20 и высотой 16 мм, введенной в полость магнитопровода. На цилиндрической поверхности оправки равномерно расположено 16 пазов. Каждая обмотка занимает восемь пазов оправки, что соответствует половине кольца магнитопровода. Внутренний проводник одного из отрезков не используется. Перед сборкой трансформатора с наружных кромок магнитопровода наждачной бумагой снимают фаску 0,3 мм. Для предотвращения электроконтактных помех радиоприему важно обеспечить постоянство контактов между экранирующими элементами, а также изоляцию экранирующих элементов в тех местах, где контакта не должно быть.

Изготовление антенны возможно с отступлением от приведенного описания. Запас объема коробки пульта допускает исполнение антенны в различных вариантах. От типоразмера, числа колец, марки феррита магнитопровода и числа витков обмоток зависит значение верхней и нижней рабочей частоты трансформатора, а также его конструкция. Допустима магнитная проницаемость феррита не более 200. При меньшем ее значении необходимо увеличить число колец магнитопровода и число витков обмоток трансформатора. Из колец, меньше чем

К32×20×5 мм, можно выполнить магнитопровод в виде столба, высота которого ограничена размерами коробки пульта и не должна превышать 180 мм. Трансформатор со столбчатым магнитопроводом высотой 126 мм, собранным из колец К20×12×6 мм с магнитной проницаемостью 150...200, может содержать две обмотки по три витка.

Применение симметричных линий из свитых обмоточных проводов упростит конструкцию трансформатора, но вместе с тем и увеличит асимметрию антенной цепи.

Тумблер П2Т-1 заменим переключателем на три положения и два направления. Объем коробки пульта допускает размещение в ней предварительного усилителя с источником питания и элементов настройки рамок в резонанс. Коэффициент шума предварительного усилителя должен быть меньше коэффициента шума радиоприемника. В предельно упрощенной антенне несущую конструкцию допустимо сделать из дерева, а для монтажа использовать экранированный провод, имеющий наружную изоляцию.

Характеристики направленности антенны в горизонтальной плоскости на частотах 8...10 МГц, построенные в полярных координатах и едином масштабе, показаны на рис. 3. Измерения проводились в режиме приема, исключающем помехи работающим радиосредством. При этом применялся перемный ступенчатый (1 дБ) аттенуатор, имеющий максимальное затухание 63 дБ, экранированный радиоприемник чувствительностью около 10 мкВ с телеграфным гетеродином и отключаемой АРУ, а также индикатор выхода. При использовании радиовещательного приемника с неотключаемой АРУ, применяют калибровочный метод измерения, предложенный в [3]. Для этого к радиоприемнику подключают вспомогательный ("калибрующий") генератор. Если частота генератора попадает в полосу пропускания радиоприемника, а уровень выходного напряжения генератора в 10...100 раз превышает уровень входного сигнала, то зависимость коэффициента усиления регулируемых каскадов радиоприемника от уровня входного сигнала уменьшается до погрешности индикатора выхода. Совершенство экранирования радиоприемника, а значит, его пригодность к работе с антенной, проверяют по отсутствию приема после отключения встроенной и внешней антенн.

Экран можно изготовить самостоятельно из фольги или другого электропроводного материала. Располагают его на внутренней поверхности футляра радиоприемника. Вокруг встроенной магнитной антенны он не должен образовывать замкнутого витка. В качестве индикатора выхода пригоден вольтметр переменного тока. Роль эталонного сигнала

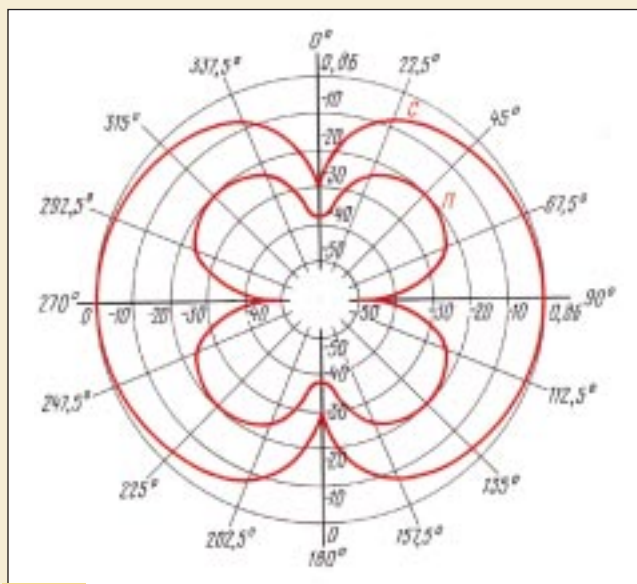


Рис. 3

может выполнять излучение любого радиопередатчика, имеющее стабильный уровень и необходимое значение напряженности поля. При измерениях телеграфный гетеродин радиоприемника следует включить, а АРУ выключить. В процессе измерения уровень входного сигнала радиоприемника поддерживают постоянным изменением затухания аттенуатора и контролируют по индикатору выхода. Отсчет уровня сигнала, поступающего от антенны, производят по затуханию аттенуатора.

Помеха, проникающая в радиоприемник через блок питания из питающей сети, приводит к погрешности измерения. По мере снижения отношения уровня входного сигнала радиоприемника к уровню помехи, проникающей в радиоприемник из сети, погрешность растет. Влияние сетевой помехи ослабляют, питая радиоприемник от сети через блок помехозащиты или путем применения автономного источника питания. Рамки юстируют в режиме "П" по максимальному подавлению сигнала, в направлении прихода которого ориентируют ось минимального приема антенны.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Кукес И. С., Старик М. Е. Основы радиопеленгации. — М.: Сов. Радио, 1964, с. 286, 290.
2. Лондон С. Е., Томашевич С. В. Справочник по высокочастотным трансформаторным устройствам. — М.: Радио и связь, 1984, с. 100—102.
3. Фрадин А. З., Рызов Е. В. Измерения параметров антенно-фидерных устройств. — М.: Связь, 1972, с. 227—229.

**Поправки к статье И. Хлюпина "Стереофонический УКВ-ЧМ приемник. ("Радио", 1998, №11, с. 20)**

Транзисторы VT4—VT6 (КТ315А) и VT10 (КТ3102Е) на схеме рис. 6 ошибочно изображены как транзисторы структуры р-п-р вместо п-р-п.

Диод, подключенный параллельно конденсаторам С9 и С10, должен иметь позиционное обозначение VD5.