

Экспериментальная антенна на 145 МГц

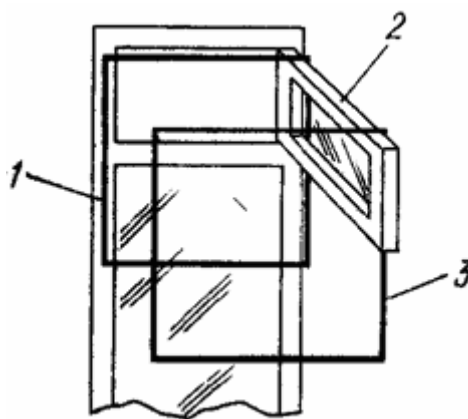
Описываемая ниже экспериментальная антенна (ЭА) обострила еще одну проблему электромагнитной совместимости средств связи — проблему подавления зеркального канала радиоприёмных устройств. При экспериментах с ЭА и передатчиком с выходной мощностью 2 Вт в условиях города возникли нарекания от профессионально-коммерческой организации на помехи от излучения побочных частот.

Последующая проверка сканирующим приемником в указанном диапазоне частот вблизи передатчика результата не дала. Предшествующая работа в течение двух лет на том же месте и с той же аппаратурой нареканий не вызывала, а разница была лишь одна — другая антенна: до инцидента — "двойной квадрат", затем — описываемая ЭА. Излученная энергия двухваттного передатчика оказалась настолько сконцентрированной в направлении главного лепестка диаграммы направленности антенны, что сравнялась по уровню с сигналом в основном (не зеркальном) канале "коммерческого" приёмника, где приём сигнала передатчика двухметрового диапазона стал возможен точно так, как если бы передача велась на частоте на 2Гц выше.

Прошу радиолюбителей обратить самое серьезное внимание на эту проблему: хотя она, действительно, и "не ваша", устранять её придется вам, так как коммерсантам (и иже с ними) до этого дела нет: они "заплатили деньги" и раскошелиться на дополнительный фильтр верхних частот или полосовой фильтр вы их не сможете заставить.

Проведя некоторые измерения, автор (от греха подальше) решил перенести эксперименты с ЭА в дачу. Поскольку антенна легко свёртывается и с транспортировкой не

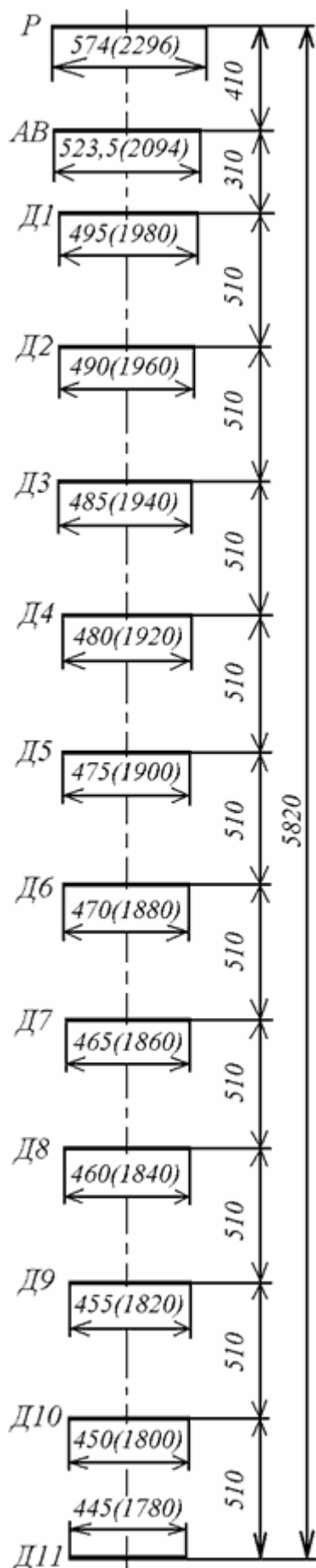
Несколько слов о том, "квадрат" выбран в антенны. Во-первых, он дипольной антенны (в Во-вторых, (и это — может эксплуатироваться высота подвески и окружающим предметам поднесённой к антенне сбоку, сказывается только на расстоянии, меньшем 150...200 мм). В третьих, такая антенна до известной степени подавляет местные шумовые и импульсные помехи. В четвертых (в авторском варианте), имеет замкнутый по постоянному току активный элемент. Базой для постройки ЭА явился питаемый 75-омным кабелем "двойной квадрат" [1] с расстоянием между вибраторами $0,2\lambda$ (см. рис. 1), элементы которого (1 — активный вибратор, 3 — рефлектор) были просто подвешены на оконной форточке 2 внутри комнаты. Подобную "форточку"-траверсу можно закрепить с помощью шарниров на стене дома или углу балкона. Поворот такой антенны в зависимости от расположения рефлектора возможен в пределах 120... 150°. Для крепления в выбранном направлении можно применить крючки и петли. Такая конструкция, конечно, с учетом конкретных местных условий, может быть удобна как для проведения связей, так и для приема телевидения.



полевые условия — на весит немного и очень развёртывается, проблем возникает.

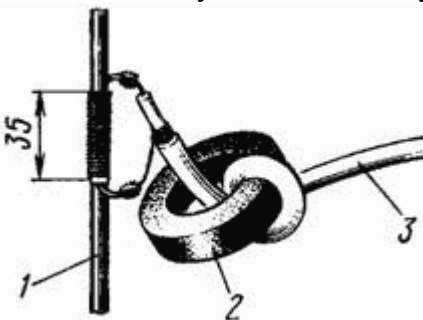
почему именно качестве переносной вдвое короче, например, плане длины элементов), главное), "квадрат" при очень небольших малочувствителен к (влияние руки,

С чего начиналась описываемая ЭА? В помещении (комната на втором этаже деревянного дома) был изготовлен "стенд" для экспериментальной работы с УКВ антеннами: под потолком натянуты два отрезка толстой рыболовной лесы на расстоянии 250...300 мм один от другого. К ним с помощью колечек из той же лесы или обмоточного провода подвешивались элементы (рис. 2): сначала два, затем — три и так далее, до 13 (столько вместила комната). Длины элементов активного вибратора



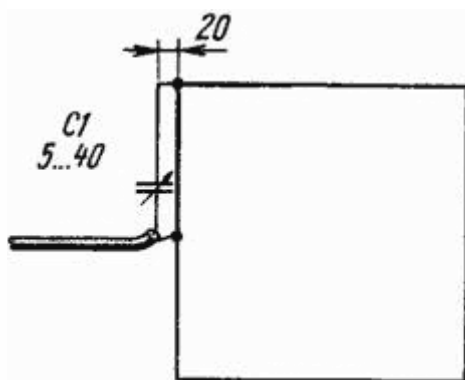
(AB) и рефлектора (P) рассчитывались по формулам из [1], после чего проверялись с помощью прибора измерителя частотных характеристик (ИЧХ) XI-48. Директоры (Д1 - Д11) выполнены с уменьшением у

каждого последующего (в расчете на одну сторону) на 5 мм. Материал для изготовления элементов — алюминиевый провод в поливинилхлоридной изоляции от трехфазного кабеля АПВ (ещё лучше — омеднённый



алюминиевый провод в такой же изоляции, который можно паять). Изоляция с провода не снималась (элементы с изоляцией белого, черного и красного цветов удобно чередовать — легче не путать их при настройках операций: через два элемента разница в размерах становится более

заметной). Длины сторон рамок и расстояния между ними указаны на рис. 2 (в скобках приведены значения их периметров).



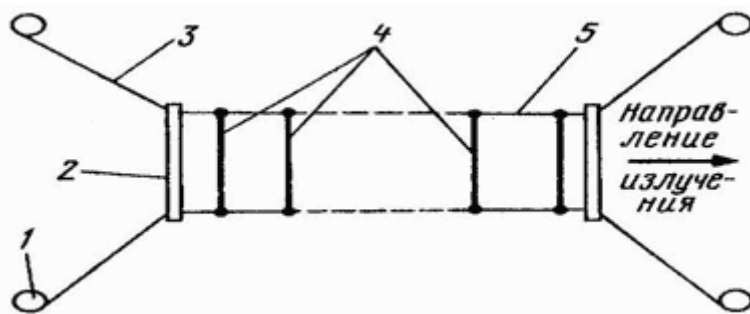
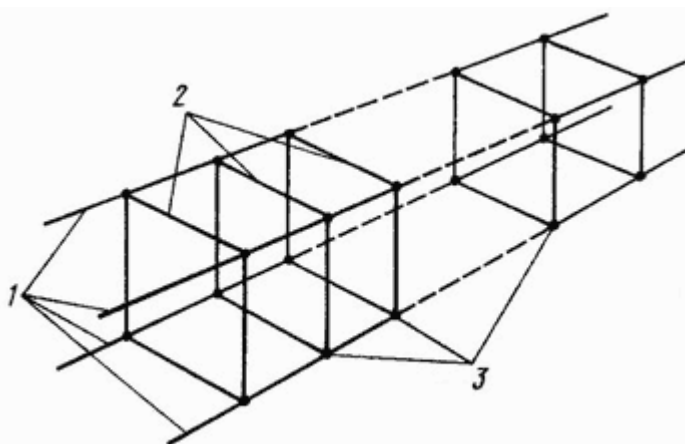
Входное сопротивление антенны — около 45 Ом. Для питания автор

применил отрезок коаксиального кабеля РК-50 диаметром 4 мм и длиной примерно 1 м (Рис. 3). В месте подключения к вибратору 1 установлено кольцо 2 диаметром 20 мм из феррита 20ВЧ, на котором сделан один виток кабелем 3. Можно применить и гамма-согласование (Рис. 4), которое позволит согласовать антенну более точно и, на выбор, как с 50-, так и с 75-омным кабелем. Можно также для согласования подвигать первый директор относительно активного вибратора, а затем подтянуть остальные директоры.

Следует отметить, что антенны с большим числом элементов должны иметь жесткую конструкцию — расстояния между элементами в процессе эксплуатации не должны изменяться. Как показали эксперименты в

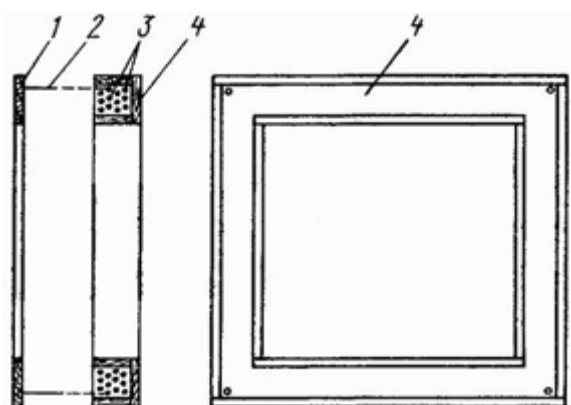
полевых условиях, двух отрезков лесы недостаточно: малейшее дуновение ветерка — и антенна начинала "играть" — элементы раскачивались подобно белью на веревке. Наилучший вариант — жесткая траверса, но для походных условий это нежелательно, поэтому предлагаю конструкцию, схематично показанную на Рис. 5: добавить ещё два отрезка 1 рыболовной лесы или струны для теннисных ракеток, т. е. довести их число до четырех. Отрезки следует растянуть по углам внутри рамок 2 и закрепить последние (после окончательной настройки), например, с помощью той же лесы 3, на требуемом расстоянии одна от другой в соответствии с Рис. 2. Длину отрезков лесы необходимо выбрать с таким расчётом, чтобы с каждого края антенны осталось по 3...4 м для привязывания к опорам, например, к деревьям.

Для увеличения надежности можно по краям конструкции поместить рамки 2 (Рис. 6), изготовленные из деревянных реек, прикрепить к ним по углам концы отрезков лесы 5, а уж за рамки растягивать антенну с помощью, например, капроновых бечевок 3 (здесь 1 — опоры, 4 — элементы антенны). Если на одной или на обеих рамках сделать жёлоб из деревянных брусков 4 (Рис. 7), то вибраторы антенны 3 и растяжки 2 можно будет укладывать в них, как в футляр, в свёрнутом состоянии, и, в таком виде, хранить антенну и транспортировать на любое расстояние. Для крепления рамки-крышки 1 к рамке 4 можно использовать крючки или колечки изолянты. Питающий кабель, при этом, может быть уложен вместе с антенной

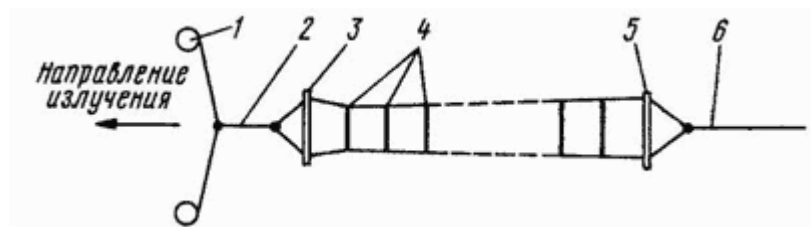


по периметру рамок или отключен (при наличии разъёмного соединителя).

Элементы антенны следует изготавливать из хорошо отрихтованного провода. Проще всего это сделать путем его вытягивания, закрепив один из концов в тисках и зажав другой в плоскогубцах. Отрезая заготовки, необходимо предусмотреть припуск на соединение (скрутку или сварку) концов провода, для чего их следует освободить от изоляции. Небольшой "хвостик" из скрученных проводов на работу антенны не влияет, важно лишь, чтобы были соблюдены расчётные периметры рамок. Места соединений элементов лучше расположить с одной стороны антенны, например, снизу. В плоскости рамок не должно быть перекосов. Устанавливать их относительно одна другой следует строго параллельно и "концентрически" (при взгляде со стороны рефлектора).

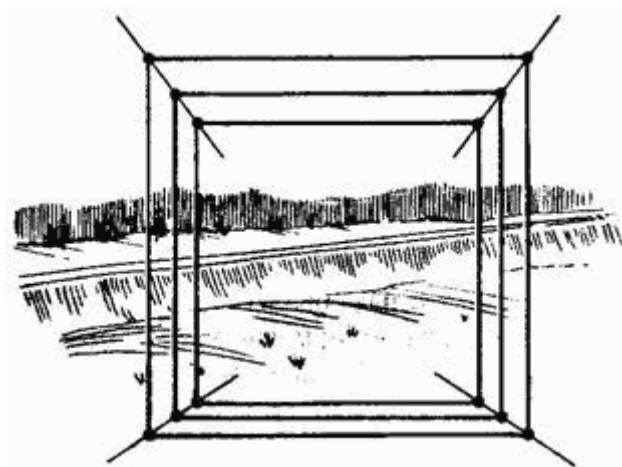


Ориентировать антенну для уточнения направления на корреспондента можно так, как показано на Рис. 8, т. е., удерживая её за деревянную рамку 5 (или оттяжку 6)



за рефлектором — в этом случае влияние на неё со стороны оператора минимальное. Растяжку 2, закрепленную на деревянной рамке 3 со стороны директоров 4 желательнее привязать к опорам 1. Найдя правильное направление на корреспондента, рамку лучше перевязать за углы — антенна будет меньше крутиться при ветре.

Эксперимент с ЭА (при вертикальной поляризации) проводился в непосредственной близости от земли, в осушённой болотистой местности, в низине. Верхние части элементов антенны находились на высоте 1,8 м. ЭА была растянута между стенкой сарая и небольшой доской, врытой в землю в качестве опоры и усиленной со стороны антенны косынкой. Расстояние до корреспондентов достигало 22...24 км. В "створе" ЭА находилась дорога, проходящая по насыпи и делящая "створ" пополам, до дороги примерно 200 м, а за ней — лес 350...500 м (ситуация, схематически изображенная на Рис. 9).



При тщательном изготовлении и жесткой конструкции ЭА "пятно", очерчиваемое главным лепестком диаграммы направленности (по уровню 0,7) — 25...30°. При нечёткой установке элементов "пятно" размывается, а усиление падает. Если нет возможности обеспечить механическую стабильность многоэлементной антенны (на четырех отрезках леса ЭА достаточно жестка) и достаточную точность её изготовления, лучше ограничиться четырьмя-пятью элементами, а для их изготовления взять

провод большего диаметра. В этом случае, антенну придётся поднимать выше во избежание отражения от земли вблизи антенны из-за расширения главного лепестка диаграммы направленности. Однако, крепить элементы (и в этом случае), всё равно, придётся достаточно жёстко. При работе в лесу (особенно при вертикальной поляризации) следует выбирать разреженные или открытые в сторону корреспондента места (ещё лучше — возвышенные), подвешивая антенну между деревьями или опорами с таким расчётом, чтобы избежать присутствия деревьев в "створе" антенны вблизи от неё.

Итак, описываемая ЭА может складываться и раскладываться подобно мехам гармоники, рыболовным "фитилям". Это удобно при свёртывании, переноске и последующем быстром развёртывании, но годится лишь для сравнительно медленного поворота антенны. Впрочем, если всё подготовить заранее (крючки для крепления, например), то антенну можно повернуть вдвоём за десяток секунд, что позволяет использовать её и в соревнованиях "Полевой день" на выезде.

13-элементная ЭА рассчитывалась для работы на частоте 145,5 МГц. При небольшой корректировке и, даже без неё, антенну можно использовать во всём двухметровом любительском диапазоне. Усиление ЭА — не менее 15...16 dBd. Ширина основного лепестка диаграммы направленности как в вертикальной, так и горизонтальной плоскости — не более 30° (по уровню 0,7). Входное сопротивление — около 45 Ом, КСВ на частоте 145,5 МГц при использовании коаксиального кабеля РК-50 и согласующего устройства, показанного на Рис. 3, — 1,8.

Использованные автором методы оценки качества антенны — любительские, приблизительные. При экспериментах применялась зарубежная аппаратура: IC-706, FT-11, FT-270. На расстоянии 24...25 км, при низко подвешенной ЭА и мощности 0,3 Вт, корреспонденты давали максимальные оценки 3—4 балла по шкалам имеющихся S-метров. Для сравнения: в их аппаратуре "открывается" и "держит" шумоподаватель и разборчивость сигнала равна 100 % при уровнях сигнала, когда S-метр, вообще, ничего не показывает. А ведь известно, при слуховом контроле 1 балл — приём невозможен, так что уровень сигнала в городе оказался значительным даже при такой малой мощности. При увеличении же её до 4 Вт максимальные оценки были 59, 59+10 и даже 59+20 дБ! Правда, последние "децибелы", порой, "подмаргивали". Эксперимент проводился в ЧМ режиме. Для приёма в городе использовались вертикальный диполь, четырёхэлементная коллинеарная антенна и пятиэлементный "волновой канал" с вертикальной поляризацией, расположенные на крышах домов, причём, в дальнем (от ЭА) конце города и "волновой канал" стоял "чуть боком".

Замечено влияние влажной земной поверхности и растительности на прохождение сигнала у земли. Стоило пройти дождю и выглянуть солнцу, как сила сигналов падала на 2 балла. Оценено соотношение уровней сигналов между штатной для FT-11 "резинкой" и ЭА: только "изменение спектра шумов — приём невозможен" — к RS59 с децибелами, соответственно, что явно говорит в пользу ЭА.

Антенна "волновой канал" на такой небольшой высоте была бы безнадежно расстроена. Большие линейные размеры элементов такой антенны требуют большей тщательности в эксплуатации и большей высоты подвеса, что не всегда возможно. Хотя при ходьбе, наверное, переносить "Yagi" в свёрнутом состоянии удобнее, например [2].

Экспериментировать с УКВ антеннами, как говорилось выше, можно на "стенде" из двух натянутых отрезков леси. Элементы дипольных антенн, например, просто кладут сверху и перемещают друг относительно друга при настройке. От случайного смещения их можно закрепить какими-либо зажимами, например, пластмассовыми бельевыми прищепками с пропилами. В качестве образцового можно использовать сигнал "маячка" [3], установленного в "створе" антенны в центре основного лепестка диаграммы направленности на расстоянии не менее 10 длин траверсы (расстояние от рефлектора до последнего директора). Кабель от активного вибратора подключают ко входу приёмника, настройку ведут по максимуму сигнала "маячка".

Таким же образом можно "отработать" направленную антенну для приёма сигналов телевидения за зоной уверенного приёма. Кабель от антенны, в этом случае, подключают к телевизору, а настройку ведут, добиваясь максимальной контрастности и минимума шумов (муара) на экране, а лучше, контролируя напряжение АРУ. Последовательность настройки такая. Сначала, на достаточной высоте, не менее длины волны от верхнего края антенны, натягивают леси-траверсы в направлении на телецентр, подвешивают активный вибратор и подключают его к телевизору. Затем позади вибратора устанавливают рефлектор и перемещают его по траверсам до получения

максимально возможного уровня сигнала (возможно, это будет всего лишь увеличение шумов в канале звукового сопровождения). Закрепив рефлектор в найденном положении, устанавливают первый директор и, таким же образом, добиваются дальнейшего увеличения сигнала, затем, - второй и т. д.: до последнего директора.

Далее, уточняют направление на телецентр, поворачивая траверсы со стороны рефлектора, после чего, ещё раз корректируют положение всех элементов антенны по максимуму принимаемого сигнала. Подобным образом, автором была выполнена десятиэлементная антенна на шестой телевизионный канал для приёма передач в горах Карачаево-Черкессии (принимался отраженный от горы сигнал). За неимением подходящего трубчатого материала, активный вибратор пришлось вырубить из листа дюралюминия, (вибратор Пистолькорса).

Несколько слов о подключении кабеля питания к активному вибратору. В месте разрыва, в его средней части, устанавливают диэлектрическую вставку, на которой закреплен коаксиальный кабель или коаксиальное гнездо разъёмного соединителя. Для быстрого изготовления антенны возможен и вариант, применённый автором: концы провода активного вибратора отгибают под прямым углом, расплющивают для лучшей фиксации кабеля, после чего, накладывают один на другой (изоляция на изоляцию) и скрепляют биндом из прочных — капроновых, лавсановых или обычных "суровых", пропитанных битумом — ниток, (проволоку использовать нежелательно, так как, бинд из неё даёт паразитные резонансы в электромагнитном поле антенны). Рамка, при этом, несколько деформируется, но это не страшно, важно лишь, чтобы рабочий периметр вибратора был равен расчётному. К концам вибратора биндом из одножильного лужёного провода крепят оплётку и центральную жилу коаксиального кабеля, предварительно пропущенного через ферритовое (ВЧ20) кольцо внешним диаметром 16...20 мм (Рис. 3). На другом конце кабеля монтируют вилку коаксиального соединителя для подсоединения к антенному гнезду радиостанции.

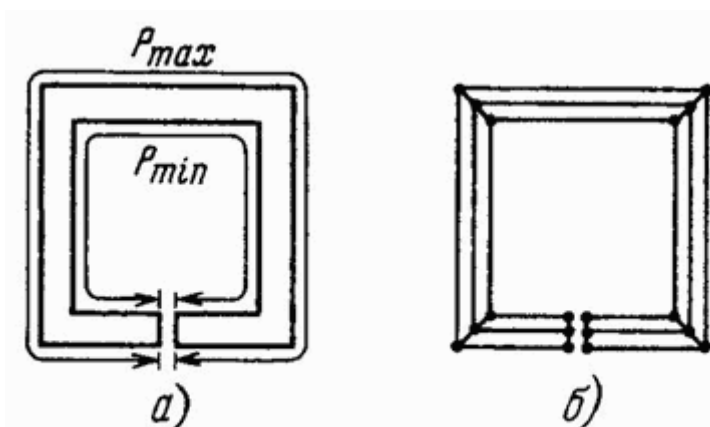
Поляризацию антенны легко сменить, развернув на 90° только активный вибратор (остальные элементы трогать не нужно). Некоторое неудобство в данной конструкции доставляет отсутствие компенсации веса кабеля при вертикальной поляризации. При небольшой его длине проблем не возникает — оператор сам держит кабель, при большой же, длине приходится поддерживать его дополнительной рогаткой, воткнутой в землю вблизи активного вибратора. Кабель желательно расположить перпендикулярно его стороне (при вертикальной поляризации он должен располагаться строго горизонтально).

Автор надеется, что простота конструкции и изготовления описанной ЭА подвигнут радиолюбителей на собственные эксперименты с антенной техникой, ведь известно, что лучший усилитель РЧ — хорошая антенна. Такая антенна позволит чувствовать себя значительно увереннее в походе, на даче, одним словом, везде, где нужно обеспечить надежную связь малой мощностью на большие (по "меркам" УКВ и QRP) расстояния. Ведь малая мощность — малые габариты самой аппаратуры и, главное, источников её питания. Вспомните результаты испытаний, приведённые выше: только изменение спектра шумов на штатную антенну радиостанции при выходной мощности 4 Вт и 3—4 балла по "загрубленному" S-метру при 0,3 Вт - разница существенная !

Антенна названа экспериментальной — радиолюбитель сам решит, как лучше её изготовить из имеющихся материалов. В походном варианте (без деревянных рамок или

футляра и кабеля) она весит меньше килограмма, удобна в переноске — одной рукой можно нести и антенну и сумку (внутри рамок-вибраторов), а концы лес

траверс нетрудно собрать в пучок и временно закрепить колечками ПВХ изолянты или КЛТ. Антенна допускает находиться рядом с ней (сбоку) на расстоянии до 150...200 мм, что, в свою очередь, позволяет использовать кабель небольшой длины. Не менее важно и то, что антенна нормально работает при малых высотах подвеса (хотя большая высота, если позволяют обстоятельства, нисколько не помешает). На практике верхний край вибраторов должен находиться на высоте не менее 1 м (лучше — 1,5...2 м) от земли. Расстояния между вибраторами выбраны с учётом их лёгкого запоминания, что упрощает изготовление антенны по мере надобности (экспромтом), а также, в случае необходимости корректировки положения вибраторов при их случайном смещении.



Следует учесть, что при использовании для изготовления рамок неровного (неотрихтованного) провода возникает ошибка, выражающаяся в удлинении периметра элементов. При изготовлении и настройке активных рамок антенны, порой возникает ситуация, когда отрезано от материала рамки больше, чем это требовалось. Не отчаивайтесь, помните, что кабель к ним подключается

тоже проводниками, длина которых от выхода центральной жилы коаксиального кабеля из-под оплётки также входит в длину вибратора. Варьируя длиной соединительных с кабелем проводников можно уменьшать или увеличивать частоту резонанса настройки антенны. Применение более толстого провода ведет к увеличению собственной ёмкости рамок, что требует соответствующего уменьшения их периметра. Ориентировочно полосу пропускания F (в мегагерцах), которая растёт с увеличением диаметра проводника рамки (в том числе и в виде ленты), можно вычислить, пользуясь формулой, приведённой в [1]. Например, для активного вибратора $F\Delta = F_{max} - F_{min} = 304635/P_{min} - 304635/P_{max}$, где F_{max} и F_{min} , соответственно, верхняя и нижняя граничные частоты полосы пропускания, соответствующие минимальному (внутреннему) и максимальному (внешнему) периметрам рамки (Рис.10а).

Ленточный вибратор можно смоделировать из нескольких проводов, электрически соединив их друг с другом (рис. 10, б), чем давно и успешно пользуются при изготовлении зигзагообразных телевизионных антенн. Порой, изготавливая антенну по описанию, лучше несколько увеличить диаметр

проводов элементов, и, таким образом, "остаться" в полосе пропускания, несколько потеряв в усилении антенны.

Пользуясь случаем, хочу выразить благодарность оказавшим автору (вольно или невольно) помощь в эксперименте: RA9LO, RA9LZ, RA9LE, UA9LFJ, RA9LT, UA9LAJ, UA9LP, UA9LDG, RA9LY, UA9LAC, UA9LR, RA9LAP, UA9LBG, а также радиолюбителям Свердловской области, установившим ретранслятор (канал IARU R1 145025 кГц — TX / 145625 кГц — RX) и побудившим меня к этой затее. После

долгих бдений во время экспериментов с ЭА мне все же удалось обнаружить нечёткие сигналы с S2 QSB ретранслятора. Но на передачу, естественно, двух ватт не хватило (QRB 300 км), чтобы открыть ретранслятор. Пришлось изготовить звуковой генератор синусоидальных колебаний на электромеханическом фильтре 3Ч с частотой 1343 Гц и полосой пропускания 9 Гц (ШЫ 2.067.064 по ТУ радиостанции "Кама-С"), чтобы при "открывании" репитера свердловскими станциями на фоне голоса мог "пролезть" слабый тональный телеграфный сигнал.

Но не тут-то было. Нужно время и отличное прохождение, которое бывает "только раз в году", например, как в ноябре 1996 г., когда со свердловчанами работали ЧМ напрямую, без ретрансляторов. Пока же, применяя ЧМ телеграфию и нажимая на голосовые связи, я смог докричаться только до наших "фирм". Они по достоинству оценили качество моей ЭА и позвонили на контрольный пункт Госсвязьнадзора, так как уровень моего сигнала (в направлении на Екатеринбург, а при экспериментах — и в других направлениях) скомпенсировал подавление частот двухметрового любительского диапазона входной цепью их приемника (подавление зеркального канала). Эксперимент пришлось прекратить.

Несколько слов о других экспериментах с рамочными антеннами. Испытания двухэлементного "двойного квадрата" показали, что для связи внутри города он подходит в качестве "ненаправленной" антенны с вертикальной поляризацией при мощности передатчика 1...5 Вт. Будучи установленным повыше над крышей, он "достает до самой земли" в любом направлении как при приеме, так и при передаче (эксперименты автора с UA9LFJ). Приобретение антенной ненаправленных свойств объясняется переизлучениями, отражениями, например, от зданий, проводов, металлических столбов и других конструкций. При использовании такой антенны на краю города вступает в силу её диаграмма направленности, имеющая довольно широкий (примерно 60° по уровню 0,7) основной лепесток и усиление около 8 dBd (при расположении рефлектора на расстоянии 0,2 от вибратора и входном сопротивлении 75 Ом). Благодаря этому поворачивать антенну не нужно, достаточно направить её на город. При удалении от города последний занимает всё меньший и меньший угол на горизонте, а уровень сигналов падает пропорционально квадрату расстояния, что соответствует более узкому основному лепестку диаграммы направленности (большему коэффициенту усиления) у антенн с повышенным числом элементов.

Испытывалась и семиэлементная ЭА, расположенная внутри деревянного сарая. Ширина главного лепестка её диаграммы направленности оказалась равной примерно 40°, а усиление — около 12 dBd.

Как выяснилось, влияние на настройку активного элемента (в плане резонансной частоты и входного сопротивления) со стороны четвертого и последующих директоров можно не учитывать и число их выбирать по потребности. При этом не следует забывать, что при большом числе директоров хотя и можно сконцентрировать энергию до малого "пятна", но недолго и "промазать" в направлении на корреспондента как по азимуту, так и по углу места. В то же время, многоэлементные антенны способны работать на меньшей высоте. Отмечено увеличение сигнала на один балл при поднятии ЭА от первоначальной высоты всего на 300 мм. При смене поляризации на горизонтальную (у корреспондента — вертикальная) сила сигнала падает на четыре балла. Более точного согласования фидера с антенной (а также небольшого "качания" диаграммы направленности) можно достичь перемещением ферритового кольца по кабелю.

Некоторое опускание средних элементов ЭА и подъём последних директоров (из-за провисания траверс из лесы), а также подвеска верхних сторон элементов на одном уровне (аконцентрично) создает дополнительные условия к небольшому поднятию основного лепестка диаграммы направленности. Это также способствует возможности низкой подвески над поверхностью земли без риска отражения и рассеяния сконцентрированной РЧ энергии вблизи антенны. Вместе с тем условия распространения этой энергии над самой поверхностью земли остаются в пределах раскрыва главного лепестка диаграммы направленности антенны.

В заключение предлагаю небольшую программу на GW-BASIC для расчёта размеров (длин элементов и расстояний между ними) предлагаемой ЭА на другие частоты (перенос в строке 240— условный, в действительности его нет).

```

10 DIM A(20)
20 CLS
30 PRINT "          UA9LAQ VHF ANTENNA DESIGN"
40 INPUT "Расчётная частота антенны, кГц"; F; PRINT
50 PRINT "Периметры элементов, м          Длина стороны, м"
60 DW = 300000 / F
70 PR = DW * 1.1133333#
80 PA = DW * 1.01545
90 PRINT " R ", PR, "-----", PR / 4
100 PRINT " A", PA, "=====", PA / 4
110 FOR I = 0 TO 10
120 READ A(I)
130 PD(I) = DW * A(I)
140 PRINT " D "; I + 1, PD(I), "-----", PD(I) / 4
150 DL = PD(0)+PD(1)+PD(2)+PD(3)+PD(4)+PD(5)+PD(6)+PD(7)+PD(8)+PD(9)+PD(10)
160 NEXT I
170 PRINT "Расстояния между элементами, м"
180 RA = DW * .19885
190 PRINT "RA", RA; " рефлектор – активный вибратор"
200 AD = DW * .15035
210 PRINT "AD", AD; " активный вибратор – первый директор"
220 DD = DW * .24735
230 PRINT "DD", DD; " между директорами (все расстояния одинаковы)"
240 DATA 0.96030003,0.95060003,0.94090003,0.93120003,0.92150003,0.91180003,
        0.90210003,0.89240003,0.88270003,0.87300002,0.86330002
250 OD = PR + PA + DL
260 PRINT"Сумма периметров всех элементов(без конструктивного припуска,м)";OD

```

Результат работы программы:

UA9LAQ VHF ANTENNA DESIGN
Расчётная частота антенны, кГц? 145500

Периметры элементов, м		Длина стороны, м
R	2.295533	----- .5738831
A	2.093711	===== .5234278
D1	1.98	----- .495
D2	1.96	----- .49
D3	1.94	----- .485
D4	1.92	----- .48
D5	1.9	----- .475
D6	1.88	----- .47
D7	1.86	----- .465
D8	1.84	----- .46
D9	1.82	----- .455

D10	1.8	-----	.45
D11	1.78	-----	.445

Расстояние между элементами, м

RA .41 – рефлектор – активный вибратор

AD .31 – активный вибратор – первый директор

DD .51 – между директорами (все расстояния одинаковы)

Сумма периметров всех элементов(без конструктивного припуска, м) 25.06925

Ok

После запуска программы командой RUN вводят значение частоты, для которой рассчитывается антенна. Результат появится сразу после нажатия клавиши "Enter". Если все PRINT в программе заменить на LPRINT, то получим "твердую" копию результатов расчёта на принтере. Можно воспользоваться и клавишей "Print Screen" — результат целиком умещается на одной экранной странице.

Литература:

1. Ротхаммель К. Антенны. М.: Энергия, 1979, стр.267,268.
2. Ротхаммель К. Антенны. М.: Энергия, 1979, стр. 232, 233.
3. Беседин В. УКВ Маячок. — КВ журнал, 1998, № 2, стр. 46, 47.
4. Беседин В. Адаптация радиостанций промышленного применения к любительским условиям. — Радиолобитель. КВ и УКВ., 1996, № 6, стр. 26.
5. Беседин В. Экспериментальная антенна на 145 МГц. КВ журнал, 1998, № 3, стр. 22...30
6. Беседин В. Экспериментальная антенна на 145 МГц. Радиолобитель. КВ и УКВ., 1998, № 5, стр. 31.

73! С Уважением: Виктор Беседин (UA9LAQ) ua9laq@mail.ru
г. Тюмень, июль 2002 г