

Передвижная разборная передающая антенна "Зонтик-27"

Сергей Комаров (UA3ALW)
г. Москва

Специально для проведения выездных презентационных мероприятий "Радиопробег" в рамках продвижения федерального образовательного проекта организации радиотехнических кружков и создания на их базе радиостанций Индивидуального радиовещания, разработана мобильная конструкция средневолновой вертикальной зонтичной антенны диапазонов 140, 160, 180 и 200 метров.

Антенна предназначена для перевозки её в разобранном виде на верхнем багажнике автомобиля УАЗ 39625 "Буханка" и представляет собой составную телескопическую мачту из дюралевых труб, общей высотой 27,4 метра (рис. 1 и 1-я страница обложки). Для увеличения эффективности излучения антенна снабжена верхней емкостной нагрузкой в виде восьмиконечной звёздочки с длиной лучей по 3 метра.

Антенна имеет четыре яруса оттяжек на три стороны (под 120°). Оттяжки выполнены из стального нержавеющей троса, диаметром 2,5 мм и разбиты фарфоровыми изоляторами через 3 метра.

Помимо трёх основных, имеются 4 яруса подъёмных оттяжек (на четвертую сторону), которые после подъёма антенны укладываются вдоль мачты и фиксируются на дополнительных хомутах нижней секции мачты. В случае применения антенны в стационарном варианте в регионах с большой ветровой нагрузкой, возможно подъёмные

оттяжки также разбить изоляторами и использовать штатно на четвертую сторону (под 90°). Лучи емкостной звёздочки также растянуты нержавеющей тросом, диаметром 2 мм, в двух плоскостях, увеличивая этим ёмкость нагрузки и механическую прочность конструкции звёздочки.

Применение емкостной нагрузки позволило увеличить электрическую высоту антенны на 14 метров и тем самым сократить число ярусов оттяжек с шести до четырёх.

Нижняя секция мачты установлена на три опорных фарфоровых изолятора ИОР-6/2,5. Изоляторы установлены на поворотный кронштейн для возможности подъёма собранной антенны методом падающей стрелы (рис. 2). В качестве падающей стрелы использована составная алюминиевая лестница

из двух секций по 4 метра (состыкованы две приставных лестницы по 14 ступенек каждая). Антенна поднимается с помощью ручной лебёдки с длиной троса 10 метров и диаметром не менее 6 мм.

Вся конструкция антенны установлена на сварном заземлённом основании, размером 500x500 мм из стальных уголков 40x40x4 мм.

Антенна имеет собственную систему заземления. Использование системы резонансных противовесов для мобильной конструкции не рационально (занимают слишком много места и мешаются под ногами). Поэтому, помимо четырёх кольев-заземлителей, у основания антенны применена искусственная земля, так называемая "юбочка заземления" из 12-ти радиальных проводников по 15 метров (сечением 4 мм²), соединённых на дальних



Рис. 1

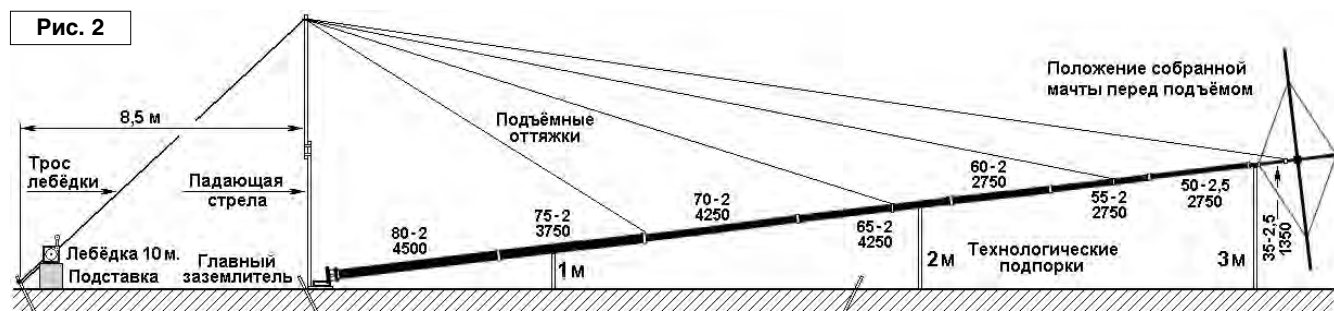


Рис. 2

концах хордами по 8 метров, образующими проводящий 12-ти угольник с диагоналями, разложенный на земле (при желании можно прикопать). В случае стационарной установки антенны в сельской местности рекомендуется длину радиальных проводников увеличить до 18,8 м, а длину хорд – до 10 метров. Соответственно, увеличится диаметр установки 12-ти колец и длина оттяжек. При этом возрастёт КПД антенны и её ветроустойчивость (оттяжки верхнего яруса пойдут под более пологим углом).

Предварительное моделирование антенны в программе MMANA показало следующее поведение входного сопротивления антенны в полосе частот 1400...2200 кГц (рис. 3).

Резонансная частота антенны была выбрана посередине диапазона на частоте 1800 кГц.

Исходя из полученных результатов и нижней частоты 200-метрового диапазона 1449 кГц, была рассчитана и изготовлена схема компенсации реактивной составляющей входного сопротивления в виде последовательного соединения удлинительной катушки индуктивностью 13,5 мкГ (для нижней частоты 1400 кГц надо 15 мкГ) и переключаемой гирлянды из 14-ти конденсаторов КСО-8 ёмкостью 8200 пФ (рис. 4). На этих частотах максимальный ток через данный конденсатор не может превышать 2 А. При желании иметь допустимый ток в 3,5 А следует применить конденсаторы КСО-13. Соединение

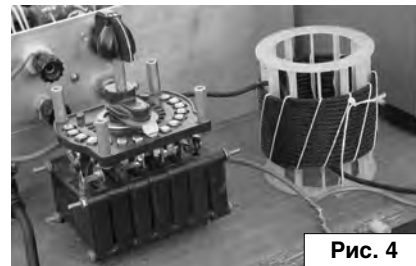


Рис. 4

конденсаторов в гирлянду и присоединение к переключателю ПЩ-15П1Н1 ведётся медной или латунной лентой толщиной 0,3 мм и шириной 4 мм. Удлинительная катушка представляет собой 15 витков самодельного литцендрата 7 х МС-0,2, намотанного виток к витку на самодельном ребристом каркасе из стеклотекстолита КР65х77 [1]. Обращаю внимание, что перевивка провода МС 16-13 сечением 0,2 мм² в литой фторопластовой изоляции с помощью дрели недопустима. Литцендрат необходимо перевивать по-честному, с обратным раскручиванием каждого составляющего проводника при перевивке жгутика на каждый оборот.

Замеры параметров антенны, установленной на поляне, показали, что схема хорошо справляется со своей задачей. Причём, в полосе частот 1400...1800 кГц требуется последовательное соединение индуктивности и ёмкости, а на частотах 1800...2200 кГц необходима только укорачивающая гирлянда конденсаторов. При использовании последовательного соединения индуктивности и ёмкости с установкой переключателя в среднее положение №8 (ёмкость 1210 пФ), получилась следующая частотная зависимость модуля полного входного сопротивления от частоты (рис. 5).

Средняя частота получилась точно посередине нижнего поддиапазона 1600 кГц. При этом входное сопротивление антенны чисто активно – резонанс. И, замеренное в реальной конструкции, оно составило 42 Ом. Отмоделированное значение $R_A = 20$ Ом (рис. 3). Разница объясняется тем, что в эквивалентной схеме антенны последовательно с сопротивлением излучения R_A

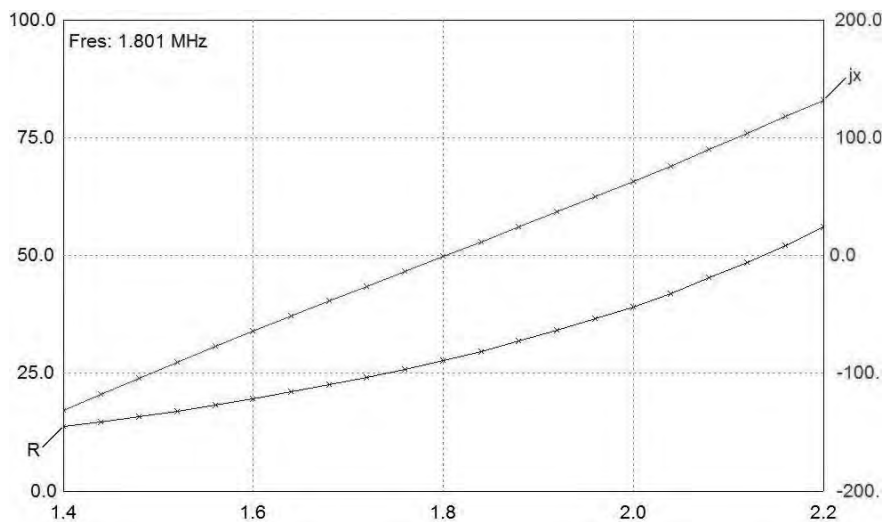


Рис. 3

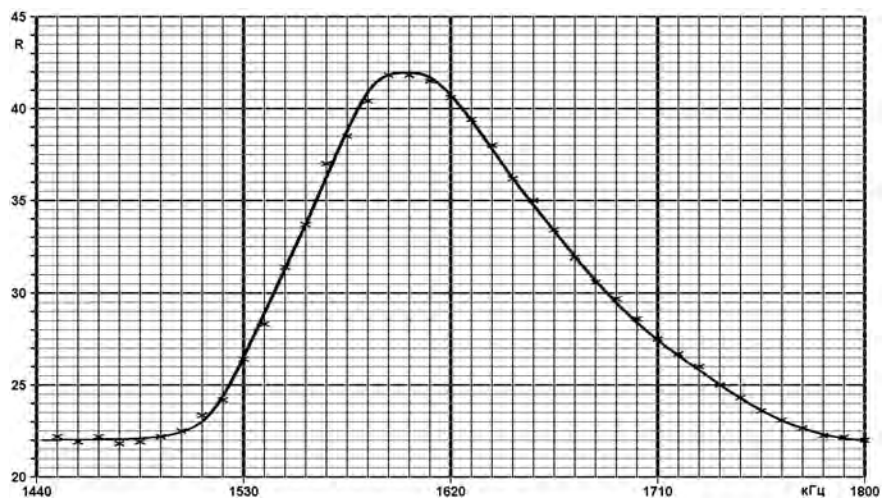


Рис. 5

включено сопротивление заземления, и его значение $R_z = 22$ Ом можно наблюдать в левой части графика (рис. 5), за пределами полосы пропускания, на частотах ниже 1490 кГц. В значение 22 Ом также входят потери в удлинительной катушке, сопротивление измерительного резистора (для измерения ВЧ тока антенны) и потери в шунтирующем резисторе, который установлен для защиты измерительных приборов от статических зарядов и наводок с частотой 50 Гц от близкорасположенной ЛЭП 220 кВ (в 150 метрах от поляны, на которой установлена антенна).

Если от резонансной кривой “отрезать” “пьедестал”, создаваемый сопротивлением заземления, который не имеет выраженной частотной зависимости в данном диапазоне частот, то полосу пропускания антенны можно определить по уровню $0,7071 (42 - 22) + 22 = 36$ Ом. И она составляет по графику около 80 кГц (цена деления шкалы частот 9 кГц). Это будет полоса по половинной мощности.

По уровню мощности 75% (по значению $R_A + R_z = 0,84 (42 - 22) + 22 = 39$ Ом) полоса составит 55 кГц. И этого вполне достаточно, чтобы не подстраивать антенну, например, в телеграфном участке любительского диапазона 160 метров.

По уровню мощности 90% (по значению $R_A + R_z = 0,95 (42 - 22) + 22 = 41$ Ом) полоса составит 36 кГц. Таким образом, АМ радиовещательный сигнал 16K0A3EGN поместится в полосу антенны без искажений более, чем с двойным запасом.

Для подстройки антенного контура применён переключаемый конденсатор, имеющий 15 положений и перестраивающий антенну в полосу $1800 - 1449 = 351$ кГц. То есть на каждое положение приходится



Рис. 6

перестройка по частоте $351 / 15 = 23,4$ кГц. По графику такая полоса соответствует уровню по значению сопротивления 41,5 Ом или по мощности 95% от максимального значения. Полагаю, вполне достаточная точность настройки антенны, и плавная подстройка не требуется.

Согласование активной составляющей входного сопротивления антенны с фидерной линией здесь не предусмотрено потому, что у всех передатчиков для Индивидуального радиовещания в обязательном порядке на выходе имеется встроенное согласующее устройство, предназначенное для работы на любую нагрузку в пределах от 12 до 300 Ом [2], сам передатчик располагается в непосредственной близости от основания антенны, и фидер отсутствует (рис. 6).

Моделирование антенны в программе MMANA провел Илья Фуников, проведение измерений параметров антенны проводилось с непосредственным участием Олега Семенова, студентов 3-го курса Московского Политехнического Университета в рамках прохождения им летней радиотехнической практики сезона 2019 г. на предприятии ООО “Радиовещательные технологии”.

Помимо Индивидуального радиовещания в диапазоне 200 метров, данная антенна может быть с успехом применена для радиосвязи в диапазоне 160 метров во время проведения радиоловительских слётов и радиоэкспедиций в районы Крайнего севера, где прохождения радиоволн КВ диапазонов затруднено, средние же волны могут обеспечить вполне надёжную связь. Благодаря наличию в конструкции антенны искусственной “земли”, она может быть установлена на вечной мерзлоте, на скальной поверхности, а также на льдине.

На базе отработанной конструкции, ООО “Радиовещательные технологии” может разработать аналогичные антенны на частоты от 1000 до 1400 кГц.

Подробное описание конструкции антенны с чертежами и технологией сборки и подъёма планируется издать в отдельной книге серии “Индивидуальное радиовещание” с последующим размещением на сайте <http://www.cqf.su/>, а полные результаты проведённых измерений и исследований будут доложены на научно-технической конференции отрасли связи в марте 2020 года в МТУСИ.



Литература

1. Сергей Комаров. Самодельные ребристые каркасы для катушек передатчика. - “Радио”, 2015, №5, стр. 32, 33.
2. Сергей Комаров. Индивидуальное радиовещание. 2. Самодельные радиопередатчики и многофазные синтезаторы частот диапазона 200 метров. Монография. Практическое руководство для руководителей и членов конструкторских радиокружков и радиостанций Индивидуального радиовещания. - М.: ИД Медиа Паблшер, 2018. 214 с.

international journal of amateur and professional electronics

радио любитель

№ 1

Январь
2020

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ ЖУРНАЛ ДЛЯ РАДИОЛЮБИТЕЛЕЙ И ПРОФЕССИОНАЛОВ

Однотактный УНЧ
на радиолампе ГУ-50

Термостат
для холодильника

Стабилизаторы
напряжения

Ультразвуковой
приемник

Передвижная разборная
передающая антенна "Зонтик-27"

ISSN 1994 - 3466



9 1771994 1346009 20001



ПОДПИСКА - 2020

<http://www.radioliga.com>
rl@radioliga.com