



CQ-QRP

Издание Российского Клуба Радиооператоров Малой Мощности

34 весна 2011



Яна Силаева RA3XEY с подарком от Клуба — картой любительских позывных

СОДЕРЖАНИЕ

Клубные новости — *Владислав Евстратов RA3ALL*
Об эффективной площади антенн — *Владимир Поляков RA3AAE*
Регенеративный усилитель с кварцем — *Игорь Черников UA3DJY*
За DX в полнолуние — *Владимир Никитин UA1AVA*
Приемопередатчик «Бекас-М» — *Виктор Беседин UA9LAQ*
Антенны UA6AGW — *Александр Грачев UA6AGW*
Про атмосферное электричество — *Юрий Трусов, Андрей Гольцов*
Юмор, письма читателей

Главный редактор — *Владимир Поляков RA3AAE*
Редколлегия: *Владислав Евстратов RA3ALL* — Председатель Совета Клуба,
Вячеслав Синдеев UA3LMR, Тамара Кудрянцева UA3PTV,
Алексей Овчаров RK4FB — Администратор сайта qrp.ru

© Клуб RU-QRP

Клубные новости

Владислав Евстратов RX3ALL

Здравствуйте, уважаемые читатели! Перед тем, как вы перейдете к чтению основного материала этого номера, вкратце расскажем вам о тех событиях, которыми жил наш Клуб с момента выхода предыдущего номера журнала.

После подведения итогов соревнований WAKE UP – 2010 определились призёры, набравшие максимальное количество очков по итогам 2010 года. Ими стали наши одноклубники Laci HA7UG, Василий UA1AFT и Сергей RD9CX! Они награждаются памятными плакатками. От всего сердца поздравляем наших призёров и желаем им новых побед!

19 апреля Советом Клуба было принято очень важное решение: «В целях полной финансовой прозрачности публиковать текущий баланс Клубных средств на нашем портале в разделе «Совет Клуба – Тематика – Бюджет Клуба». Напомню, что поступления в бюджет идут от частных пожертвований одноклубников. Теперь любой желающий сможет зайти на Клубный портал, чтобы посмотреть текущий баланс Клубных средств и при желании внести свою лепту в развитие Клуба.

2-го мая стали известны итоги соревнований «Союз Клубов» за 2011 год. Наш Клуб занял в них первое место! Помимо этого, наши одноклубники завоевали награды еще в 13-ти индивидуальных номинациях. Поздравляем всех наших одноклубников с этой победой!

С 6-го по 9-е мая этого года состоялась первая экспедиция RU-QRP Клуба по международной дипломной программе "World Rivers Award" (WRA) в акваторию реки Угра, WRA: RAR-183. QTH: д.Желанья, RDA: SM-25, LOC: KO74GU FT-950, TS-480sat, Yagi 20-15-10, GP30, IV 40-80, G5RV. Наши одноклубники Вячеслав RW3XS и Вячеслав UA3LMR отработали в эфире с фарватера Угры на надувной лодке и провели 18 QSO. Аппаратура на лодке была следующая HB1 + GP 20м. Состав экспедиции: Виктор UA9JFM/3, Вячеслав UA3LMR, Вячеслав, RW3XS, Михаил RK3FW и Владислав RX3ALL.

Главным событием предстоящего лета станет традиционный Слёт RU-QRP Клуба «Угра-2011», который пройдет с 22-го по 24-е июля в Калужской области на живописном берегу реки Угра близ деревень Звизжи и Николо-Ленивец.

В настоящее время уточняется программа Слёта, которая как всегда будет тематической, интересной и насыщенной. Скажем сразу: забегов в мешках, перетягиваний канатов, орательных «тестов» и других подобных мероприятий на Слёте не предвидится.

Интерес к работе в эфире малой мощностью всё возрастает и, судя по всему, не утихнет никогда. Если вам интересно это направление в нашем хобби, и вы хотите, как можно больше узнать о нём, то - добро пожаловать на наш Слёт.

На Клубном портале открыта ветка форума, на которой можно изъяснить своё желание участвовать в Слёте. Там же в самое ближайшее время появится страничка, посвящённая этому событию. Следите за обновлениями.

Успехов вам, дорогие читатели!

CQ-QRP # 34

Об эффективной площади малой антенны

Владимир Поляков RA3AAE

Введение. Этот номер журнала, хоть и вышел с запозданием по объективным причинам, получился большим по объему, и целиком отдан авторам – естествоиспытателям (жаль, что это прекрасное слово теперь редко услышишь). Я с огромным интересом, как остросюжетный роман, прочитал статью преподавателей из города Искитима об опытах с атмосферным электричеством. Эти замечательные люди не только проводят научные (без кавычек!) исследования, но и приучают к ним ребятишек, за что им низкий поклон и благодарность ото всех, кому не безразлично будущее страны. Они имеют смелость посягать на тайны природы, находить интересные аспекты в самых простых (казалось бы) явлениях, и не боятся показаться смешными в глазах обывателей. Исследованные ими флуктуации заряда на изолированных проводниках объясняются, скорее всего, явлением электрической индукции. Впрочем, оно мало исследовано, как и вообще электростатика, остановившаяся в развитии где-то на уровне позапрошлого века.

Флуктуации заряда обнаружил в лабораторных условиях и другой наш автор – Виктор Беседин UA9LAQ. В редакционном портфеле лежит его статья про это явление с обсуждением практических применений. Сегодня же он предлагает QRP-сообществу не ограничиваться рамками КВ и описывает разработанный им простой QRP трансивер прямого преобразования УКВ диапазона 2 метра.

Александр Грачев UA6AGW, разработавший, как надеюсь, помнят читатели, ряд многокаскадных регенераторов, сконструировал гибридную (рамка – диполь) антенну, получил на нее патент РФ, и теперь предлагает радиолюбителям практические конструкции своих антенн на диапазоны 40 и 80 метров, вполне пригодные для повторения и быстрого развертывания в полевых условиях.

Как всегда интересна статья Володи Никитина UA1AVA о влиянии Луны на распространение КВ, и отдаю дань новаторству Игоря Черникова, сделавшего регенеративный преселектор на кварцевом резонаторе и получившего фантастические результаты – полоса пропускания 30 Гц в диапазоне 28 МГц!

В этот раз я не прибежал к сокращению статей, обычному при редактировании, чтобы яснее был виден ход изобретательской и исследовательской мысли наших замечательных авторов. Со своей стороны предлагаю несложную, недавно выведенную формулу для эффективной площади простых ненаправленных, проволочных и электрически малых антенн, в том числе и регенеративных. Заранее прошу извинения у подготовленных читателей за повторение ряда известных истин – они необходимы для людей, мало искушенных в электродинамике. Во введении у меня получился целый обзор публикаций этого номера, и только по названной причине статья поставлена первой.

Параметры электромагнитных волн и приемной антенны. Классические уравнения Максвелла являются, по существу, математическим описанием законов полного тока и электромагнитной индукции. Они же предсказали существование в свободном пространстве (эфире) поперечной электромагнитной волны, распространяющейся с постоянной скоростью, равной скорости света: $c = 1/\sqrt{\mu_0\epsilon_0}$. Здесь μ_0 и ϵ_0 – электрическая и магнитная константы, имеющие размерность погонной индуктивности (Гн/м) и емкости (Ф/м). Для справки: $\mu_0 = 1,26$ мкГн/м, $\epsilon_0 = 8,85$ пФ/м. Тонкие и длинные провода антенн и линий передач, подвешенных на

достаточном удалении друг от друга и от посторонних предметов, имеют погонные индуктивность и емкость примерно такого же порядка.

Напряженности электрического \mathbf{E} (В/м) и магнитного \mathbf{H} (А/м) полей в электромагнитной волне однозначно связаны (поскольку поля неразрывны – одно порождает другое): $E = ZH$ (аналог закона Ома), где $Z = \sqrt{\mu_0/\epsilon_0} = 120\pi = 377 \text{ Ом}$ – волновое сопротивление эфира. Замечу для сравнения, что эти же соотношения верны и для любой линии передачи (кабеля). Скорость распространения $v = 1/\sqrt{LC}$ и волновое сопротивление $Z = \sqrt{L/C}$, где L и C – погонные индуктивность и емкость, которые легко измерить на метровом отрезке кабеля. Если пространство или линия передачи заполнены средой, имеющей относительные магнитную и диэлектрическую проницаемости μ и ϵ , то в формулы вместо μ_0 и ϵ_0 надо подставлять произведения $\mu\mu_0$ и $\epsilon\epsilon_0$. Если $\mu = 1$ (диэлектрик), тогда скорость распространения, длина волны и волновое сопротивление уменьшаются в $\sqrt{\epsilon}$ раз. Это и есть показатель преломления, введенный оптиками задолго до Максвелла.

Электромагнитная волна переносит энергию. Плотность потока энергии в $\text{Вт}\cdot\text{м}^2$ (мощность, переносимая волной через единичную площадку, перпендикулярную направлению распространения) дается вектором Умова-Пойнтинга $\mathbf{\Pi} = \mathbf{E}\cdot\mathbf{H}$. Поскольку \mathbf{E} и \mathbf{H} связаны, то в свободном пространстве $\Pi = E^2/Z = H^2Z$. Видим, что плотность потока энергии пропорциональна квадрату напряженности поля (так же, как в электрической цепи мощность пропорциональна квадрату напряжения или тока). Но из физики известно, что квадрат напряженности пропорционален объемной плотности энергии w ($\text{Дж}/\text{м}^3$). В электромагнитной волне $w = \epsilon\epsilon_0 E^2 = \mu\mu_0 H^2$. Пользуясь приведенными формулами, легко показать, что $\mathbf{\Pi} = w\cdot\mathbf{c}$ (рис. 1).

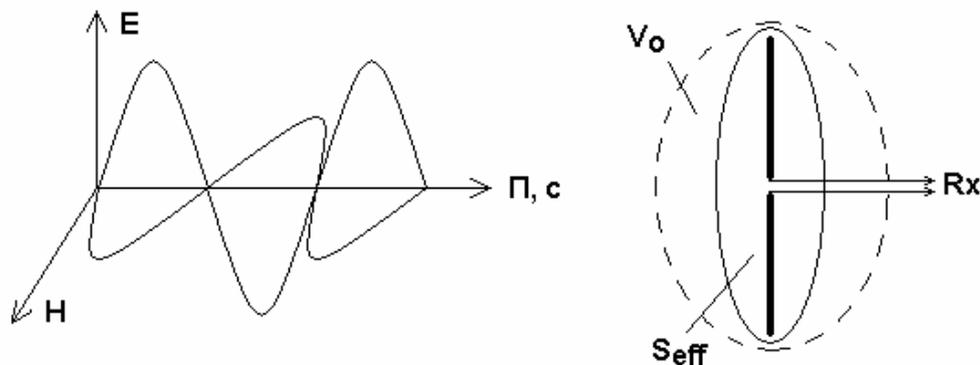


Рис 1

Справа на рис. 1 изображен приемный полуволновый диполь. Любую приемную антенну характеризуют действующей высотой (длиной) h и эффективной поглощающей площадью S_{eff} , позволяющими легко рассчитать ЭДС, наводимую в антенне, и мощность, отдаваемую антенной в приемник:

$$\epsilon = E \cdot h;$$

$$P = \Pi \cdot S_{\text{eff}}.$$

Действующую высоту рассчитывают по распределению тока по длине вибратора (путем замены реально существующего синусоидального распределения фиктивным прямоугольным), для полуволнового диполя $h = \lambda/\pi$. Про S_{eff} – ниже.

Зачем антенне ее ближнее поле? Этот вопрос плохо освещен в литературе, а часто и вообще замалчивается. А между тем, только благодаря своему ближнему полю, антенна и излучает, и принимает радиоволны! Поясню подробнее, начав с обычного колебательного контура (рис. 2, а). В нем электрическое поле сосредоточено между пластинами конденсатора, а магнитное – преимущественно внутри катушки. Поля не пересекаются, и излучения практически нет.

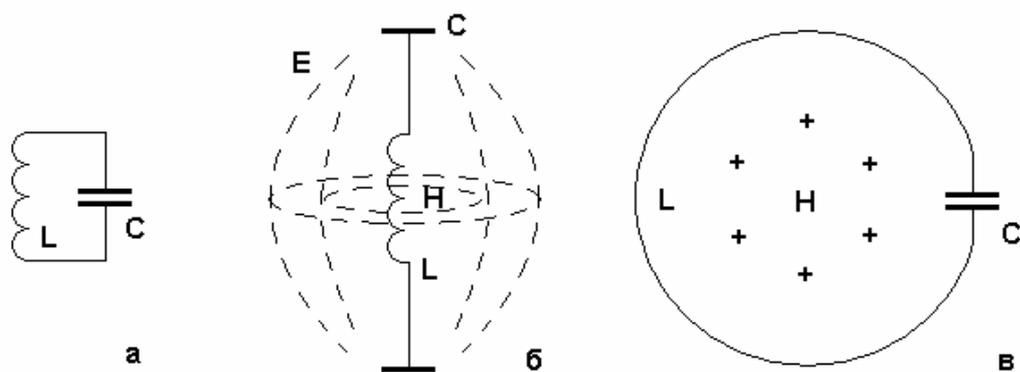


Рис 2

Раздвинем пластины конденсатора, увеличив их площадь, чтобы сохранить настройку, или смирившись с уходом частоты вверх. Теперь электрическое поле E «выплеснулось» наружу, и мы получили малую электрическую антенну, укороченную (по сравнению с длиной волны λ) емкостными нагрузками на концах вибратора и удлиняющей катушкой в середине (рис. 2, б). Теперь поле E взаимодействует с магнитным полем H , но не тем, которое в катушке, а тем, которое создается продольным током, текущим по вибратору с катушкой. Его силовые линии имеют вид концентрических колец, «надетых» на провод антенны.

Остается еще важный момент: для излучения E и H должны быть синфазны, а в контуре, и в малом электрическом вибраторе они квадратурны, т.е. сдвинуты по фазе на 90° . Выручает конечное время распространения полей: если магнитное поле, в какой либо точке вблизи середины вибратора синфазно с током, то электрическое поле отстает на 90° , и еще на некоторый угол, пропорциональный времени распространения поля от концов вибратора до данной точки. Отсюда ясно, что чем меньше размеры антенны, тем хуже она излучает (и принимает).

Малую антенну можно сделать из колебательного контура и по-другому: растянуть витки катушки, превратив ее в рамку. Получится магнитная антенна (рис. 2, в), настроенная конденсатором. В ее ближнем поле преобладает магнитная компонента, с векторами H , направленными сквозь рамку, перпендикулярно плоскости рамки (обозначены крестиками). Электрическое поле тоже есть, оно уже вихревое, и направлено вдоль провода рамки. Оно и создает напряжение на пластинах конденсатора при наличии колебаний в рамке. Заметим, что для настройки электрически малой антенны в резонанс нужны дополнительные индуктивность или емкость, т. е. удлиняющая катушка или настроечный КПЕ.

Избавиться от этих дополнительных элементов позволяет лишь полуволновый диполь. От малых антенн к нему можно перейти так: растянуть катушку (рис. 2, б) или разогнуть рамку (рис. 2, в), чтобы провод вытянулся в одну линию, затем убрать пластины конденсатора и еще удлинить провод, чтобы скомпенсировать убранную емкость. Полуволновый диполь – уже не электрическая и не магнитная антенна, потому что оба поля в его окрестности достаточно сильны. То же относится и к большой рамке – при периметре порядка λ и диаметре λ/π это уже два диполя, соединенные концами!

Эквивалентная схема малой приемной антенны получается, если изобразить источник ЭДС в виде генератора, индуктивность и емкость, включая настроечные, в виде сосредоточенных L и C . Получится колебательный контур! А контур, как известно, можно настроить в резонанс, обеспечив равенство индуктивного и

емкостного сопротивлений: $X_L = \omega L = X_C = 1/\omega C = X$. Отсюда, кстати, легко получается формула для резонансной частоты (Томсона) $\omega^2 = 1/LC$.

Осталось разобраться с сопротивлениями. Основное сопротивление потерь – это сопротивление катушки r , и оно включено последовательно с катушкой. Но его легко пересчитать в другое, значительно большее сопротивление R , включенное параллельно контуру (рис. 3, а): $R = X^2/r$. Точно так же, если параллельно конденсатору подключено R (входное сопротивление приемника, например), то его можно пересчитать в последовательное r . Итак, любые сопротивления, входящие, или соединенные с контуром, удается свести к последовательному r .

Теперь рисуем эквивалентную схему малой антенны (рис 3, б), которую можно применить к любой из антенн, показанных на рис. 2. На ней $r_{вх}$ – входное сопротивление приемника, а $r_{п}$ – сопротивление потерь катушки, плюс приведенные к последовательному сопротивления потерь в конденсаторе, окружающих предметах и т. д. Определим сначала ЭДС генератора. По определению $\epsilon = E \cdot h$, где E – напряженность электрического поля приходящей волны, h – действующая высота. Ее, как упоминалось, можно найти по распределению тока в антенне. Для полуволнового диполя (рис. 4) она получается фиктивной заменой реального синусоидального распределения тока прямоугольным, и равна, как показывает расчет, $h = \lambda/\pi$ (пунктир на среднем графике). Для коротких вибраторов (рис. 2, б) она практически равна их геометрической длине при больших емкостных нагрузках C (распределение тока прямоугольное), и уменьшается до половины этой длины при отсутствии емкостных нагрузок (треугольное распределение тока).

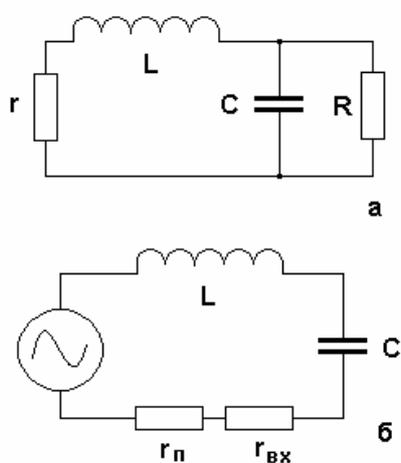


Рис 3

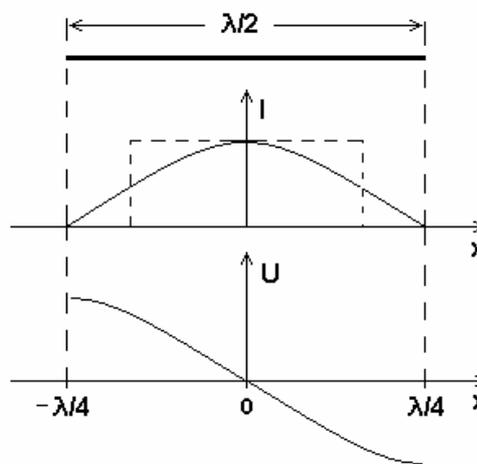


Рис 4

Для рамочной антенны ситуация хуже: $h = 2\pi S/\lambda$, где S – площадь рамки. Действующая высота рамки с таким же диаметром, как длина электрического диполя, зависит от длины волны, и, как правило, значительно меньше.

Любая антенна еще и переизлучает принятые колебания. В приемной антенне это тоже потери, и их удастся учесть, добавив в $r_{п}$ еще сопротивление излучения r_{Σ} . У малых антенн оно невелико, и им часто можно пренебречь по сравнению с другими потерями. Для малой электрической антенны (диполя) справедлива формула Рюденберга (1911): $r_{\Sigma} = 80\pi^2(h/\lambda)^2$. Видим, что оно убывает пропорционально квадрату действующей высоты (длины) антенны. Для рамки оно еще меньше, и убывает пропорционально четвертой степени диаметра.

Напряжение на входе приемника U найдем из эквивалентной схемы рис. 3,б. Если он включен в разрыв провода в середине катушки или рамки, то его $r_{вх}$ включено в антенный контур последовательно, и $U = E h r_{вх} / (r_{вх} + r_n)$. Оно даже меньше, чем наведенная в антенне ЭДС, и тем меньше, чем ниже $r_{вх}$. Если же антенна еще и не настроена в резонанс, то к сопротивлению потерь катушки добавляется огромное реактивное сопротивление X , и на входе остается совсем мало. Но становится понятным, почему старые ламповые приемники с большим $r_{вх}$ хорошо работали на «кусоч провода» и даже просто на «палец». При $r_{вх} \gg r_n$ имеем $U \approx \epsilon = E \cdot h$, т. е. напряжение на входе примерно равно наведенной ЭДС.

В случае большого входного сопротивления удастся получить значительный выигрыш, присоединив приемник не в разрыв провода антенны, а параллельно катушке или конденсатору (все равно, их сопротивления X равны при резонансе):

$$U = E h X / (r_{вх} + r_n) = E h \cdot Q, \text{ где } Q = X / (r_{вх} + r_n) \text{ – нагруженная добротность.}$$

Теперь уместно ввести новое понятие резонансной действующей высоты $h_p = hQ$, чтобы по-прежнему пользоваться формулой $U = E h_p$. Ясно, что если стоит задача максимального повышения U (на входе приемника лампа или полевой транзистор), то следует максимально увеличивать добротность антенной цепи, снижая сопротивление потерь r_n и увеличивая $R_{вх}$ (пересчитанное $r_{вх}$ при этом тоже снижается). В литературе, сравнивая электрические (отрезок провода) и магнитные (ферритовый стержень) антенны очень часто путают понятия h и h_p , беря для провода его геометрическую длину, а для МА – резонансную высоту. Отсюда и появляются утверждения, что типовая МА работает не хуже, чем провод длиной 1...2 м. Если подойти честно, и так же, как ферритовую антенну, настроить провод контуром с добротностью, например, 50, то его h_p будет равна 50 м!

Мощность, отдаваемую антенной в приемник, также легко найти из эквивалентной схемы рис. 3,б: $P = i^2 r_{вх} = E^2 h^2 r_{вх} / (r_{вх} + r_n)^2$. Максимальная мощность отдается при согласовании, когда $r_{вх} = r_n$. В этом случае $P = E^2 h^2 / 4 r_n$. Вспомнив, что $P = \Pi \cdot S_{eff}$, получаем: $S_{eff} = P / \Pi$. Но $\Pi = E^2 / 120 \pi$, отсюда

$$S_{eff} = 30 \pi h^2 / r_n.$$

Вот эту простую формулу, не встречавшуюся мне ранее, я и хотел предложить радиолюбительскому сообществу. Из нее следует, что эффективная поглощающая площадь малого диполя и рамки пропорциональна квадрату действующей высоты и обратно пропорциональна сопротивлению антенного контура. Уменьшая r_n , удастся значительно увеличить S_{eff} . Но одновременно растет и добротность $Q = X / r_n$. Переписав полученную формулу через Q , получим:

$$S_{eff} = 30 \pi h^2 Q / X.$$

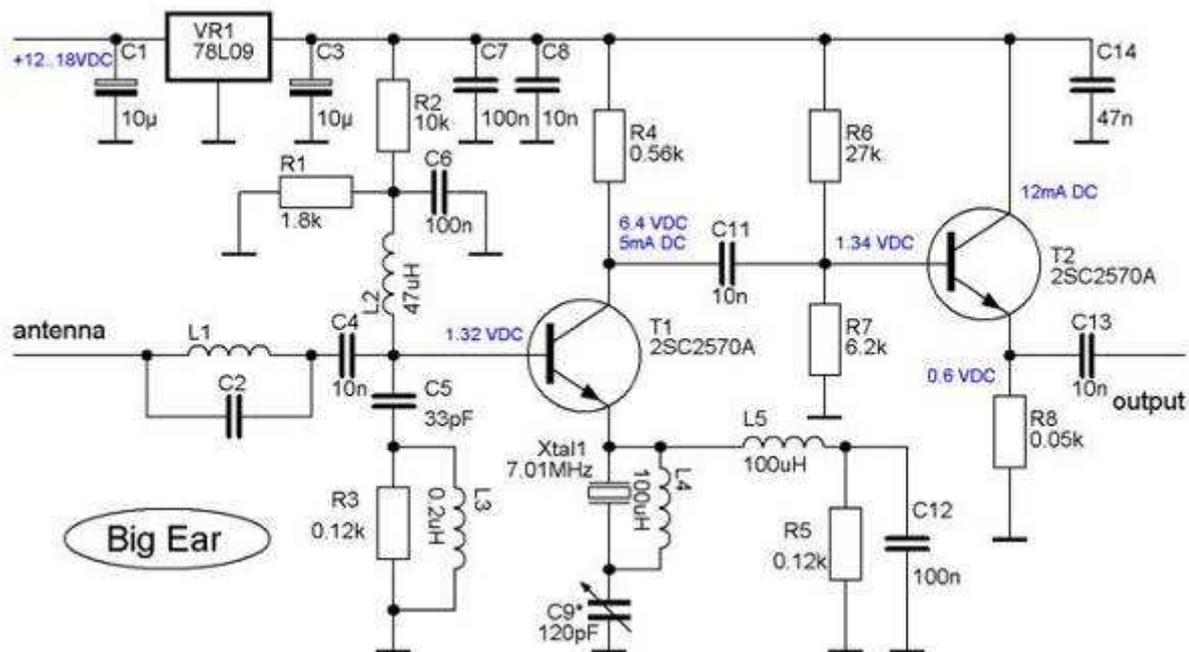
Теперь ясна мудрость древних радиолюбителей: “Filling the Sky with the Wires!” – чем больше проводов, тем ниже X антенны, тем больше S_{eff} антенны.

Регенерация антенной цепи приводит к уменьшению r_n и увеличению Q антенны, соответственно, растет и эффективная поглощающая площадь пропорционально M – коэффициенту регенерации. До какого предела? Очевидно, что малую антенну можно с помощью регенерации заставить работать так же, как полноразмерную, но далее вступает в действие сопротивление излучения – антенна «сбрасывает» регенерированную мощность обратно в пространство! Полагая, что мы скомпенсировали все потери, кроме потерь на излучение, и, подставляя вместо r_n сопротивление излучения r_{Σ} , получим: $S_{eff} \max = 3 \lambda^2 / 8 \pi$. Физически это соответствует S_{eff} полуволнового диполя. **CQ-QRP #34**

Регенеративный усилитель малых узкополосных сигналов с использованием кварцевого резонатора.

Игорь Черников UA3DJY

Усилитель можно установить на входе любого радиоприемника для повышения его чувствительности и селективности. Схема усилителя показана на рисунке.



Усилитель узкополосный, рабочая частота усилителя привязана к частоте последовательного резонанса кварцевого резонатора, коэффициент усиления и чувствительность стабильны по времени. Усилитель настраивается в регенеративный режим при помощи цепочки L1 C2, где конденсатор C2 используется только как подстроечный элемент из-за большого шага реактивности при подборе числа витков катушки L1.

Для приема CW с точки зрения автора оптимален режим с полосой пропускания около 200 Гц, при этом получается усиление примерно 30 дБ и до 17 дБ прибавка чувствительности к значению 0,11 мкВ / 500 Гц. Относительный выигрыш по чувствительности при пересчете полосы пропускания составляет примерно 13 дБ.

Коэффициент усиления меняется с полосой пропускания, начиная с 27 дБ для широкой полосы. Во время подбора элементов L1C2 по диапазонам, на диапазоне 28 МГц было достигнуто рекордное усиление 65 дБ при полосе около 30 Гц и прибавке в чувствительности около 33...34 дБ. Усилитель при таком высоком усилении, близком к порогу самовозбуждения, стабильно держал прибавку чувствительности. Прибавка к чувствительности по причине несовершенства используемых приборов оценивалась из увеличения отношения SINAD при подаче сигнала от генератора на уровнях -126 и -137 дБм.

Полоса пропускания усилителя зависит от динамического сопротивления резонатора и значений L1C2, для разных резонаторов полоса на 7 МГц была в

пределах 30..300Гц. Чем меньше сопротивление кварцевого резонатора, тем больше чувствительность, меньше полоса пропускания и больше крутизна скатов.

Усилитель позволяет подстраивать центральную частоту в пределах до примерно +2,5 кГц от частоты последовательного резонанса кварцевого резонатора, но при увеличении частоты снижается выигрыш чувствительности, и в окончательном варианте была выбрана подстройка в пределах 1 кГц при снижении выигрыша до 3дБ на верхней границе. Для подстройки используется конденсатор С9, включенный последовательно с кварцевым резонатором. Диапазон подстройки зависит от параметров кварцевого резонатора.

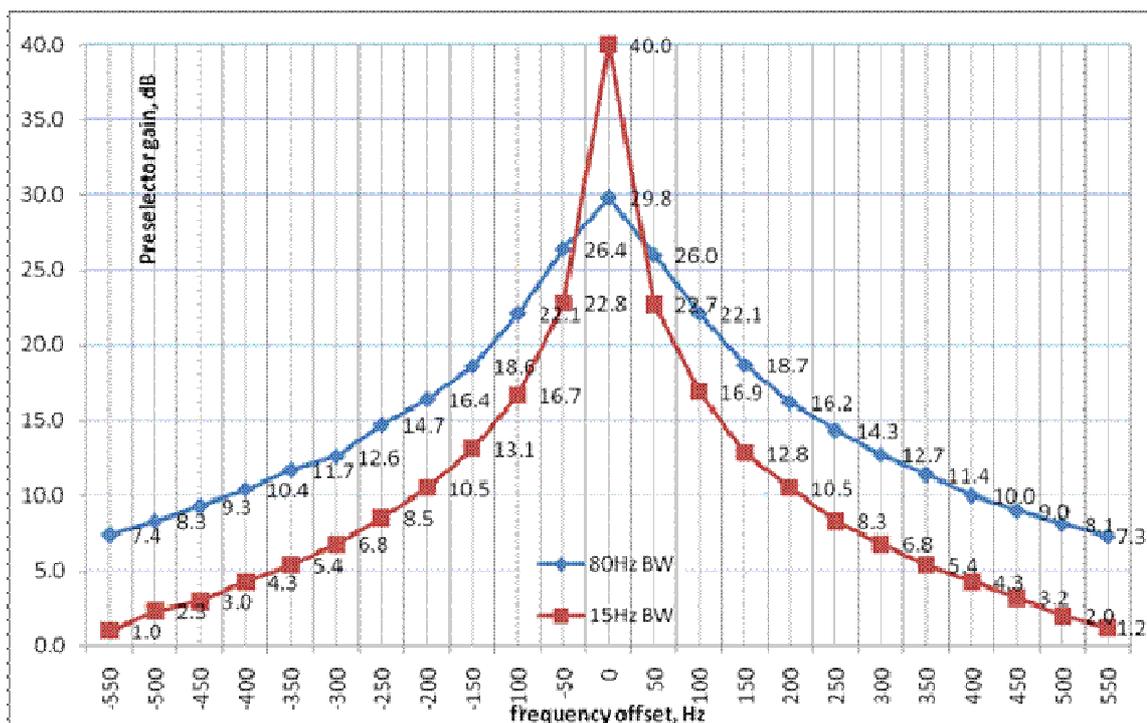
Для подстройки при полосе пропускания усилителя более 100 Гц оптимально использование переключателя подобранных конденсаторов, при полосе менее 100Гц – КПЕ. При использовании КПЕ с максимальной емкостью 130 пФ подстройка начинается с + 0.3 кГц от частоты собственного последовательного резонанса кварца.



В собранных образцах усилителя были использованы кварцевые резонаторы, предназначенные для работы на последовательном резонансе без подстроечного конденсатора, и имеющие внутреннее динамическое сопротивление менее 10 Ом.

Дроссель L5 включен параллельно кварцевому резонатору для компенсации емкости держателя кварца и дает при расстройке на 100 кГц в сторону от рабочей частоты улучшение подавления с 10 дБ вплоть до 37 дБ. Оптимальное значение индуктивности дросселя L5 зависит от параметров кварцевого резонатора.

Амплитудно-частотная характеристика усилителя для резонаторов с разным динамическим сопротивлением приведена на графиках:



Усилитель с полосой 80 Гц имел оценочное значение чувствительности в -144 дБм при 10 дБ SINAD, с полосой 15 Гц – $154,2$ дБм при 10дБ SINAD. Оценка проводилась при уровне сигнала с генератора -126 дБм и -137 дБм на приемнике с чувствительностью $0,11$ мкВ (-126 дБм) при 10дБ SINAD.

Значения элементов L1, C2 приведены в таблице в зависимости от диапазона частот. Катушка L1 намотана на кольцо M50BH-22 типоразмера К 6 x 3 x 2,4.

Значения элементов L1, C2 (полоса 100...200 Гц, усиление 30...35 дБ, улучшение чувствительности на 17...20 дБ по сравнению с чувствительностью приемника 0,11 мкВ / 500Гц).				
Частота, МГц	L1, витков,	Реактивное сопротивление L1, Ом, измерено MFJ-259B	L1, расчетное значение на рабочей частоте мкГн, на	C1, пФ
7	10	105	2.39	24
10.1	8	101	1.59	115
14	6	81	0.92	30
18.1	6	109	0.96	16
21	6	131	0.99	18
24.9	5	113	0.72	22

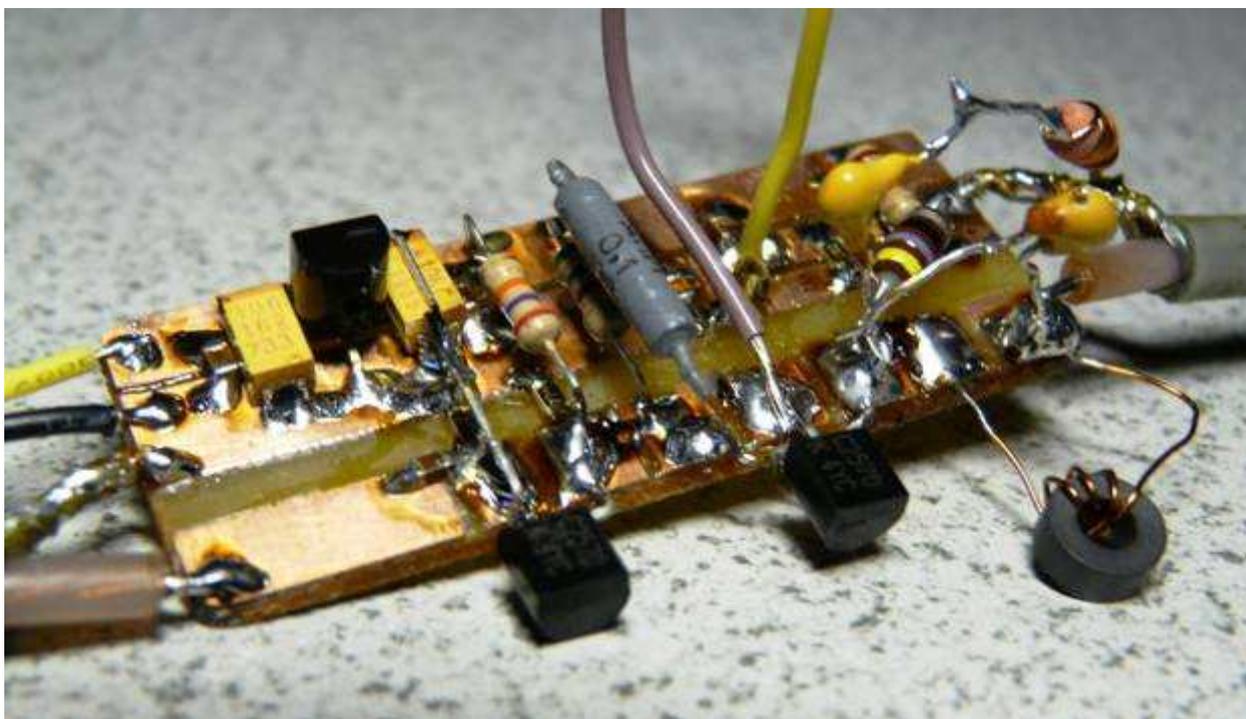
28	4	72	0.41	15
----	---	----	------	----

Принцип настройки несложен и состоит в постепенном увеличении индуктивности катушки L1 до самовозбуждения усилителя на частоте кварцевого резонатора, затем следует точный подбор необходимого выигрыша в чувствительности конденсатором C2, и при необходимости уход от самовозбуждения изменением на один виток общего числа витков катушки.

В таблице ниже приведены измерения для резонаторов с разным динамическим сопротивлением на диапазоне 20 м. Чувствительность основного приемника (для сравнения) составляла –126дБм.

Частота последовательного резонанса, кГц	Сопротивление резонатора, Ом	Полоса пропускания усилителя, Гц	Чувствительность при 10дБ SINAD, дБм
13997,4	22	870	– 134,9
14013	12	170	– 143,3

Детали усилителя смонтированы на простейшей печатной плате, фактически навесным монтажом (см. фото внизу). Тем не менее, металлический корпус для всего усилителя совершенно необходим (см. фото всего устройства выше).



Конструкция усилителя получилась вполне боевая — с ней удастся вытягивать из шума очень тихих корреспондентов, получая большое удовольствие. Более подробную информацию об усилителе и его дальнейших модификациях можно найти на сайте автора: <http://www.gro.ru/ua3diy/>

За DX-ами в полнолуние

Владимир Никитин UA1AVA



Издавна полнолуние у людей ассоциировалось с чем-то еще непознанным, тайным, даже мистическим. Тем не менее, оказалось, что данное регулярное природное явление может сослужить добрую службу коротковолновикам в охоте за DX на Topband.

Радиолобитель из США Donald L. Anderson, W7DD, постоянно «охотясь» за DX в 80-метровом диапазоне, весьма заинтересовался

любопытным явлением: почему-то ежемесячно одна из ночей оказывалась удивительно удачной, и заканчивалась проведением от 30 до 50 QSO с европейцами. Догадка неожиданно пришла к нему 11 декабря 2000 г, когда вновь проявился удивительный эффект улучшения прохождения. Залитая лунным светом комната дала толчок к возможной разгадке проблемы, и у Дональда возникла идея о связи между Луной и появлением DX-прохождений. Он отыскал в Интернете данные о фазах Луны за несколько лет и сопоставил их с данными из аппаратного журнала. Оказалось, что наиболее удачные периоды для DX-связей отлично совпали с датами полнолуний.

Далее Дональд задумался о причинах этого явления. Может ли оно быть объяснено отражением радиоволн от Луны? По-видимому, нет, так как на прием использовались 12 антенн Бевереджа, и сигналы поступали с вполне определенных направлений. Точность пеленгации составляла около 25°. Кроме того, слой F ионосферы не пропустил бы низкочастотные сигналы по направлению к Луне. Радиоволны отражаются обратно к земной поверхности этим слоем, лежащим на высоте примерно 400 км. Дальность радиосвязи за счет одиночного отражения от слоя F составляет около 3000 км.

И Дональда осенило — ведь ионизация слоя F может усиливаться под воздействием отраженного Луной солнечного света! Интенсивность света должна быть достаточной для порождения заметной ионизации в слое F но, в то же время, возбуждение располагающегося ниже, на высоте около 75 км дневного слоя D должно быть минимальным, так как этот слой негативно влияет на радиосвязь, значительно поглощая сигналы. Необходимое ослабление падающего на слой D отраженного Луной светового потока может быть обеспечено поглощением света в слое F, играющем в этом случае роль экрана.

Если провести ось сквозь центры Земли и Луны, окажется, что области земной поверхности и окружающих ее ионосферных слоев, наиболее приближенные к Луне, максимально облучаются отраженным солнечным светом. Именно в таких областях должно возникать усиление слоя F. Для QTH Дональда эта благоприятствующая область должна была оказаться между Аризонай и Европой. Так и происходило — при работе в эфире аппаратный журнал пополнялся записями QSO со стоваттными европейскими станциями.

Нанеся две точки, соответствующие QTH корреспондентов, на модель поверхности Земли и проверив их положение относительно Луны, можно оценить вероятность улучшения прохождения по данной трассе. Это улучшение не зависит от положения сумеречной линии, но в некоторых случаях возможно усиление сигналов, распространяющихся и по этой траектории. Эффект не проявляется в дневные часы, так как прямые потоки солнечного света гораздо мощнее потоков, отраженных Луной.

Очевидно, что объяснение эффекта улучшения прохождения на НЧ диапазонах, данное Дональдом, всего лишь гипотеза, хотя и очень правдоподобная. Следовательно, необходимо собрать как можно больше сведений по этому поводу, поэтому Дональд призывает энтузиастов, работающих на НЧ диапазонах, к изучению этого явления. Следует иметь в виду, что в различных районах земного шара порождаемое Луной улучшение прохождения может проявляться по-разному. Весьма интересной окажется и информация о прохождении по криволинейным трассам с учетом влияния «лунного усиления». Ежемесячно коротковолновикам доступны только несколько суток для наблюдений возможного проявления этого эффекта. Как знать, может, радиолюбители в очередной раз окажут науке неоценимую помощь и подготовят условия для совершения нового открытия. *По материалам статьи: Donald L Anderson, W7DD. 80 Meter DX — The Moon Effect. — CQ, 2001, November.*

Примечание редакции (РАЗААЕ).

Эффект, обнаруженный Д. Андерсоном, весьма любопытен, и, безусловно, требует дальнейшего исследования и независимого подтверждения другими коротковолновиками. Попытки найти в сети Интернет какие-либо сведения, относящиеся к этому явлению, пока не принесли успеха. Заслуживает серьезного внимания и попытка объяснения «Лунного эффекта», предпринятая автором открытия. Как известно, за ионизацию земной атмосферы ответственна лишь небольшая часть спектра излучения Солнца, относящаяся к ультрафиолетовому (УФ) диапазону. Как представляется, увеличение интенсивности ионизирующего излучения Солнца во время противостояния Луны (полнолуния) вполне поддается численному расчету, и его следовало бы провести.

Хотелось бы обратить внимание читателей еще на одно хорошо известное земное явление, непосредственно связанное с движением небесных тел. Это лунные и солнечные приливы. Особенно интенсивны лунные приливы, но солнечные тоже заметны, и во время противостояния светил, суммарная интенсивность приливов увеличивается. В открытом океане высота приливов достигает единиц метров, в проливах и узких бухтах может быть значительно больше. Приливы обнаружены и в земной коре — здесь их высота измеряется сантиметрами. Несомненно, приливы должны существовать и в верхней ионосфере, где их высота может достигать десятков и даже сотен километров. Утолщенный и вогнутый снизу слой F должен

лучше отражать, и даже фокусировать радиоволны! Вполне возможно, что оба явления (УФ радиация и приливы) действуют совместно. CQ-QRP # 34

Приемопередатчик «Бекас-М»

Виктор Беседин UA9LAQ

Этот приёмопередатчик (ПП) относится к классу QRPP аппаратуры, поскольку его выходная мощность не превышает 1 Вт. Работа в эфире пониженной мощностью приобретает всё большую и большую популярность на КВ. На УКВ, в классах QRPP и QRP, доминируют радиостанции с ЧМ, маломощных телеграфных станций фактически нет. Предлагаемый ПП разработан с целью популяризации никогда не стареющего вида работы (CW) на УКВ, для тренировок, работы в сети, испытания антенной техники, оценки энергетики радиотрасс, как второй комплект аппаратуры и т. д....

ПП предназначен для проведения радиосвязей в диапазоне 144 МГц и является несложным, полностью автономным полнокомплектным устройством, в отличие, например, от трансвертера, для работы с которым необходим КВ трансивер или отдельные КВ приёмник и передатчик. ПП содержит кварцевый генератор с уводом частоты, который работает как в приёмном, так и в передающем тракте. Приёмник выполнен по схеме прямого преобразования, передатчик – с умножением частоты кварцевого генератора. Чувствительность приёмника составляет порядка 1 мкВ, выходная мощность передатчика – 100...150 мВт. Разработка представлена в экспериментальном (не предназначенном для серийного производства, открытом для усовершенствований) варианте (рис. 1):

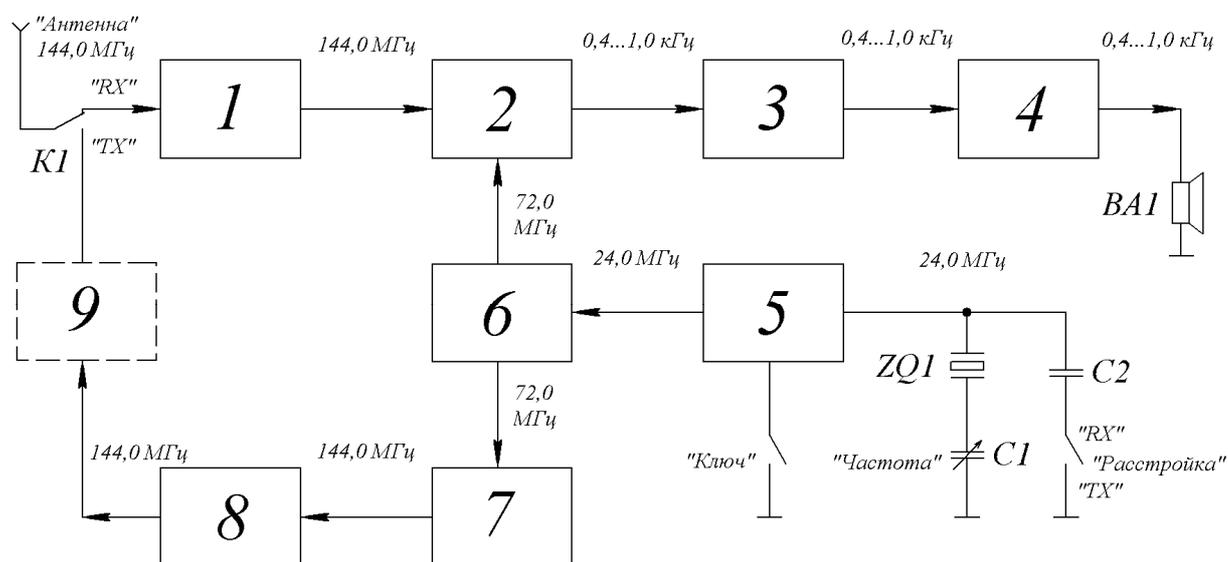


Рис. 1. Блок-схема УКВ приёмопередатчика

1 – УРЧ; 2 – смеситель приёмника; 3 – предварительный УЗЧ; 4 – оконечный УЗЧ; 5 - кварцевый генератор; 6 – умножитель частоты; 7 – удвоитель частоты; 8 – усилитель мощности передатчика; 9 – дополнительный усилитель мощности (устанавливается по желанию и размещается на отдельной плате).

В режиме приёма сигнал из антенны поступает через антенный коммутатор на входное устройство приёмника – резонансный контур, с которого выделенный сигнал в диапазоне 144 МГц проходит в УРЧ. Усиленный им сигнал поступает на смеситель, куда подаётся также и напряжение с гетеродина. Полученный ЗЧ сигнал биений фильтруется и усиливается многокаскадным УЗЧ, воспроизводится или головными телефонами или динамической головкой. В режиме передачи сигнал с кварцевого генератора (при замкнутых контактах телеграфного ключа), пройдя ряд умножителей частоты, отфильтрованный, поступает на усилитель мощности и через ФНЧ в антенну. Принципиальная схема ПП приведена на рис. 2.

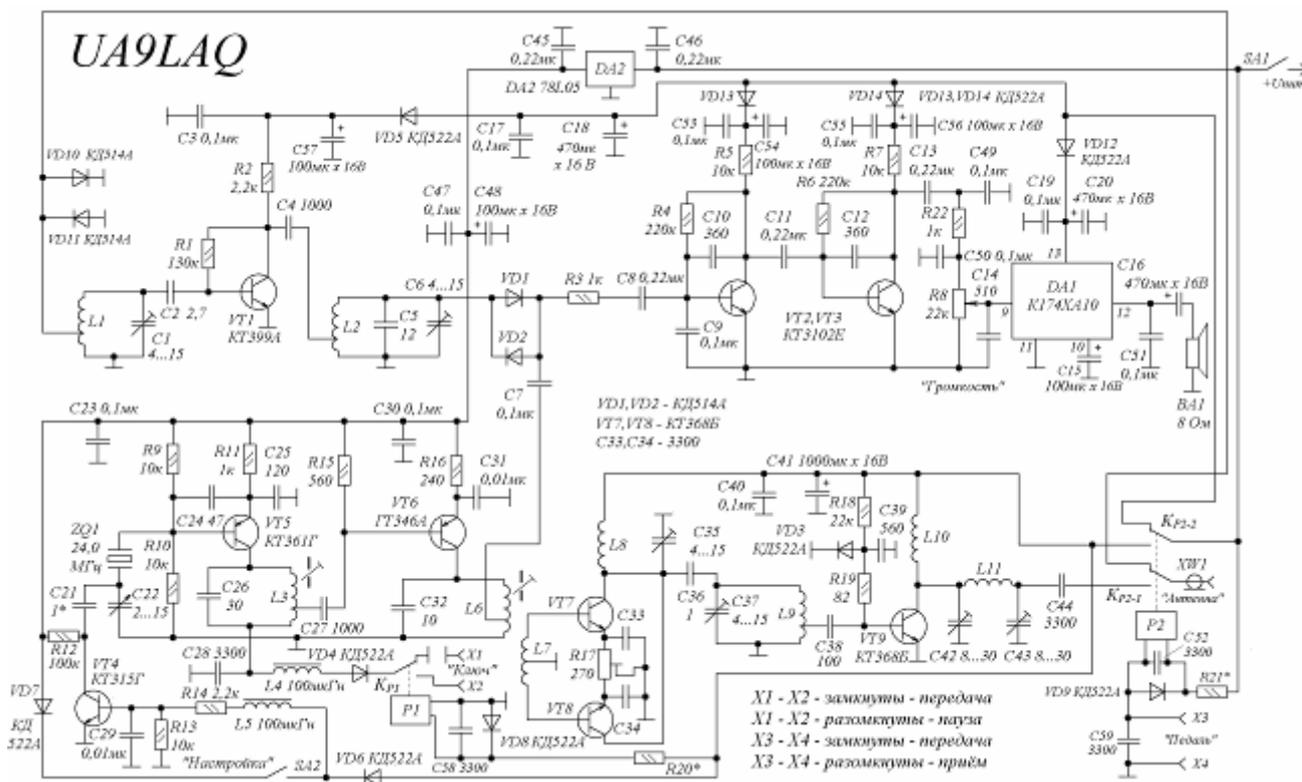


Рис. 2. Приёмопередатчик УКВ. Схема принципиальная электрическая.

Сигнал в диапазоне 144 МГц из антенны через коаксиальное гнездо XW1 и контакты реле КР2-1 поступает на резонансный контур L1C1. Диоды VD10 и VD11 защищают вход приёмника от сильных сигналов. Отфильтрованный сигнал через разделительный конденсатор C2 поступает на базу транзистора VT1 УРЧ, усиливается им, выделяется на коллекторной нагрузке – резисторе R2 и через разделительный конденсатор C4 поступает на контур L2C5C6. Здесь сигнал фильтруется и подаётся на смеситель на диодах VD1, VD2, включенных встречно-параллельно. На смеситель через конденсатор C7 подаётся и напряжение гетеродина частотой вдвое ниже входной, – смеситель работает на второй гармонике частоты гетеродина. В результате биений получается сигнал в диапазоне звуковых частот (ЗЧ), который фильтруется ФНЧ, выполненном на резисторе R3 и конденсаторах C8 и C9. Через разделительный конденсатор C8 ЗЧ сигнал подаётся на два идентичных каскада УЗЧ, собранных на транзисторах VT2 и VT3, имеющих частотную коррекцию в области высоких частот ЗЧ диапазона, за счёт отрицательной обратной связи через конденсаторы C10 и C12. После усиления ЗЧ сигнал через разделительный конденсатор C13 и ФНЧ C49R22C50 поступает на регулятор усиления ЗЧ (громкости) – переменный резистор R8, с его движка на вход микросхемы DA1 (вывод 9). Комбинированная микросхема DA1

используется не полностью, только усилитель ЗЧ, с вывода 12 ИМС, через разделительный конденсатор С16, ЗЧ сигнал поступает на головные телефоны или динамическую головку ВА1. Конденсатор С51 устраняет высшие гармоники ЗЧ сигнала и повышает устойчивость УЗЧ.

Кварцевый генератор ПП выполнен на транзисторе VT5 по схеме ёмкостной трёхточки. Кварцевый резонатор (КР) возбуждается на первой (основной) гармонике. В коллекторной цепи транзистора VT5 на контуре L3C26 выделяется напряжение 1-й...5-й гармоник кварцевого резонатора с частотой 24 МГц. С отвода катушки L3 через разделительный конденсатор С27 оно подаётся в базовую цепь транзистора VT6, в коллекторной цепи этого транзистора на контуре L6C32 выделяется третья гармоника – 72 МГц. С части катушки L6 напряжение гетеродина через разделительный конденсатор С7 подаётся на смеситель приёмника. С индуктивно связанной с катушкой L6 дифференциальной катушки L7 напряжение гетеродина поступает на удвоитель частоты, выполненный на транзисторах VT7 и VT8. Нагрузкой каскада служит двухконтурный ПФ L8C35C36L9C37, с которого напряжение ВЧ подаётся на окончательный каскад передатчика, собранный на транзисторе VT9. Этот каскад имеет фиксированное смещение: в цепи базы установлен диод VD3, включенный в прямом направлении и совместно с резистором R18 стабилизирующий режим работы транзистора в классе АВ. Как видно из схемы, гетеродин является частью передатчика, отсюда следует, что приём будет происходить точно на частоте передачи. Это обеспечивает аппарату так называемый трансиверный, бесподстроечный режим. Однако чтобы обеспечить приём телеграфных сигналов на слух, необходимо немного (на 400...1000 Гц) расстраивать приёмник по частоте относительно передатчика (обеспечить телеграфный разнос частот). Для обеспечения этой функции введён ключ на транзисторе VT4, который в режиме передачи подключает параллельно КПЕ С22 дополнительную ёмкость С21, которая сдвигает частоту кварцевого генератора вниз. Поскольку такая расстройка является упрощённой, её величина зависит от положения ротора КПЕ С22 и ёмкость конденсатора С21 нужно подобрать в середине рабочего диапазона.

Лучшим участком для работы на таких аппаратах следует считать 144,5...145,0 МГц, где они не будут создавать помехи местным станциям, работающим в DX окнах и через Луну (EME), соответственно, нужно подбирать и частоты кварцевых резонаторов. Однако, для наблюдения за дальним прохождением радиоволн на УКВ, а, возможно, и проведения DX-связей, желательно иметь и другие участки диапазона. Опытный авторский экземпляр был изготовлен с применением кварцевого резонатора на частоту 24,0 МГц, который позволил перестраивать ПП в пределах 144,0...144,07 МГц. Сменой кварцев (переключая их) можно перемещаться по частоте дискретно, подстраивая частоту в пределах сегмента 50...70 кГц с помощью КПЕ С22. Передатчик можно было бы упростить, упразднив каскад на транзисторе VT5, сразу возбуждая резонатор на нечетной гармонике, дающей частоту 72 МГц, но увод частоты оказался бы совсем мизерным, работать на одной частоте не совсем интересно. Выбор кварцев для ПП можно расширить, если применить не утроение, а удвоение частоты. В этом случае контур L3C26 настраивается на частоту 36 МГц, подойдут кварцы на частоты 7,2; 9,0; 12,0; 18,0 МГц, однако перестройка частоты в этом случае уменьшится. При утроении частоты, частоты КР будут, соответственно: 4,8; 6,0; 8,0; 12,0; 24,0 (первая гармоника) МГц. Если применить в гетеродине бóльший коэффициент умножения, можно ещё увеличить перестройку по диапазону, расширить выбор кварцев, однако, это снизит выходное напряжение гетеродина и, при простой схеме

Данные катушек ПП “Бекас-М”

Катушка	К-во витков	Провод	Диаметр катушки	Примечания
L1*	4	ПЭВ-2 0,51	На оправке 5 мм	Без каркаса
L2*	4	ПЭВ-2 0,51	На оправке 5 мм	Без каркаса
L3*	11	ПЭВ-2 0,64	5 мм	С ферритовым подстроечником
L4			Дроссель ДМ-01	100 мкГн
L5			Дроссель ДМ-01	100 мкГн
L6**	11	ПЭВ-2 0,64	5 мм	С ферритовым подстроечником
L7	6 + 6	ПЭЛШО-0,18		Поверх L6
L8	1,5 + 3,5	Посеребрённый 0,8	На оправке 5 мм	Без каркаса, длина намотки 8мм
L9*	5	Посеребрённый 0,8	На оправке 5 мм	Без каркаса, длина намотки 9 мм
L10	4	ПЭВ-2 0,64	На оправке 4 мм	Без каркаса, длина намотки 9 мм
L11	3	Посеребрённый 0,8	На оправке 5 мм	Без каркаса, длина намотки 10 мм

* — отвод от 1 витка снизу, для L1 возможен вариант с катушкой связи 1...2 витка монтажного провода, которая наматывается поверх L1.

** — отвод от 0,75...2 витков снизу (по схеме).

Габариты ПП можно уменьшить, если применить монтаж с малогабаритными SMD деталями. Уменьшает габариты и применение конденсаторов постоянной ёмкости вместо подстроечных, при этом придётся для настройки в бескаркасных катушках сдвигать или раздвигать витки, предварительно подобрав ёмкость контурных конденсаторов, обычно порядка $(C_{min} + C_{max})/2$ пФ, где C_{min} и C_{max} , соответственно, минимальная и максимальная ёмкости установленного в контуре подстроечного конденсатора, например, в контуре L9C37, C37 имеет изменяемую ёмкость 4...15 пФ, устанавливаем конденсатор постоянной ёмкости в 8,2...10 пФ. Если потребуется бóльшая выходная мощность, то её можно довести до верхнего предела, принятого для QRPP передатчиков – 1 Вт, установив в корпус ПП дополнительный усилитель мощности, выполненный, например, на транзисторе КТ610А (КТ920А) [1]. При этом соответственно, увеличивается потребляемая ПП мощность в режиме передачи, что может оказаться в некоторых случаях неприемлемым. Применение двухкаскадного УМ на транзисторах КТ610 и КТ920Б (КТ920В), например, как в [4, 5], переводит ПП уже в класс QRP с выходной мощностью 5...10 Вт. Может быть не совсем удобная, но, зато простая схема переключения антенны с входа приёмника на выход передатчика, выполнена на реле К2 РПВ2-7 или РЭС-9 – с двумя группами контактов на переключение, возможно применение двух отдельных реле с одной группой контактов на переключение, катушки управления которых включены параллельно. Реле К1 (РЭС-10, РЭС-15, РЭС-55 – с одной группой контактов на переключение) обеспечивает переключение манипулируемого кварцевого генератора. Конденсаторы С3, С53, С55 – SMD, например, размера 0805, – располагаются со стороны печатных проводников монтажной платы приёмника. Подстроечные конденсаторы можно применить типа КТ4-23 или импортные малогабаритные. Оксидные конденсаторы, кроме С15, можно применять от 100 мкФ до 2200 мкФ, С15 – 33...100 мкФ. В крайнем случае, если размеры велики, оксидные конденсаторы можно разместить и не на монтажной плате, а например, под (над) ней, соединив их в соответствии со схемой.

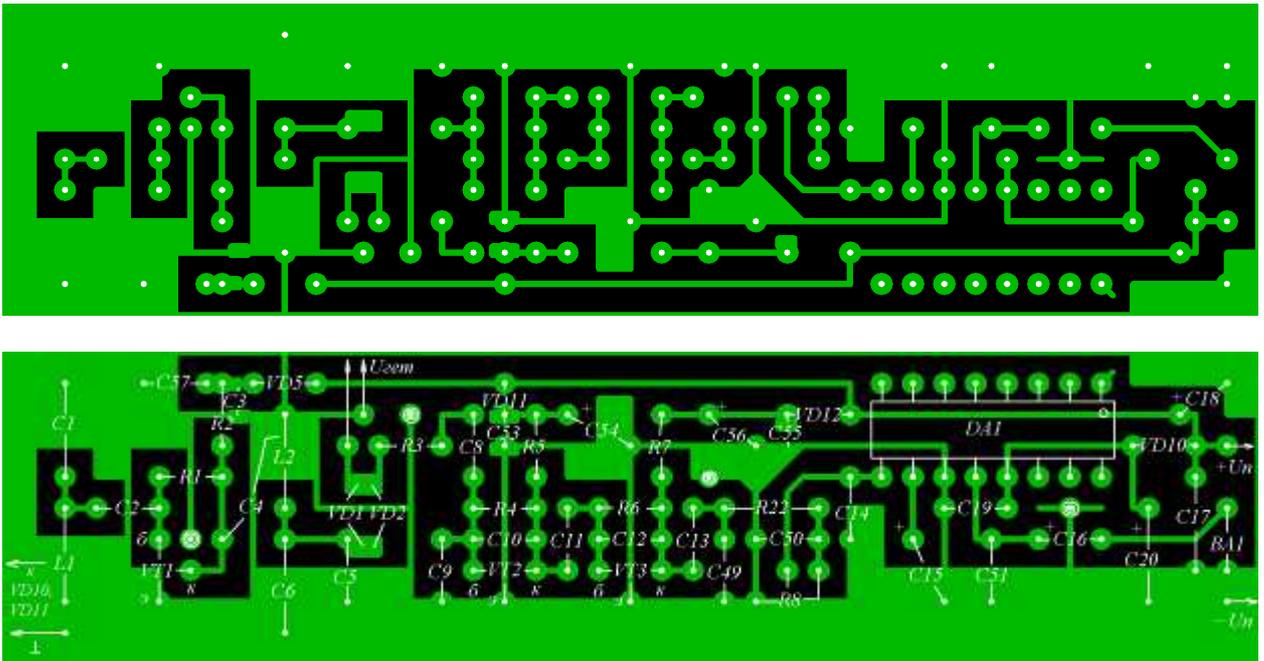


Рис. 4. Эскиз монтажной платы приёмника. Размер платы 100 x 25 x 1,5 мм.

ПП смонтирован на платах из стеклотекстолита толщиной 1,5 мм, фольгированного с двух сторон. Выводы деталей, не соединённые с общим проводом, пропущены в отверстия в плате, раззенкованные со стороны установки деталей. Выводы, соединяемые с общим проводом, в большинстве своём паяют внахлест к “земляной” фольге платы со стороны установки деталей, а “земляная” фольга с верхней и нижней стороны платы соединяются между собой проволочными перемычками. Часть деталей, при затруднениях, может быть размещена со стороны печатных дорожек. Применённая система развязки каскадов приёмника является избыточной, количество деталей по этой причине можно сократить, однако, при возникновении неустойчивости работы приёмника штатные детали помогут это явление устранить. На рис. 3 и 4 кружками показаны места соединения фольги с обеих сторон платы проволочными перемычками.

На рис. 5 приведена схема соединения плат ПП. Детали, не установленные на платах, монтируются навесным способом. Размещение блоков в металлическом или металлизированном корпусе ПП – произвольное, но обеспечивающее минимальную длину соединительных проводов. Гетеродин желательно экранировать, чтобы исключить попадание его гармоник на вход приёмника, что снижает его (приёмника) реальную чувствительность. При работе с ПП встаёт проблема экономии питания, поэтому следует применять реле с малым током срабатывания, электронный телеграфный ключ с малым потреблением энергии, например, [8]. “Самопрослушивание” телеграфных сигналов возможно при помощи генератора ЗЧ, имеющегося в электронном ключе. Переключение “приём-передача” можно сделать и механическими кнопками, сброкированными тумблёрами и т. п. Вместо динамической головки ВА1 подойдут и телефоны. Питая ПП, кроме традиционных ныне сетевых БП и аккумуляторов можно и от гальванических батарей, например, плоских, напряжением 4,5 В – 2 шт., соединённых последовательно. Для экономии энергии батарей параллельно им можно подключать через диоды солнечные батареи, ветрогенераторы и другие вспомогательные источники.... Подключение можно сделать, например, по схеме рис. 1 из [9].

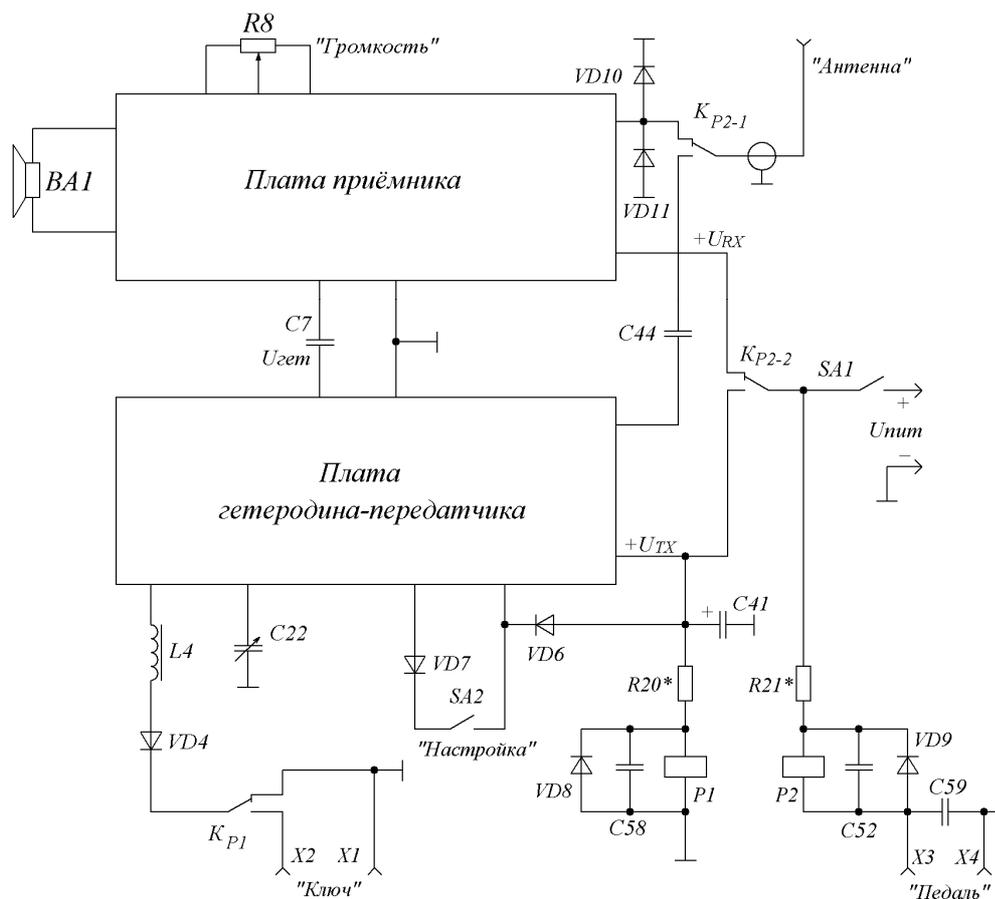


Рис. 5. Схема соединения плат ПП.

Настройка аппарата несложна. Понадобятся: ГИР (ГСС, маячок диапазона 2 метра [7]), резонансный волномер (цифровой частотомер) и Авометр (тестер). Смонтировав детали на платах, проверяем отсутствие коротких замыканий. Подключаем питание и, в режиме приёма, вращением ферритового сердечника катушки L3, добиваемся увеличения напряжения в контуре кварцевого генератора на частоте 24 МГц, связав индуктивно с катушкой L3 катушку резонансного волномера или вход цифрового частотомера (по максимальной амплитуде показаний, в центре области перестройки контура, где сохраняются устойчивые показания частотомера). Уточнив настройку волномера (по максимальным показаниям его измерительного прибора) на частоту гармоники кварцевого генератора (24 МГц), относим волномер от катушки L3 на максимальное расстояние, необходимое лишь для появления индикации наличия сигнала (минимизируем влияние волномера на кварцевый генератор). Снова, вращением ручки установки частоты резонансного волномера, уточняем частоту его настройки на частоту генератора и подстраиваем L3 по максимальным показаниям волномера.

Переносим волномер к катушке L6, устанавливаем на его шкале частоту 72 МГц и повторяем вышеописанные действия. Далее, подключаем к выходу передатчика эквивалент нагрузки – одно-двухваттный резистор сопротивлением 51 Ом. Авометр, включенный для измерения постоянного напряжения на пределе 1 В, подключаем между эмиттерами транзисторов VT7 и VT8. Включаем аппарат на передачу, кратковременно нажимаем на ключ и устанавливаем одинаковые напряжения на эмиттерах транзисторов вращением оси подстроечного резистора R17, который можно расположить со стороны печатных проводников. Авометр при

этом покажет нулевое напряжение. Отсоединяем Авометр и, настроив резонансный волномер на частоту 144 МГц, подносим его катушку к катушке L8, вращая ротор подстроечного конденсатора С35, настраиваем контур L8С35 в резонанс по максимальным показаниям прибора волномера. Затем переносим волномер к катушке L9 и повторяем операцию, теперь вращая ротор конденсатора С37. Далее, волномер можно перенести на выход передатчика к эквиваленту нагрузки и настроить контур L11С42С43 на максимум выходного напряжения частотой 144 МГц на эквиваленте нагрузки, последовательно вращая роторы конденсаторов С42 и С43.

Переключаем аппарат в режим приёма. Проверяем на функционирование УЗЧ. Прикоснувшись к точке соединения резистора R3 и конденсатора С8, например, отвёрткой, мы услышим в динамической головке ВА1 (наушниках) характерный фон переменного тока 50 Гц, при этом движок регулятора громкости R8 не должен находиться в крайнем нижнем (по схеме) положении. Подключив к входу приёмника антенну, включаем маячок (ГСС, ГИР) и пытаемся принять его сигнал (если есть сигналы в эфире, то можно ориентироваться и по ним). Подстраивая входной контур L1С1 вращением ротора подстроечного конденсатора С1, фиксируем максимум выходного сигнала маячка. Перемещая отвод по виткам катушки L6, находим оптимум напряжения гетеродина по максимальному выходному сигналу при минимуме шумов. Если необходим инструментальный контроль выходного напряжения ЗЧ, подключаем параллельно ВА! или наушникам Авометр, включенный на измерение переменного напряжения с пределом 1 В. Телеграфный разнос частот при приёме и передаче устанавливают подбором ёмкости конденсатора С21 на средней частоте диапазона, перекрываемого приёмопередатчиком. При отсутствии конденсатора С21 необходимой ёмкости, можно применить подстроечный конденсатор нестарееющей конструкции, припаять штырёк – отрезок обмоточного провода диаметром 0,6...1,0 длиной 10...15 мм в отверстие на плате, предназначенное для С21 со стороны КПЕ. В другое отверстие, предназначенное для этого же конденсатора, припаивается один конец отрезка провода типа ПЭЛШО-0,12...0,18, который наматывается на впаянный штырёк, при увеличении числа витков, ёмкость получившегося конденсатора возрастает.

Для увеличения чувствительности приёмника можно попытаться заменить резистор R3 катушкой, достаточной для ЗЧ частот индуктивности, намотанной на ферритовом сердечнике или универсальной головкой от магнитофона. В этом случае фильтр должен быть двухзвенным, чтобы минимально воздействовать на гетеродин. Г-образное первое звено должно содержать РЧ дроссель с прогрессивной намоткой (разреженной в сторону выхода гетеродина), препятствующий проникновению напряжения гетеродина в фильтр, второе – упомянутый (П-образный) ЗЧ фильтр с катушкой, обладающий существенной межвитковой ёмкостью. Одно RC-звено вместо LC фильтра применено для упрощения конструкции. Имея соответствующую аппаратуру (РЧ вольтметры, ИЧХ, анализатор спектра), можно более качественно настраивать и такие простые приёмопередатчики, как предлагаемый, и с большой точностью определить их параметры. Увеличить чувствительность приёмника можно также, применив малошумящий антенный усилитель (описаний достаточно в литературе, Интернете), который лучше разместить на антенне. Резистор R2 можно заменить на резонансный контур, настроенный на середину диапазона. Ёмкость конденсатора С4 в этом случае следует уменьшить до 1...2 пФ и подключить в

получившемся ПФ к “горячим” концам катушек контуров. Это позволит уменьшить проникновение к детектору внеполосных сигналов, но снижает устойчивость УРЧ.

Подключив антенну, по максимальным показаниям резонансного волномера, размещённого у выхода передатчика и настроенного на выходную частоту в двухметровом диапазоне, корректируют настройку выходного контура под реальную нагрузку, после этого можно приступать к проведению связей. Приняв сигнал корреспондента, настраиваемся на его частоту, вращая ротор КПЕ С22 по “нулевым биениям”, нажав кнопку “Настройка”. При отпускании этой кнопки частота кварцевого генератора повышается. Переключив аппарат в режим передачи, вызываем корреспондента. При переходе на приём частота гетеродина будет отличаться на частоту биений, которые обеспечат приём CW на слух.

Резисторы R20 и R21 подбираются по надёжному срабатыванию реле P1 и P2 при минимальном допустимом напряжении питания. Номинальное напряжение питания приёмопередатчика 9 В. При необходимости снижения этого напряжения следует ИМС стабилизатора DA2 заменить на другой стабилизатор напряжения с малым падением напряжения на нём, или, в крайнем случае, – на диод типа КД522, включенный в цепь питания последовательно, в прямом направлении. При увеличении напряжения питания до 12...14 В, следует последовательно в цепь вывода 13 ИМС DA1 включить резистор сопротивлением 100...300 Ом. От напряжения питания зависит и выходная мощность передатчика, уменьшаясь при снижении напряжения. Система расстройки частоты передатчика требует источника питания с малыми пульсациями. Если в сетевой блоке питания это обеспечить не удастся, то последовательно в цепь управления расстройкой (справа от VD6 по схеме рис. 2) необходимо включить резистор (сопротивлением примерно 1 кОм), а параллельно – стабилитрон с напряжением стабилизации около 5 В (КС147, КС156 или импортный). При батарейном питании проблем нет.

ПП можно использовать не только с внешними антеннами диапазона 144 МГц, но и со штыревыми суррогатными, расположенными в непосредственной близости от передатчика (на его корпусе), если нужно работать на небольшое расстояние, например, проводить тренировочные связи, при работе в сети на расстояниях до 1 км. Увеличение дальности связи возможно, как обычно в таких случаях, размещением ПП на возвышенных местах.

ЛИТЕРАТУРА:

1. В. Беседин. Экспериментальный передатчик на 145 МГц. www.cqham.ru/trx145m.htm
2. В. Беседин. ЧМ передатчик. Радиолобитель, 1995, № 2, с. 42...44.
3. А. Анкудинов. Приёмник прямого преобразования 144 МГц. www.cqham.ru/rx144.htm
4. В. Беседин. От схемы до конструкции. Радиомир, КВ и УКВ, 2005, №12, с. 18...20
5. В. Беседин. Радиолобительский “телефон”. Радио 1990, № 10 с. 29...33 и № 11, с. 24...30.
6. В. Журавский. Трансвертер на 144 МГц. www.cqham.ru/transv.htm
7. В. Беседин. ЧМ передатчик. Радиолобитель, КВ и УКВ, 1997, № 1, с. 32...33.
8. В. Беседин. Маячок. Радиолобитель, КВ и УКВ, 1997, № 1, с. 28...29.
9. Х. Раудсепп. Экономичный телеграфный ключ. Радио, 1986, № 4, с. 17.

CQ-QRP # 34

Антенны UA6AGW

Александр Грачев UA6AGW

Две антенны, описанные в этой заметке, появились на свет в результате экспериментов, описанных в статье «Опыты с магнитными рамочными антеннами» в 27 номере журнала "CQ-QRP". Обе антенны имеют одинаковую электрическую схему и отличаются друг от друга только рабочим диапазоном и геометрическими размерами. В этих антеннах используется (видимо, впервые в мире) эффект возникновения пучности электрической составляющей падающей волны вблизи магнитной рамки, обнаруженный и описанный Владимиром Тимофеевичем Поляковым в статье «О ближнем поле приемной антенны».

Антенна диапазона 40 метров. Основные ее размеры указаны на рис. 1.

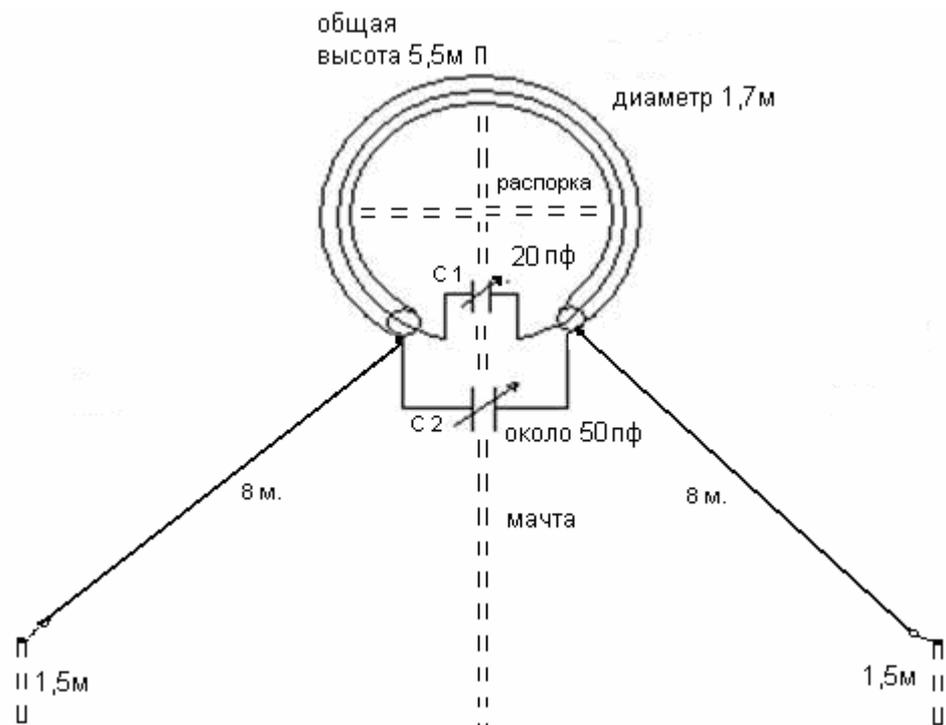
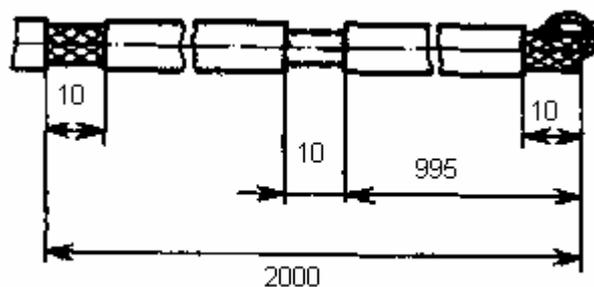


Рис. 1

Конструкция рамочной части антенны подробно описана в "CQ-QRP" № 27 и возвращаться к ней нет смысла. Можно только добавить, что за прошедшее время несколькими радиолюбителями была построена подобная антенна, но рамка выполнялась из металлопластиковой водопроводной трубы с размещением внутри её обычного медного провода диаметром 4 мм в изоляции, и во всех случаях был получен положительный результат.



размеры в миллиметрах

Рис. 2

Питается антенна с помощью петли связи, изготовленной из коаксиального кабеля (рис. 2). Изготавливается она по методу предложенному DF9IV. Вот как это описано у него: «петлю связи с антенной изготавливают из питающего антенну коаксиального кабеля с волновым сопротивлением 50 Ом. С конца кабеля и с участка, отстоящего от него на, в нашем случае, 2000 мм, снимают внешнюю изоляционную оболочку, а в середине этого отрезка на длине 10 мм удаляют и оболочку, и оплетку. Внутренний проводник на конце кабеля припаивают к оплетке, а затем — к участку, где с него снята внешняя изоляция. Получившееся кольцо прикрепляют изоляционной лентой к верхней части рамки».

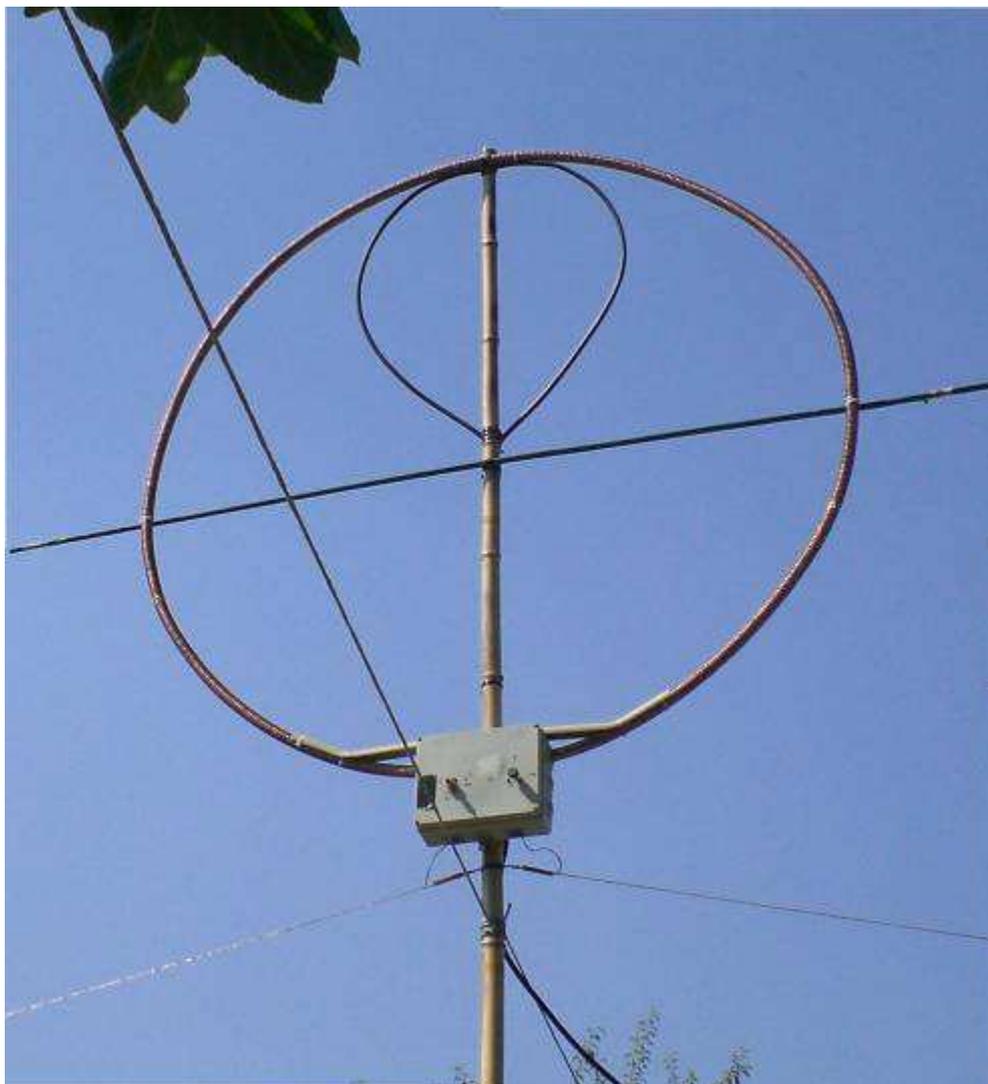


Рис 3

На фото рис. 3 хорошо видна конструкция антенны. Конденсаторы находятся в пластмассовой коробке. Конструкция, при всей своей простоте, оказалась весьма надежной и без проблем пережила две зимы с их обледенением, намерзанием и штормовыми ветрами.

При указанных на рисунке высоте установки и длине лучей, антенна имеет, на мой взгляд, близкие к оптимальным параметры. Рабочий диапазон по уровню КСВ 2.0 около 200 кГц, максимальный угол излучения в вертикальной плоскости порядка 25 градусов, диаграмма направленности (ДН) в горизонтальной плоскости в первом приближении имеет вид эллипса с максимумом вдоль лучей. Провалов в азимутальной ДН не обнаружено, что позволяет с успехом работать во всех направлениях.

Антенна диапазона 80 метров. В связи со значительно большими размерами рамочной части в конструкцию внесены некоторые изменения (рис. 4).



Рис 4

Основные размеры и номиналы этого варианта антенны указаны на рис. 5.

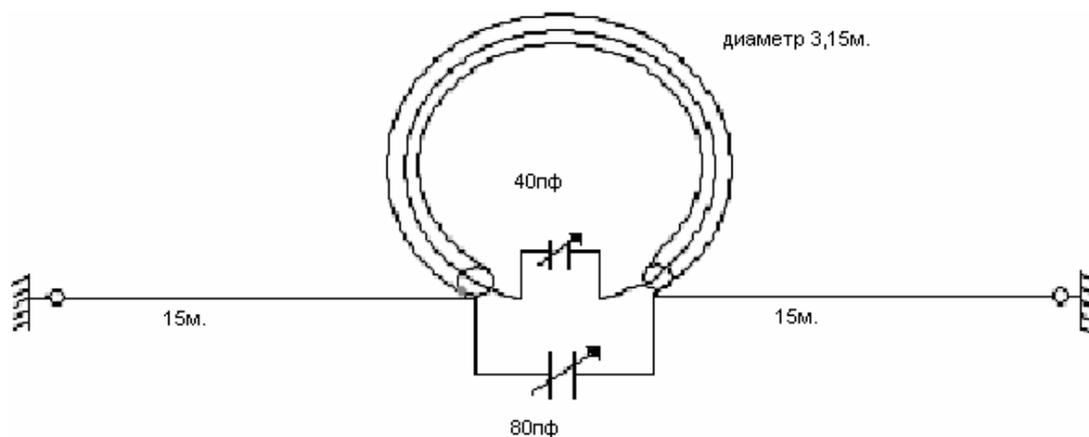


Рис. 5

Волею судьбы, на момент написания статьи эта антенна имеет такую конфигурацию, когда лучи идут параллельно земле на высоте 3,5 метров. Это никак не связано с её конструкцией, а обусловлено доступностью элементов настройки. Рамка выполнена из коаксиального кабеля диаметром 1,5 дюйма (производители маркируют их как водопроводные трубы, по диаметру наружной оплетки, в дюймах). Конденсаторы расположены так же в пластиковой коробке, как хорошо видно на фотографии (рис. 6).

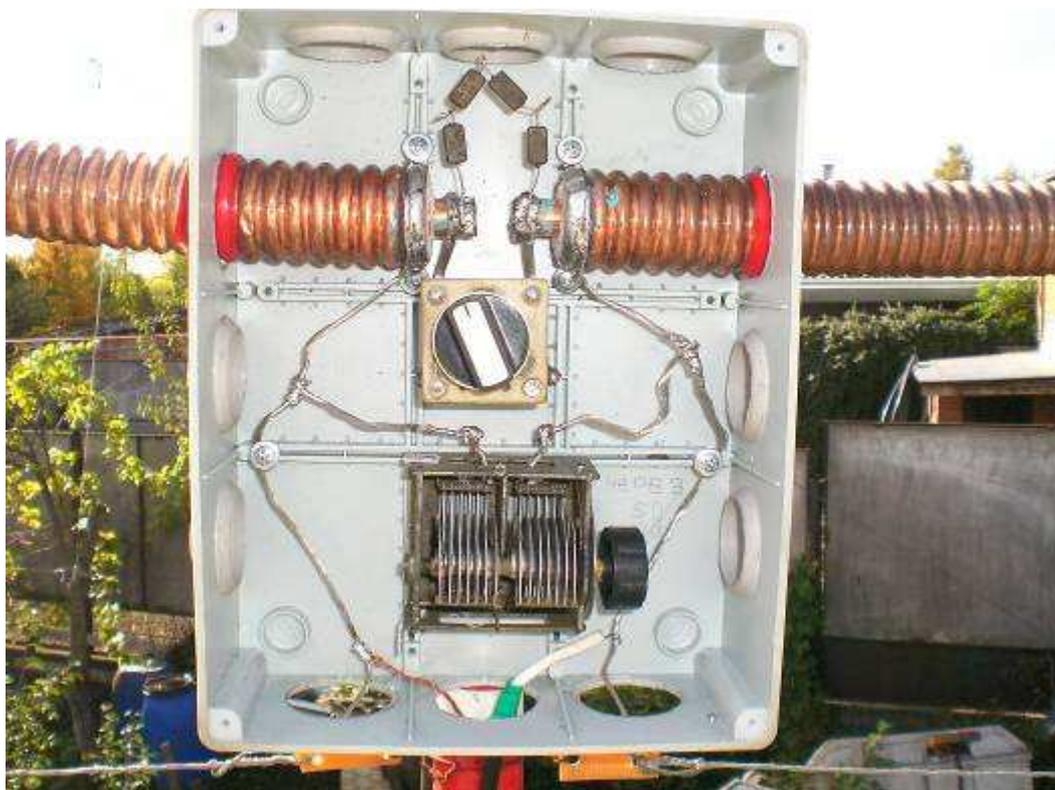
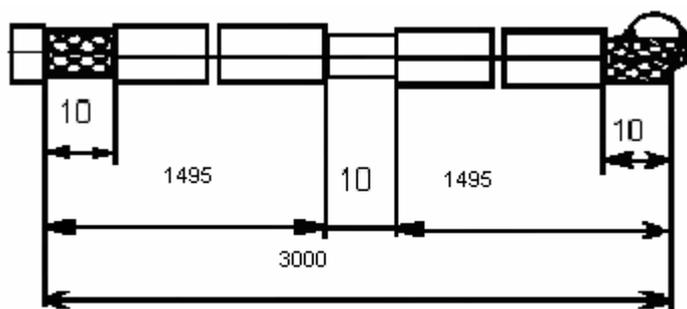


Рис 6

Конденсатор применен «прореженный» по причине отсутствия подходящего на тот момент, здесь с успехом работает и не «прореженный», если подключены только статорные пластины. Петля связи изготавливается в соответствии с рис. 7.



размеры в миллиметрах

Рис 7

Настройка обеих антенн очень проста. После выполнения монтажных работ и растяжки лучей (провод без изоляции или канатик диаметром 2...3 мм), нужно трансивер (приёмник) настроить на середину диапазона. Конденсаторы П-контура трансивера (если он имеет настроочные элементы) нужно предварительно настроить на эквиваленте на максимальную отдаваемую мощность и во время настройки антенны их не трогать. В дальнейшей эксплуатации этими конденсаторами можно в некоторой степени подстраивать антенну.

Далее конденсатором С1 выставить ёмкость (в первом случае 20...23 пф, во втором случае 37...40 пф) и конденсатором С2 настроить антенну в резонанс (на максимальную громкость принимаемых сигналов). После этого хорошо бы проверить значение КСВ во всём рабочем диапазоне. У меня при указанной высоте установки и при указанных размерах, рабочая полоса по уровню КСВ 2,0 получилась в первом случае около 200 кГц, во втором – около 100 кГц.

Ещё проще настраивать по максимуму напряженности поля, включить трансивер на передачу и настроить антенну на максимальные показания индикатора напряженности поля или по максимальному свечению неоновой лампочки, поднесенной к одному из лучей. Минимум КСВ совпадает с максимумом резонанса, поэтому проблем с настройкой нет.

Поскольку мой испытательный «полигон» расположен в QTH, в котором я бываю только наездами и лишь иногда там ночую, то удастся работать в эфире, в основном днем. Поэтому антенна диапазона 40 метров, по отношению к 80-ти метровой, испытывалась гораздо дольше и чаще. К сожалению, оценки эффективности этих антенн, в моем случае, носят субъективный характер и имеют лишь два критерия – лучше, хуже.

Уже первые опыты показали, что эта антенна не уступает диполю (описан в № 27), а с увеличением длины лучей, когда начал сказываться эффект, о котором я написал в начале заметки, стало ясно – антенна работает (в моем случае) несравнимо лучше диполя.

За прошедшее время на 40-ка метрах проведено множество связей со всеми континентами, кроме Антарктиды, с помощью SDR минитрансивера v6.2 с выходной мощностью около 100 Вт.

На 80-ти метрах результаты при той же аппаратуре скромнее, связано это прежде всего с тем, что редко когда удастся поработать ночью. Но, тем не менее, по Евразии на запад, неоднократно проведены связи со всеми странами до Атлантики, на восток до Хабаровска, Читы, на север – до Швеции, есть Ближний Восток, Средняя Азия. В общих чертах, сработал со всеми, кого удалось услышать. И это при высоте лучей над землей 3,5 метра.

Но существуют и вполне объективные результаты, из которых можно сделать определенные выводы. Экспериментальным путем было установлено:

1. При переключении лучей в этой схеме к противоположной стороне витка рамки прием полностью прекращается. Отсюда можно сделать вывод, что необходимые фазовые соотношения образуются у лучей только со «своей частью рамки». Другими словами рамка активно участвует в формировании ДН.
2. По мере увеличения длины лучей провал в ДН рамки (в горизонтальной плоскости) уменьшается вплоть до полного исчезновения (что происходит, видимо из-за увеличивающегося вклада в общую диаграмму дипольной части антенны), и ДН, в первом приближении, приобретает вид эллипса, вытянутого в плоскости антенны. При повороте антенны на 90 градусов уровень принимаемого сигнала на дальних трассах падает на 1,5...2 балла.
3. В вертикальной плоскости ДН определяет простая векторная зависимость:

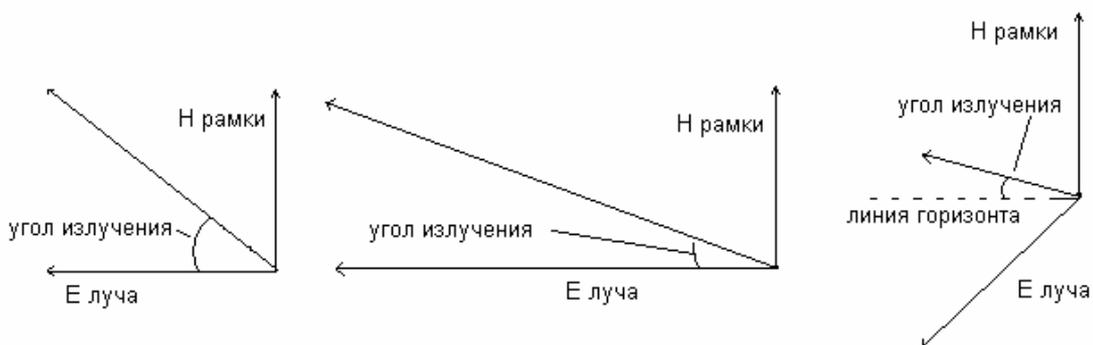


Рис 8

При увеличении длины луча угол излучения уменьшается. То же происходит и при наклоне лучей вниз (рис. 8). Это хорошо определяется по уменьшению уровня сигнала ближних и увеличению уровня сигнала дальних радиостанций.

4. Увеличение длины лучей с 5-ти (10-ти) метров до 8-ми (15-ти) метров повышает уровень принимаемых сигналов на 6...10 дБ, что несколько непропорционально и явно превышает увеличение сигнала, которое следовало бы ожидать.

5. Имеется простая зависимость между длиной лучей и рабочей полосой антенны – чем длиннее лучи, тем шире рабочая полоса.

6. С увеличением длины лучей снижается напряжение на подстроечном конденсаторе, и соответственно снижаются требования к электрической прочности этого конденсатора.

7. Антенна очень мало подвержена влиянию «земли». При изменении (для антенны на 40 м) высоты установки нижней части рамки от 2 до 4 м от земли, КСВ изменился от 1,3 до 1,0. Потребовалось увеличение емкости подстроечного конденсатора С2 менее чем на 10 пФ. В остальном характеристики антенны остались прежними, если не считать уменьшившийся угол излучения за счет увеличенного наклона лучей. Кроме того, антенна вообще не реагирует на перемещение массивных металлических предметов или людей даже при высоте лучей над землей порядка 2-х метров.

8. Настройка антенны очень проста, достаточно иметь КСВ-метр и неоновую лампочку или индикатор напряженности поля.

9. Антенна очень мало подвержена помехам вообще и грозовым в частности, удавалось без особых проблем работать в разгар грозы.

10. Антенна получилась такой же малозумной, как и магнитная рамка, но при этом обеспечивала уровень сигнала (на приём) больше на 10...15 дБ.

Ещё при самых первых опытах был замечен отмеченный в п.1 интересный эффект – если при неподвижной дипольной части повернуть рамку на 90 градусов, уровень сигнала по приему падает приблизительно на 10...15 дБ, а на 180 градусов – прием падает до нуля. При переключении лучей в этой схеме к противоположной стороне витка рамки прием также полностью прекращается. Другими словами, рамка активно участвует в формировании ДН.

Попытки отключить конденсатор С1 полностью нарушают работу антенны, хотя внутренний проводник никак не может участвовать в излучении или приеме, поскольку полностью экранируется внешней оплеткой. Отсюда можно сделать вывод, что необходимые фазовые соотношения образуются у лучей только со «своей частью рамки» и только при определенной емкости этого конденсатора. Всё сказанное позволяет заключить, что эти антенны относятся к классу CFA.

Владимир Тимофеевич Поляков в своей статье «Рамочно-лучевая или настоящая ЕН антенна» вот как описывает историю создания антенн этого типа:

«В конце 80-х годов прошлого века большой интерес вызвали разработки шотландских профессоров Б. Стюарта и М. Хейтли нового типа малой антенны на скрещенных полях, названной ими Crossed Field Antenna или CFA.

Основная концепция этой антенны — раздельное формирование вблизи антенны электрического E и магнитного H полей соответствующими элементами конструкции. При синфазности полей уже около самой антенны формируется поток излучения (вектор Пойнтинга), направленный вверх.

Концепция не была одобрена многими авторитетами в области антенн, дискуссии продолжаются и поныне. Тем не менее, М. Хейтли и его студент Ф. Каббари получили патент [1], была образована компания CFA Ltd и построены несколько антенн для СВ радиостанций. В Египте и во Франции (Сан-Ремо) CFA показали неплохие результаты, тогда как в Германии (Ганновер) и в Австралии (вблизи Сиднея) работали плохо.

Дальнейшая модернизация CFA американцем Т. Хартом (W5QJR) привела к разработке в 1998 г. ЕН антенны, вызвавшей еще больший шквал неприятия и критики»

Тем не менее, опыт эксплуатации моей первой антенны в течении более чем двух лет, а второй - более одного года дает основания утверждать, что концепция антенн верна. Во всех условиях эксплуатации данная конструкция антенны показала свою надежность и высокую эффективность.

Теперь попытаемся сформулировать в виде таблицы, что же мы имеем, так сказать, в «сухом остатке»:

№	ФАКТОРЫ	ОЦЕНКА
1	Антенне не требуются противовесы или «земля»	хорошо
2	Вертикальный лепесток излучения под углом около 25 градусов над горизонтом	очень хорошо
3	Для получения этого угла достаточно высоты установки антенны всего 1/8 длины волны	очень хорошо
4	По уровню КСВ 2.0 полоса 200 кГц (диапазон 40 м) и 100 кГц (диапазон 80 м)	хорошо
5	Антенну легко настроить	хорошо
6	В горизонтальной плоскости антенна не имеет ярко выраженных минимумов	хорошо для неподвижной антенны
7	Антенна имеет низкий уровень шума	очень хорошо
8	Антенна очень мало подвержена помехам вообще и грозovým в частности	хорошо
9	Антенна вовсе не реагирует на перемещение массивных металлических предметов или людей	очень хорошо

При оценке основных перечисленных в таблице факторов автор применял два основных критерия — скромность и сдержанность. Общую оценку, полагаю, Вы выведете самостоятельно. 73!

Редакционный комментарий: Хотелось бы отметить еще один момент, не указанный автором. Конструкция его антенны достаточно проста и легко может быть повторена в полевых условиях. Для ее установки достаточно одной, и не слишком высокой мачты, а «лучи» прекрасно послужат растяжками. Не исключено и использование деревьев для подвешивания рамки. Работа в полевых условиях позволяет исследовать и сравнивать различные антенны, что практически не достижимо в городских условиях. Летом предстоит Слет нашего Клуба, будет также и много других Слетов. Присылайте отзывы о работе антенны. **CQ-QRP # 34**

Про атмосферное электричество, и не только...

Юрий Георгиевич Трусов, Андрей Алексеевич Гольцов

Мы занимаемся с детьми на радиокружке в школе № 11 города Искитима, Новосибирской области. С удовольствием читаем статьи В.Т. Полякова на сайте RU-QRP Клуба. Привлекает свежий и нестандартный взгляд на, казалось бы, простые и давно известные вещи. Осенью 2009 года провели первый эксперимент по измерению атмосферного электричества, как описано в статье «Положительное ведро и отрицательные дожди». Заинтересовались, и решили лучше разобраться в этом явлении, и заодно посмотреть эффект электрического удлинения антенны с помощью «метёлки» на её конце – мы ещё занимаемся радионаблюдениями, и прикладная часть нам тоже интересна. В 2010-м мы провели несколько экспериментов, и появилось ещё больше вопросов, чем было. Как говорить, «чем дальше в лес...». Посмотрите, пожалуйста, эти заметки, может, мы что-нибудь не так делаем, или не там акценты расставляем? Просьба строго не судить – мы, можно сказать, так развлекаемся, а заодно ребятишкам показываем, как интересен мир, в котором они живут.

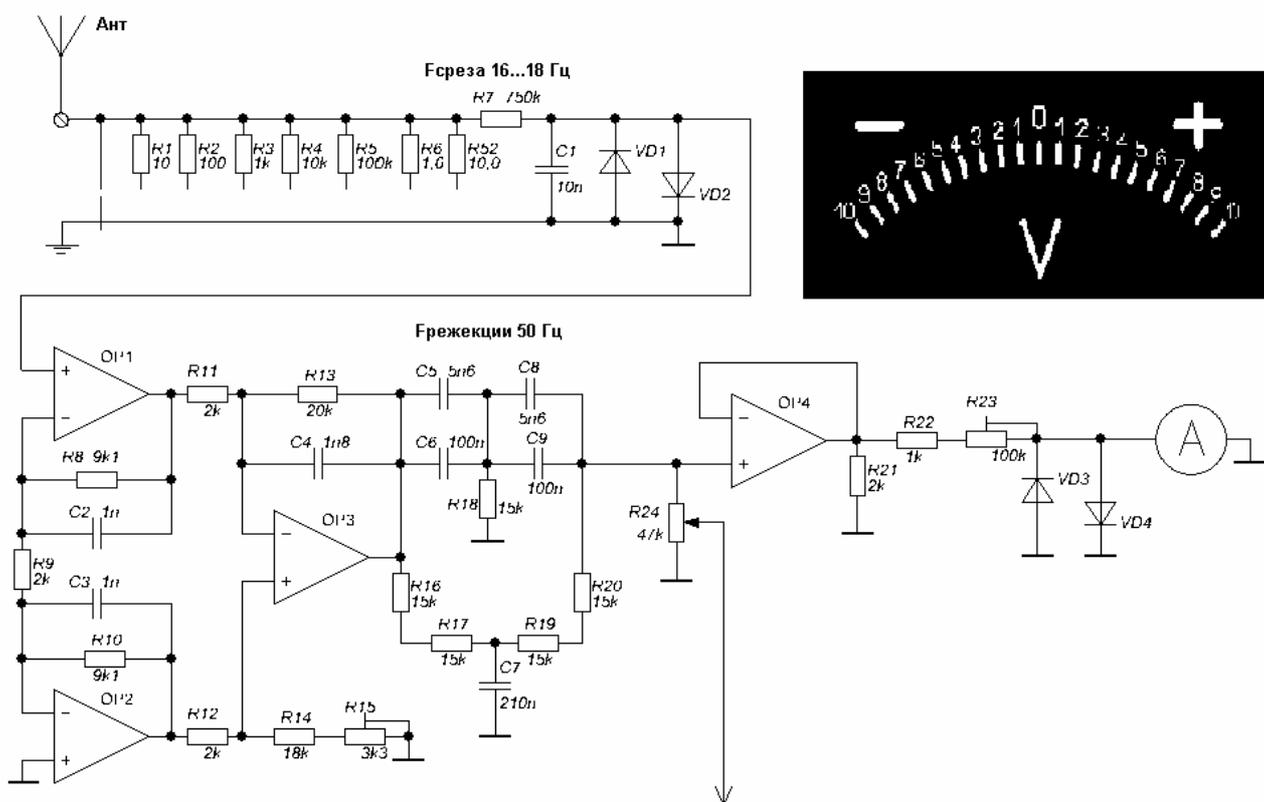
Эксперименты по измерению атмосферного электричества. Конструкция антенны: на пластиковом китайском удилице длиной 6 м скотчем в нескольких местах закреплён провод КСПВ 2x0,5 – две медные жилы диаметром по полмиллиметра, каждая в своей изоляции и в ещё одной общей. Провода сверху и снизу оголены на расстоянии 3 см и скручены вместе. Верхний конец ничего не касается, а нижний прикручен к одной из клемм специального прибора – высокоомного вольтметра с переключаемым входным сопротивлением. Эта винтовая клемма установлена на пластине 20x50x4 из оргстекла. Минимальное расстояние от гайки клеммы до металлического корпуса – 3мм. От второй клеммы, установленной на корпусе, идет метровый провод к болту М3 на металлической пластине 150x10x2, которая служит заземлением.

Вся система выглядит так: удилице своей толстой частью надето на укороченный черенок от лопаты (новый, берёзовый), к нижней части его прикручена заземляющая пластина, длиной 20 см, которая и втыкается в землю. Провод с макушки и провод от пластины идут в прибор, во входной цепи которого стоят резисторы, сопротивление которых можно менять, переключая керамическим галетником (от К3 до 10 Мом).



Схемы входной части и электронного блока измерителя атмосферного электричества (первые два эксперимента были проведены с двумя встречно-параллельными диодами VD1 и VD2, далее – без них, поскольку оказалось, что

они шунтируют входные сопротивления своим относительно небольшим внутренним) приведены на рисунке:



Конденсатор С1 – СГМ-4. Сигнал с движка переменного резистора R24 уходит в другую часть схемы, где происходит фильтрация и усиление частот в полосе от 5 до 16 Гц – это мы заинтересовались волнами Шумана (результатов пока нет). Во всех наших измерениях по атмосферному электричеству движок резистора R24 был замкнут на землю. Напряжение в 0,1 Вольта на входе прибора приводит к отклонению стрелки от середины шкалы к крайнему делению. Так как шкала проградуирована в целых числах, в формуле расчёта тока надо учитывать коэффициент 0,1.

Первый эксперимент после сборки прибора, проверочный (длительность 20-30 минут).

Начало августа, около 11 часов утра. Ясно, солнечно, у горизонта небольшие кучевые облака, вечером предыдущего дня прошёл слабый дождь – тротуары и трава уже высохли. Ветер около 2...3 м/с, кратковременные порывы до 5 м/с. Находимся на середине школьного футбольного поля. До ближайших деревьев около двадцати метров. Собираем всю конструкцию, втыкаем в землю, включаем прибор. Увеличивая входное сопротивление, видим, что при одном мегаоме стрелка начинает шевелиться, а при десяти – уже чётко регистрируемые колебания. После наблюдений в течение 5...10 минут было замечено, что стрелка колеблется в основном в положительной части шкалы и доходит до деления «1», изредка превышая его, но до двойки не доходила.

Затем удилице опустили и к проводу на макушке прикрутили «метёлку», состоящую из 51 отрезка провода ПЭЛ-0,9 с припаянными к концам булавками. Длина «метёлки» 22 см, а диаметр разведенных кончиков – около 15 см. После подъёма стрелка стала колебаться до деления «2», а при порывах ветра и до троечки доходило! Как и написано в статье, принудительные колебания удилицы

рукой показывают большие значения напряжений. После первого эксперимента в приборе был убран предел «10 Ом» и добавлен предел «50 МОм» (набранные последовательно резисторы), а так же заточены химическим способом концы булавок (опустили на несколько минут в водный раствор хлорного железа).

Второй эксперимент (длительность около 1 часа). Седьмое октября. Час дня. Небо облачное, редко появляются просветы, ветер свежий около 3...5 м/с, порывистый. Ночью было ниже нуля, и листья с деревьев обильно слетают. Сухо, но, земля влажна. То же футбольное поле. Собираем конструкцию без «метёлки», и на пределе 10 МОм прибор показывает колебания, как в положительную, так и в отрицательную части шкалы в районе делений «2» и «3». Прикручиваем «метёлку», получаем «3» и «4», а при порывах достигает «6» и «7». В отрицательную область заходит чаще.



Интересное наблюдение – в какой-то момент в течение 10...15 секунд при ровном слабом ветре и не качающейся макушке стрелка описывала колебания от -1 до $+1$ с частотой более одного герца, т.е. за то время, как она двигалась от -1 через 0 к $+1$ и назад к -1 , мы не успевали произнести фразу «двадцать один».

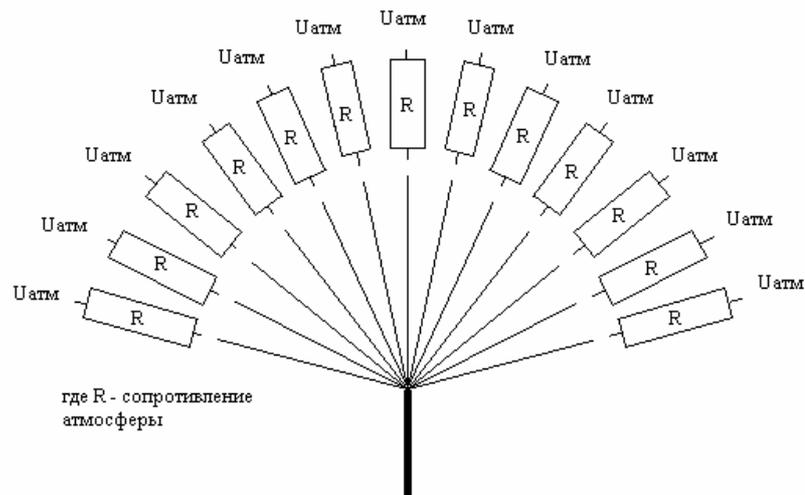


Увеличили входное сопротивление до 50 МОм, но показания изменились не более чем в два раза, скорее в полтора, а при порывах стало «9» и «10». Провели измерения рядом с деревьями так, чтоб ветки не касались «метёлки» – изменения в меньшую сторону есть, но незначительные, возможно, это просто поток ветра сдерживается деревьями. Попробовали концы «метёлки» направить вниз, к земле.



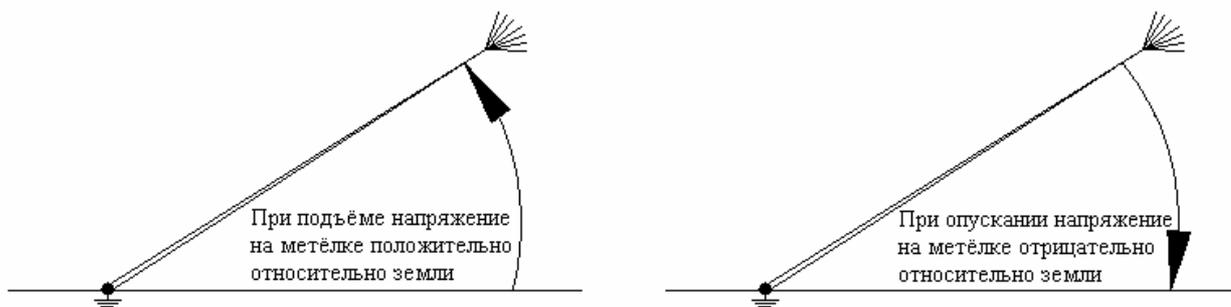
Изменения в меньшую сторону если и есть, то очень не значительные, т.е. сказать чётко, что «ух ты, как всё изменилось!» нельзя. Вернулись на центр поля и записали показания с перевернутой «метёлкой» и с нормальной. Результаты не отличаются.

Получается, что идею об электрическом удлинении антенны такими измерениями мы не можем проверить. Скорее всего, увеличение потенциала на входе прибора при использовании антенны с метёлкой связано с увеличением точек «съёма» зарядов из пространства, что-то типа такого:



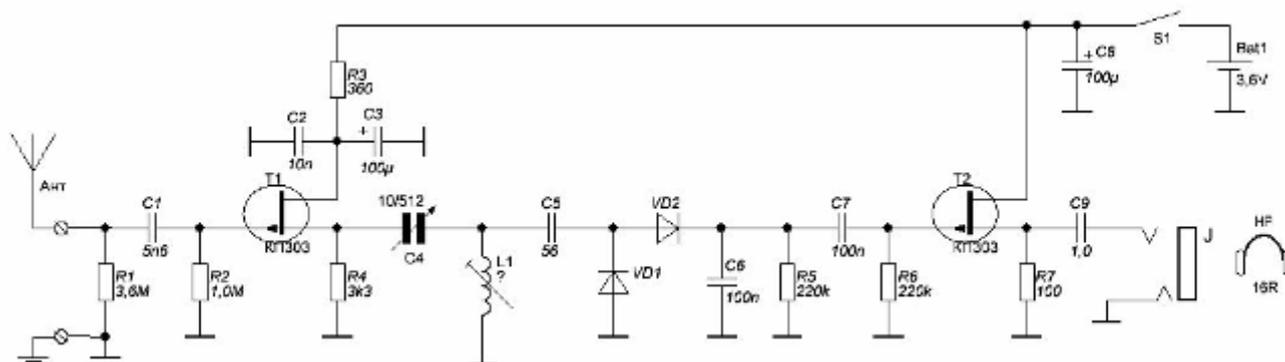
13 октября. То же место. Два часа дня. Небо облачное, ветер 2...4 м/с. В приборе были убраны встречно-параллельные диоды, чувствительность заметно повысилась. Показания колебались в основном в отрицательной зоне в районе значений «4»...«6» на пределе «50 МОм», несколько порывов ветра вызывали сильные отклонения, как в отрицательную, так и в положительную зоны до предела. Во время установки заметили, что при подъёме антенны стрелка индикатора отклоняется в положительную сторону до упора, а при опускании отклоняется в отрицательную сторону также до конца. Что это значит, пока не понятно. Сняли эффект на видео (20,3 МВ).

Так же сняли на видео такой эксперимент: верхние колена удилища убираем, а оставляем два нижних – «метёлка» оказывается на высоте 1,8 – 2 метра над поверхностью земли. Во время разборки стрелка прибора хаотично кидается от края к краю, но если затем все люди замрут на месте и не шевелятся, она успокаивается около нуля, реагируя только на порывы ветра.



Если теперь кто-нибудь, находившийся в метре от антенны, сделает один шаг назад, удаляясь от неё, стрелка бьётся о положительный предел «10». Затем она возвращается к нулю. Шаг же в сторону антенны вызывает её бросок в отрицательную часть до упора. Всё это проверялось на пределе «50 МОм». Если шагнуть медленно, плавно перенося вес с одной ноги на другую, то стрелка отклоняется на меньшее значение (два файла – 7,7 МВ и 5,7МВ). Забавно. Возможно, туловище человека создаёт поток воздуха. А что будет, если обдуть метёлку вентилятором сбоку? Или снизу? Как версия: мелкие колебания около отметки «0» – это при легком ускорении ветра «метёлка» отклоняется в одну сторону и слегка наклоняет макушку в сторону, изгибая удилице. Затем, при ослаблении напора, удилице выпрямляется, и «метёлка» движется в обратную сторону, вызывая показания прибора противоположного потенциала.

Эксперименты по радиоприему. Четвёртый эксперимент. 15 октября. Стадион. Час дня. Небо чистое, сухо, ветер слабый, около 1..2 м/с. Решено было проверить эффект удлинения антенны с помощью детекторного приёмника. Была собрана схема из статьи «Костровая антенна» с коррекцией под наши цели и возможности (катушка L1 была взята готовая, намотанная секциями на фторопластовом каркасе толстым проводом ПЭЛШО, похожа на анодный дроссель):



Но сначала посмотрели показания на приборе с «метёлкой» и без неё – стрелка слабо колеблется в пределах двух-трёх делений в обе стороны.

Далее подключили приёмник. При обоих вариантах антенны приёмник хорошо принимает «Радио России», обеспечивая качественный, ровный звук на компьютерную гарнитуру Dialog M-800HV (каналы в параллель – 16 Ом). Разницы не слышно, возможно, надо было подключить цифровой прибор к выходу. Настроились на слабую станцию, еле разбираемую, но что с «метёлкой», что без «метёлки», разницы в силе сигнала также не заметили. Очень сильно меняется качество приёма только при опускании антенны – сигнал пропадает, а вот попытка приподнять антенну ещё на метр от земли, взяв её в руки, никакого прироста

сигнала не дала (на слух). Возможно, изменения происходят в пределах 3 дВ, значит, нужен прибор!



Как версия: если потенциал, возникающий на антенне длиной 6 м, даёт определённый прирост, допустим, 2...3 м, то увеличение электрической длины антенны по отношению к принимающему проводу – это не так много. Решено провести в следующий раз эксперимент, заменив провод КСПВ на РК-75, заземлить оплётку внизу, а наверху оплётку заизолировать и удлинить центральную жилу до полуметра и к ней уже подключать «метёлку» и смотреть разницу. Таким образом, без «метёлки» принимающая часть антенны будет равна 0,5 м, а при удлинении – 2,5...3,5 м. Вольтметр по НЧ обязателен. Проверить так же, как меняется сигнал при раскачивании антенны или при порывах ветра. Прибор подключить параллельно приёмнику!



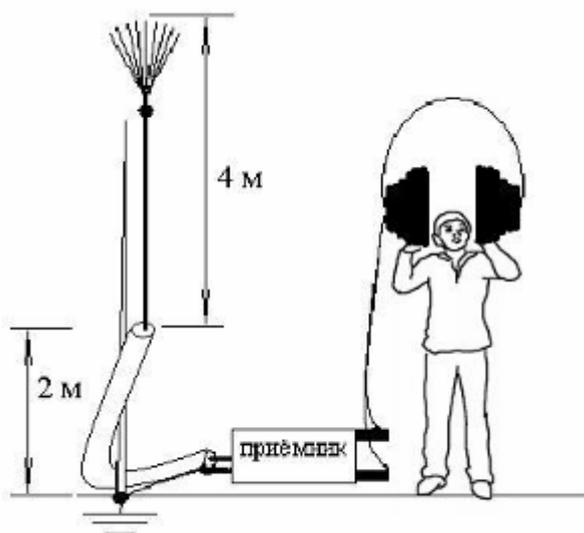
Как обычно, наши манипуляции с удочкой и прибором привлекают зрителей, которым дали послушать приёмник и вкратце описали эксперимент, но практическая часть понравилась им гораздо больше, чем теоретическая.

Несколько наблюдений за изменением атмосферного электричества в домашних условиях. Гольцов А.А.: – 16 октября. Вечер, дождь, ветер. Дождь шёл целый день с небольшими перерывами. Прибор был дома, и я решил подключить его к КВ антенне – наклонный треугольник периметром чуть более 160 метров. Симметричная линия питания и само полотно выполнено из полевого провода П-274, оголены только соединительные винты М4 в точке запитки на высоте 2 метра от крыши дома (общая высота точки запитки от земли – 17...18 м). При подключении прибора к заземлению (арматура балкона панельной пятиэтажки), и к симметричной линии, показания устойчиво менялись на пределе «10 МОм» от минус 3 – это когда дождь шел ровный и не сильный, и до минус 6...8 – это во

время порывов ветра или усилении дождя. В один момент по подоконнику сильно забарабанили крупные капли, стрелка зашкалила, и, переключив галетник на «1МОм» я увидел, что она покачивается между делениями 2 и 3. Напомню, что предел шкалы – это 0,1 вольт, получается, в этом случае протекал ток 20-30 нА. За весь вечер, пока шёл дождь, ни разу не было положительного потенциала, и только в редких паузах, когда тучи расходились, прибор иногда показывал + 1...2.

18 октября. Вечер, темно, ветра нет, погода сухая, хотя днём была низкая облачность. Прибор включен и на пределе «10 МОм» стрелка медленно перемещается, слегка подрагивая, из отрицательной части в положительную и обратно на примерно одинаковые деления. Медленно, это значит, что, дойдя до значения «-3», она возвращается к нулю за 20-40 секунд, проходя далее до «+2» за такой же промежуток времени. Затем идёт назад и т.д. Кажется, что в отрицательной части шкалы стрелка находится дольше и показывает большие значения. 20 октября. Утро. Ночью шёл дождь со снегом. Под утро начал ослабевать. Включенный в это время прибор на пределе «10 МОм» в течение получаса показывал от минус трёх до минус шести. Ветра нет. С ослаблением дождя напряжение уменьшалось, и после прекращения осадков напряжение колебалось от минус двух до плюс одного. Ещё через час прибор плавно, примерно за минуту, менял значения от минус трёх до плюс двух».

Ещё один эксперимент 20 октября провели на школьном стадионе около двух часов дня. Тротуары и дороги уже высохли, небо затянуто облаками, ветер слабый, не более 1 м/с, холодно (около двух градусов тепла). Заменили провод снижения на кабель РК-75. К центральной жиле сверху припаян провод в изоляции длиной 80 см. Место пайки хорошо заизолировано, также как и торцы оплеточных проводов, т.е. приняты меры, чтоб воздуха касался только оголённый конец добавленного провода. Внизу центральная жила идёт к сигнальной клемме приёмника. Оплётка кабеля подключена к клемме «земля» приёмника, куда приходит и провод от реального заземления системы. К нашему великому сожалению в таком варианте нам не удалось услышать ни одной станции. Но, переключив оплётку на сигнальную клемму, убедились, что «Радио России» в эфире работает. Начали наращивать верхний провод примерно по одному метру, хорошо изолируя места соединения, и только по достижении его длины в 4 метра, услышали вещание радиостанции. Всё это делали с подключенной «метёлкой».



Послушав некоторое время, чтоб привыкнуть к громкости, наклонили антенну и, сжав пучок «метёлки», согнули его посередине, направив острия вниз. Диаметр

распушенности не превышал 3...4 см. Подняли антенну и сразу заметили, что громкость убавилась. Приподняли антенну примерно на 1 метр – громкость примерно сравнялась с той, которую обеспечивала «метёлка» в рабочем состоянии. Правильнее было бы не поднимать удилище, а нарастить провод ещё на метр и сравнить, но на поле мы это сделать не догадались. А так получается, что компенсировали сигнал за счёт увеличения высоты подвеса, а не за счёт увеличения геометрических размеров. Также жаль, что не посмотрели прибором напряжённость воздуха (почему прошлые измерения на поле дали отрицательный результат?). И всё-таки, надо сделать вольтметр переменного напряжения – определение на слух уровня сигнала не так убедительно, как инструментально.

Подводя некоторые итоги, можно сказать, что измерение атмосферного электричества достаточно просто, легко повторяемо и убедительно – да, потенциал присутствует и он меняется от погодных условий. Не понятны только процессы, происходящие в месте измерения – если перемещение разнополярно заряженных слоёв воздуха понятно, то почему меняется потенциал при приближении (удалении) антенны к земле (от земли) – вопрос. Или мы в одном случае «метёлкой» обгоняем поток заряженных частиц,двигающийся к земле (от земли), а в другом случае движемся против потока? А при горизонтальном движении человека в ближнем поле «метёлки» что заставляет меняться потенциал? Кстати, когда мы проверяли приближение и удаление человека, на ребёнка в кроссовках стрелка реагировала в меньшей степени, чем на взрослого человека в туфлях (это видно на двух видео), правда, и вес тоже разный.

Ярко выраженный эффект при электрическом удлинении антенны «метёлкой» на конце увидеть не удалось, возможно, потенциал, возникающий при высоте антенны в 6...7 м мал для этого. Надо будет попробовать нарастить удилище, добавив снизу трёх-, а лучше четырёхметровый брусочек. Или искать другой вариант регистрации эффекта.

Продолжение экспериментов. 8 ноября. Шесть часов вечера. Темно, идёт моросящий дождь. Прибор подключен к треугольнику 160 м и к заземлению. При измерении атмосферного электричества показывает от «-1» до «-3» на пределе 1 МОм. Напряжение ровное, без скачков, плавно меняется с периодом от нескольких десятков секунд до нескольких минут. Подключили к треугольнику приёмник, а к измерительному разъёму – прибор, стрелка показывает напряжения:

«Радио России» до 0,1 В на 1 кОм (отклонение на всю шкалу);

«Радио Маяк» до 0,03 В на 1 кОм (некоторое время сигнал звучит с эхом);

фоном по всему диапазону каша из станций – стрелка не падает ниже 0,01В.

Тем же вечером в 20:50 местного времени. Дождь ослабел, атмосферное электричество было около «-2» на 1 МОм, напряжение на выходе приёмника:

«Радио России» до 0,1 В на 1 кОм;

«Радио Маяк» до 0,05 В на 1 кОм;

«Голос России» до 0,05 В на 1 кОм;

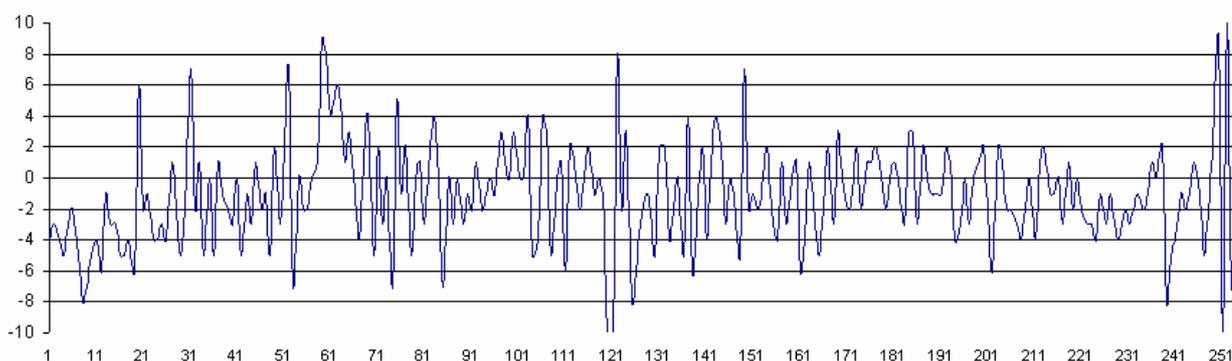
фон из нескольких станций – стрелка поднялась до 0,03В.

В 21:00, где-то рядом по частоте, но, не попав в диапазон перестройки приёмника, включилась китайская станция и фон из станций поднялся до 0,04В.

Примерно через полчаса дождь закончился, перестало капать за окном и стало тихо. Прибор, включаемый через каждые десять-двадцать минут для регистрации атмосферного электричества, стабильно показывал чуть больше «-1» на 1 МОм (на пределе 10 МОм индикатор зашкаливало). «Стабильно» – это значит, что в течение двух-трёх минут измерений стрелка совсем не шевелилась, было даже

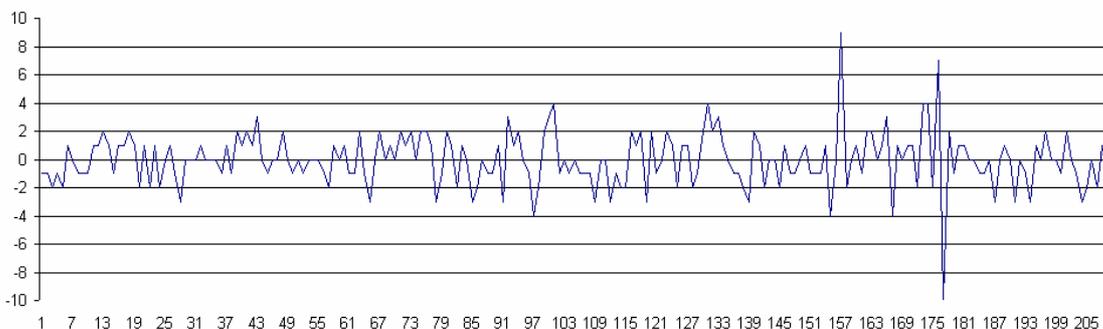
подозрение, что сел аккумулятор, но оно не подтвердилось – прибор был рабочий. До полуночи дожидаться каких-либо изменений в показаниях не удалось. Утром оказалось, что на улице тонким слоем лежит снег. Температура – минус один. Ветер порывистый, сильный. Прибор, подключенный к антенне-треугольнику, показывал атмосферное электричество от «-10» до «+10» на пределе «10 МОм». Показания изменялись резко и хаотично – за десять секунд стрелка могла пару раз оказаться на предельных отметках шкалы. Приоритета в полярности не замечено. Ветер то разгонял облака, то через полчаса всё опять затягивало низкой облачностью.

10 ноября. Девять часов утра. Температура – минус один. Обильно шёл мелкий косой снег. «Косой» – это наклонно к земле около 40...45 градусов, а «обильно» – это значит, что линия горизонта не просматривается, видимость – метров 300. Ветер ровный, около 3 м/с. При первом включении прибор на пределе «1 МОм» показывал, что атмосферное электричество стабильно положительное, в среднем от «+2» до «+5». За три минуты наблюдений стрелка один раз побывала около деления «-1» и четыре раза около значения «+7». При следующем измерении, минут через пять, стрелка уже колебалась около нулевой отметки и в положении «10 МОм» стали видны показания от «-3» до «+3». После некоторых размышлений было решено записать показания прибора с привязкой ко времени, т.е. регистрировать показания каждые 30 секунд, заноса их в Excel-таблицу. Правда, снегопад к этому времени начал ослабевать – видимость увеличилась до 500...700 м. Итогом записей стал график:



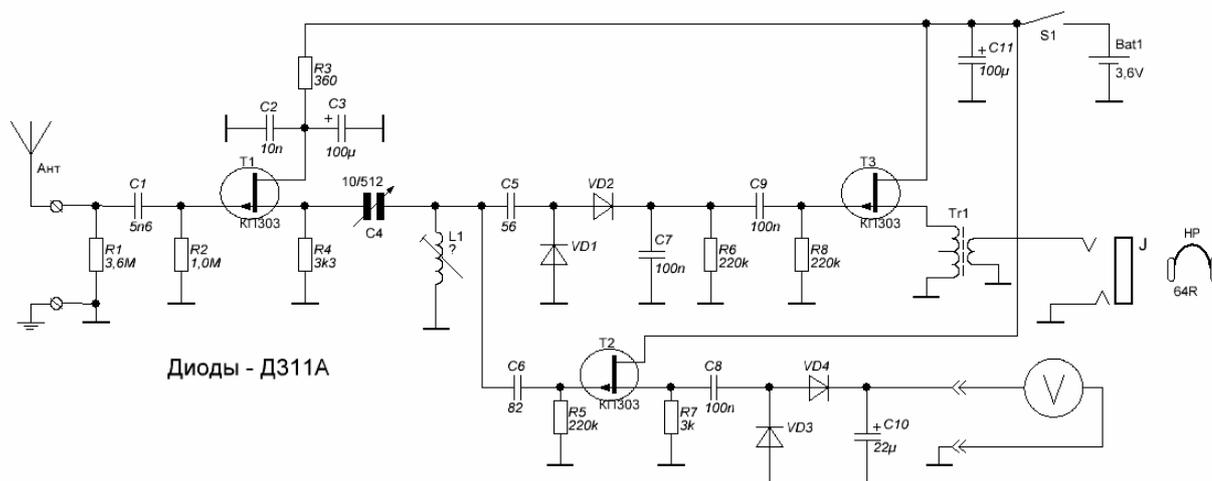
По оси «икс» отложен номер записи – их было проведено 255 через каждые 30 секунд, т.е. значение «251» в конце оси – это $251 \cdot 30 = 7\,530$ секунд = 125,5 минут. На оси «игрек» значения делений шкалы при входном переключателе «10 МОм».

11 ноября. Ночью выпал снег, температура – около -5°C , ветер слабый, около 1...2 м/с. Пасмурно. По вчерашнему принципу записано ещё 210 показаний.



Можно сказать, что чётко наблюдается изменение потенциала в зависимости от скорости ветра. Этим же днём на школьном стадионе, в обычное для нас время, т.е. в два часа, был проведён эксперимент, с которого, в общем-то, и нужно было

начинать измерения, и который говорит о том, как влияет подключение к вертикальной антенне «метёлки». Семь метров провода КСПВ прикрепили скотчем к удилицу. Верхний конец был электрически изолирован от атмосферного электричества, а нижний подключен к «псевдодетекторному» приёмнику, земляной контакт которого был заземлён. В приёмник внесли несколько изменений: с резонансного контура сигнал поступает ещё на один выпрямитель ВЧ – для прибора, которым мы меряем потенциал атмосферного электричества (немного неудобно, т. к. у него вся шкала – 0,1 В и для контроля напряжения приходится переключаться на тот предел, который, шунтируя выход выпрямителя, обеспечивает напряжение не более 0,1 В).

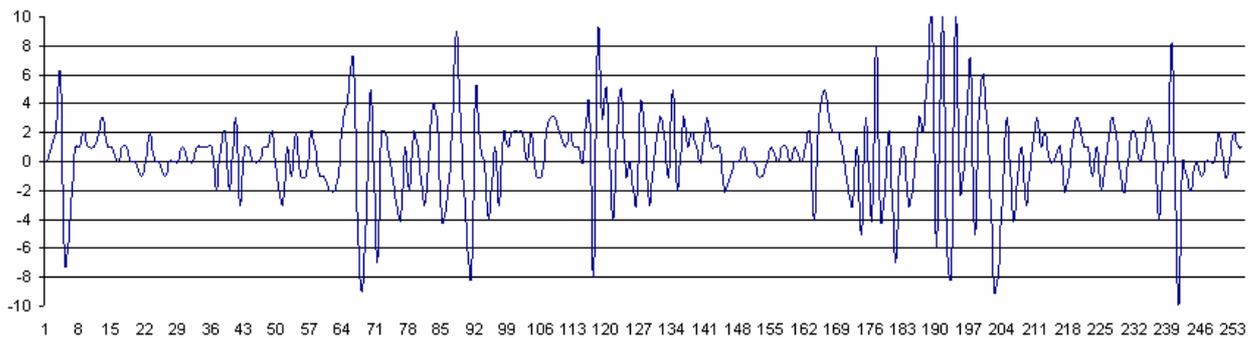
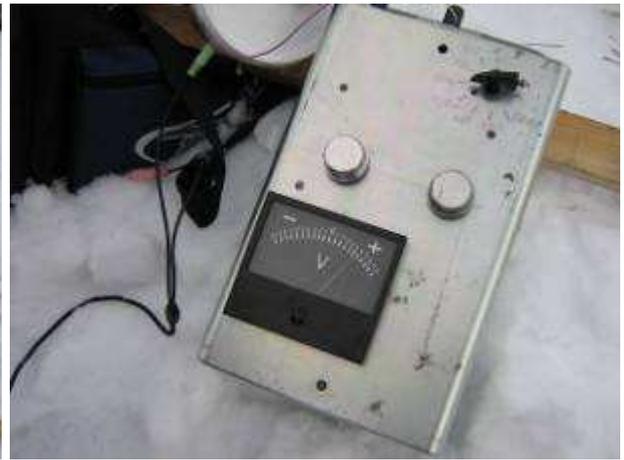


Также в исток транзистора Т3 поставили понижающий трансформатор Tr1 – взяли готовый от двухтактного УНЧ какого-то переносного транзисторного приёмника. Сопротивление первичной обмотки около 40 Ом, поэтому включили напрямую. Выходной разъём распаяли так, чтоб капсули были подключены последовательно, сопротивление нагрузки стало 64 Ома. При таких изменениях станция «Радио России» (передатчик, кажется, в Омске или Томске) при подключении треугольника 160 м стала звучать очень громко, приходится пользоваться регулятором громкости на наушниках.

Итак, первое измерение – «Радио России» почему-то отсутствует, а она у нас была самая громкая станция, но ловится «Маяк» – стрелка плавно колеблется от «4» до «5». В течение нескольких минут, пока фотографировались, изменений в показаниях не было. Затем наклоняем удилице, с конца провода снимаем изоляцию и прикручиваем к нему «метёлку».

После подъёма удилицы изменение громкости станции на слух не заметно, но прибор показывает от «5» до «6» на том же пределе, а при увеличении скорости ветра стрелка отклонялась к отметке «7». Скорость изменения показаний увеличилась – не было ни секунды, чтоб стрелка где-нибудь стояла на одном месте. Получается, что прибавка в сигнале не менее 2 dB, а при показании «7» доходило до 3 dB. Уже жаль, что мы не попробовали добавить антенне высоты ещё на три метра, хотя брусок принесли с собой, обрадовались, что получили положительный результат в эксперименте и побежали в школу отогреться, но, может, в другой раз...

12 ноября. Пасмурное, тихое утро. Минус семь градусов. Проведено ещё 255 измерений. Принцип записи тот же. Так как ветра почти не было, изменения показаний более плавные.



В заключение есть ещё несколько дополнений: входное сопротивление прибора на пределе «50 МОм» на самом деле около 30 Мом из-за утечки во входной цепи, сопротивление которой можно оценить примерно в 80 МОм. Незначительное примечание, напоминающее о том, что мы имеем дело с высокими потенциалами. Однажды, при очередном «походе» на стадион, нам не удалось принять ни одной станции на «псевдодетекторный» приёмник. Подумали что перерыв в вещании, но оказалось, что вылетел входной полевой транзистор. Скорее всего, в момент подключения приёмника к заземлению и антенне. Надо поставить тумблер по входу приёмника. Но, это уже ближе к весне – у нас тут зима, не охота детей морозить.

Во время последних измерений случайно был проведён и такой эксперимент: во время регистрации влияния «метёлки» на параметры антенны к электрически изолированному сверху проводу вместо детекторного приёмника был подключен прибор для регистрации атмосферного электричества. На пределе «50 МОм» стрелка колыхалась в зависимости от усиления ветра от минус двух до плюс двух делений. Это максимальные показания, а в основном она описывала движения около нулевой отметки. Наверное, зная сопротивления прибора и изоляции провода, а также потенциала атмосферного напряжения, можно было бы оценить сопротивление воздуха. Интересно-о-о-о...☺. Но это, как пишут в книгах, уже совсем другая история...

73 от коллектива R9O-11.

Оригинальный эксперимент

LA1KHA (op. Kjell) экспериментирует с передатчиком, питаемым от одной батарейки типа PP3 (аналог "Кроны", 9 В). Его личный рекорд – 240 связей, проведенных от одной батарейки (без ее замены). Диапазон 30 м, выходная мощность 70 мВт. Kjell приглашает всех желающих присоединиться к его опытам и улучшить его рекорд.

По материалам G-QRP Club, 26.02.2011, RV3GM

Письма читателей, Юмор



«Уважаемый господин Поляков, получите приветствия от главного редактора нашего журнала „Радио аматер“, Сречка Морича YU1DX и меня. Мы хотели бы спросить Вас для разрешения опубликовать... Если Вы согласны, большое вам спасибо и хотел бы просить для Ваш малый фото. У нас обычай, вместе с именем автора статьи показать его фото. Извините, я очень плохо пишу по русски, но надеюсь что Вы мне понимали. Сердечно, Драган Тешич YU2ITТ»

GRADNJA

PRIJEMNICI NIKOLE TESLE


 V. Poljakov
RA3AAE

Desetog jula 2006. godine smo obeležili stopedesetu godišnjicu rođenja genijalnog naučnika, pronalazača Nikole Tesle. Pražnjenja, obrazuju se provodni kanali i otpornost koherera naglo pada. Radi vraćanja u prethodno stanje, koherer je pot-

Теперь у нашего журнала есть друзья в Сербии!



А слева французский юмор. Выбирайте правильно нужную боковую полосу в зависимости от КВ диапазона!

Новое кодовое выражение:
QBA? – How big is your antenna?

QBA – My antenna is BIG!

Вместе с почтой мне пришло однажды такое заманчивое предложение:

«**Омметр.** Хотите знать, что это? Мы подскажем! Развивай кругозор вместе с нами 😊»

CQ-QRP # 34