



CQ-QRP

Издание Российского Клуба Радиооператоров Малой Мощности

35 лето 2011



Встреча на Угре — RK4FB, RA3XCW, RK4FAR, RW4YD, RK3FW, RA3AAE, UR5LAM

СОДЕРЖАНИЕ

- Клубные новости — *Владислав Евстратов RX3ALL*
QRP слет «Угра-2011» — *Евгений и Тамара Кудряцевы RX3PR & UA3PTV*
Регенеративные антенны — *Владимир Поляков RA3AAE*
Впервые на слете, или об антеннах ВЧ диапазонов — *Михаил Носов RD3AJB*
Простой приемник «Simple SDR» — *Владимир Неретин UA3ELR*
В обеденный перерыв — *Виктор Беседин UA9LAQ*
Атмосферное электричество: вопросы и ответы — *Дмитрий Горох UR4MCK*
Письма от авторов: — *Юрий Трусов, Андрей Гольцов, Александр Грачев*
Письма читателей с вопросами и ответами, Юмор

Главный редактор — *Владимир Поляков RA3AAE*
Редколлегия: *Владислав Евстратов RX3ALL* — Председатель Совета Клуба,
Вячеслав Синдеев UA3LMR, Тамара Кудряцева UA3PTV,
Алексей Овчаров RK4FB — Администратор сайта qrp.ru

© Клуб RU-QRP



Клубные новости

Владислав Евстратов RX3ALL

Главное событие этого лета – конечно же, слет QRP Клуба «Угра-2011». Он проходил в национальном парке, поэтому до слета пришлось провести немалую работу по получению разрешения и т.д. Большую помощь в организации слета оказал Михаил RK3FW.

Место было выбрано изумительное, на чистой полянке с выходом к воде. Песчаных пляжей в этих местах, правда, нет, и прибрежная растительность начинается прямо от воды, ее в этом году было много, и деревянные мостки у берега оказались под водой. Рядом было оборудованное место для остановок туристов (навес, кострище, помойка), изрядно

загаженное недавно пировавшей компанией шашлычников – что поделаешь, слет начали с уборки территории силами первых прибывших участников. Постепенно лагерь обустроился и наполнился народом.



Пример показал Александр UR5LAM, проделавший долгий путь, идеально обустроивший QTH/p и задумчиво глядящий в речную даль из-под зеленого зонтика поверх трансивера с ноутбуком. А наш известный контестмен Валерий RW3AI оборудовал шэк со всеми удобствами прямо под навесом для туристов.



Запланированная на слете программа мероприятий прошла полностью и вполне успешно. С лекцией и наглядным показом новой SDR техники выступил Алексей RK4FB, с азартом и весело проведен шуточный мини-конテスト, Владимир Тимофеевич Поляков рассказал про новое направление нашей радиолюбительской науки и техники – регенеративные антенны.

Из других событий необходимо отметить победу RU-QRP клуба в соревнованиях «Союз клубов», где мы заняли первое место и получили кубок.



Участникам клубных мероприятий «RUSSIAN FIELD-2010», и «Мороз-Красный Нос – 2011», занявшим первое, второе и третье места, изготовлены и вручены наградные плакетки. От всей души поздравляем победителей и желаем им новых побед!

А наш одноклубник Ярослав Володин R3DAU завоевал главный трофей нашего Клуба - плакетку "The World of QRP". Почитав условия выполнения этой награды, может создаться ложное впечатление о их простоте. Это отнюдь не так. Мы приглашаем всех радиолюбителей попробовать свои силы и принять участие в дипломной программе нашего Клуба.

Решением Совета Клуба были внесены изменения в Заявление-анкету заполняемую кандидатами в члены Клуба.

И по традиции публикуем имена и позывные наших новых одноклубников: Александр RN3AUS,

Сергей RX3AXI, Виктор UA0SBQ, Дмитрий RV4CT, Валентин UA7G и Владимир UA9AAG.

Успехов вам, дорогие читатели!

CQ-QRP #35

QRP-слёт УГРА – 2011

Евгений и Тамара Кудрявцевы RX3PR & UA3PTV

Ежегодный слет Клуба RU-QRP стал традиционным и с нетерпением ожидаемым событием года. Не было исключением и этот раз. Подготовка к поездке началась за несколько дней. Дома сносили в угол все то, что надо было взять с собой, и набралась вполне приличная куча, мешающая ходить по не очень просторной квартире 😊. Следующим этапом был перенос и загрузка вещей в автомобиль, продолжавшаяся вплоть до последнего вечера, в несколько этапов.

В пятницу 22-го июля, в одиннадцатом часу дня садимся в машину, но через минуту мотор глохнет и уже ни в какую не заводится. Начинает охватывать ужас, выезд под угрозой. И пошли, как у нас стало модным говорить, «танцы с бубном» вокруг авто. Заглючил иммобилайзер. Звоню друзьям и знакомым, но ни помочь, ни посоветовать никто ничего не может. После открывания капота и сбрасывания клемм питания с АКБ машина все-таки заводится и работает, принимаем очень рискованное решение ехать, не смотря на неприятный инцидент.

Дорога предстоит знакомая, в ставшую уже почти родной Калужскую область. 😊 В последние годы частенько туда наведываемся на совместные встречи членов Клуба RU-QRP, для участия в других мероприятиях. Это – и «Мороз-красный нос», и прошлогодний Слет. Периодически созваниваемся с уже прибывшими на Слет еще в четверг одноклубниками и готовившими место Слета. Немного не доезжая до конечной точки совершенно случайно встречаю Алексея RX3FY с супругой Ларисой, они остановились на обочине и набирали у колонки воду. Радуюсь встрече и уже продолжаем дальнейший путь вместе. Уже почти на въезде на поляну встретили Владимира RN3DBQ с сыном, вместе ждем у закрытого шлагбаума. Территория заповедника как-никак и таков порядок. Минут через пять заветную дверцу открывают и вскоре мы видим лагерь и удочки-антенны в небе.

Вот мы и на месте! Ура!!! Навстречу идут старые и добрые друзья Влад RX3ALL, Сергей RA3XCW, Михаил RK3FW, Александр RW4YD и всеми любимый и многоуважаемый В. Т. Поляков RA3AAE!!! Сразу же узнаю Алексея RK4FB и Александра UR5LAM, частенько встречались в эфире, но видели друг друга только на фотографиях, теперь вот радостная встреча и знакомство.



RK4FB, RA3XCW, RX3PR



«Рабочее место» RX3PR

После многочисленных рукопожатий, обнимания и обменом новостями выбираем подходящее место для стоянки и занимаемся обустройством нашего временного

жилища. Ставим палатку и, прежде всего, конечно же, антенну. Еще одна «удочка» дырявит небо на высоту 11 метров! 😊



Периодически приходится отрываться, прибывают новые участники Слета. Всех хочется поскорее увидеть и крепко пожать руку 😊. Вскоре приезжает Валерий RW3AI и обустривает свой шэк по соседству с нами. Вот прибыла команда Московского радиоклуба RK3CQ, знакомимся, еще одни соседи, мы очень рады.



Вскоре всех приглашают в штабную палатку на лекцию Алексея RK4FB по SDR-технологиям с наглядной демонстрацией. Инновации бурно входят в нашу жизнь, коснулись они и нашего хобби, никуда не денешься. Это уже не техника будущего, это – настоящее. Внимательно слушаем, задаем вопросы, бурно спорят сторонники и противники. Вот так, за интересными мероприятиями, суетой разворачивания позиций прибывающих участников и пролетает время. Затем ужин за общим столом, разговоры и песни под гитару в исполнении Сергея RA3XCW. Кто-то поет, а кто и с наушниками на ушах слушает песню морзянки и отстукивает свои мелодии на ключе... Время проходит очень быстро и незаметно. На лагерь опускается ночь, отзвенела гитара, утихли звуки эфира. Подошел к концу первый день нашего пребывания на Слете.



Утро следующего дня, завтрак и подготовка к CW мини-тесту на 14 МГц. Длился он всего 1 час: 6 минут по 10 минут. Участвовало 6 станций с нашей поляны. Приняли участие также и другие станции, но связей с ними было проведено немного, очень уж высок для «Большой земли» оказался уровень взаимных помех, ведь расстояния между нашими позициями составляли десятки метров.



Предварительно участники уменьшили мощности своих трансиверов до минимума, но и 0,5 ватта – это очень много.

По окончании Валерием RW3AI была проведена оперативная проверка отчетов и определены победители. Позже на всеобщем собрании были поздравлены и награждены призами и подарками, предоставленными командой RK3CQ и членами нашего клуба все участники. Очень

бурно прошло чествование победы RU-QRP клуба в соревнованиях «Союз клубов», где мы заняли первое место! Теперь в Клубе 3 кубка за эти соревнования, за 3-е, 2-е, и вот теперь уже 1-е место.

С большим интересом прошла лекция RA3AAE о регенеративных антеннах, истории их изобретения, свойствах и возможностях практического применения. Очень горжусь знакомством с этим замечательным, всесторонне развитым и добрейшей души человеком. Интереснейший собеседник, много путешествует по стране, до сих пор в памяти его рассказы на Слете в позапрошлом году.



В субботу вечером некоторые начали, к сожалению, уже разъезжаться по домам, у многих дела, работа.

Расставаться всегда грустно. На прощание жмем руки и выражаем надежду, что обязательно еще встретимся на следующем Слете, ну а в эфире уж непременно и еще раньше.

Как правило, на Слет приезжают самые активные. В лагере постоянно кипит жизнь, кто-то экспериментирует с антеннами, настраивает, сравнивает с результатами работы других. Кто-то купается или рыбачит, а с утра пораньше и отправляется за грибами. Не эфиром единым жив человек. А природа вокруг очень красива, чистейшая река Угра. По ней постоянно сплавляются на байдарках, катамаранах, плотках. И просто туристы и рыбаки. Приветствуем друг друга и машем руками.



Постепенно и второй день нашего пребывания подходит к концу, совместный вечерний ужин, ни на минуту не прекращающееся дружеское общение. Много новых лиц и знакомств, люди разных возрастов и профессий, но общий интерес к Радио всех нас объединяет и сближает.

День третий, заключительный день Слета. Уже с утра постепенно начинают разъезжаться самые дальние: Александр UR5LAM с супругой, Алексей RK4FB и Влад RK4FAR. Провожаем их и постепенно начинаем готовиться к отъезду сами. Сворачиваем палатки, упаковываем рюкзаки, снимаем антенны. Убираем оставшийся после нас мусор, все должно быть чисто. Последний совместный обед за общим столом и где-то в 15.00 прощаемся со всеми оставшимися и в обратный путь. Дорога домой уже не столь весела, расставание – всегда грустно. Но мы уезжаем с надеждой, обязательно еще будут встречи со старыми друзьями, знакомства с новыми. Слет встряхнул и зарядил оптимизмом на будущее, появились новые идеи и замыслы, и, надеюсь, они обязательно сбудутся. Будет о чем поговорить и обсудить на следующей встрече! **CQ-QRP # 35**

Регенеративные антенны

Доклад на слете Клуба RU-QRP "Угра-2011"

Владимир Поляков RA3AAE



Введение. «Новое — это хорошо забытое старое!» Все более убеждаюсь в справедливости этой поговорки, и на примере регенеративных антенн тоже. Они предложены нашим соотечественником Владимиром Козьмичом Зворыкиным (одним из изобретателей телевидения) еще в 20-х годах прошлого века, но специального названия не получили, зато много лет применялись в регенеративных приемниках без УРЧ.

Сначала о терминологии. Если набрать в любом поисковике «регенерация антенн», то более половины ссылок будет из области зоологии. Дело в том, что регенерация в эпоху до радио означала отращивание (восстановление) утраченных органов и конечностей у разной живности, например, хвоста у ящерицы, усов у таракана и т. д. Более того, сам термин «antenna», во множественном числе «antennae», означал «усики насекомого». Так что задачу поисковику мы дали неправильно. Мы же имели в виду регенерацию сигнала в антенне, а вовсе не самой антенны. Тем не менее, название «регенеративная антенна» мне кажется правильным — это антенна, обеспечивающая регенеративное восстановление и усиление принятого сигнала.

Когда автор предложил этот термин на одном из форумов, некоторые встретили предложение «в штыки», объявив саму идею чистой фантазией. Такое неприятие, по меньшей мере, странно, поскольку чуть ли не каждый начинающий радиолобитель, намотав катушку обратной связи на ферритовой антенне в примитивном приемнике, получает значительное улучшение приема. Именно потому, что антенна становится регенеративной. Объем ее ближнего поля и эффективная поглощающая поверхность возрастают, пропорционально растет и принятая из эфира мощность. Лет десять назад я спросил у нашего знаменитого радиоконструктора Игоря Нечаева, где лучше применить положительную обратную связь, в антенном контуре, или в каком-нибудь промежуточном, после каскада УРЧ? Он не раздумывая, ответил: — Конечно, во входном! Хотя и не мог объяснить, почему. В этом факте несложно убедиться на практике, построив приемник, а простой математический расчет эффективной площади антенны и принятой мощности можно найти в предыдущем выпуске журнала [CQ-QRP#34](#).

Да, собственно, и спорить-то тут не о чем — термин «регенеративная антенна» уже давно и часто используют на Западе. Фирма [C. Crane](#) промышленно выпускает средневолновые регенеративные рамочные антенны для бытовых приемников (см. заставку). Дж. Саттон в США получил, по меньшей мере, два патента на регенеративные СДВ рамки, разработанные по заказу NASA (есть в сети открытый отчет). Он прямо пишет об увеличении эффективной поглощающей площади рамок за счет обратной связи (ОС). В Европе тоже выдано несколько патентов, причем в одном (десятки страниц!) даже не предложено каких-либо специальных цепей для создания ОС, а регенерация получается за счет отраженного сигнала от рассогласованного входа приемника! Рассогласованием подбирают амплитуду, а длиной фидера (вероятно) необходимую фазу сигнала ОС, который поступает на тот же самый элемент антенны, с которого и снимается принятый сигнал. Это простейший вид регенеративной антенны, далее увидим, что бывают и другие!

Простые (одноэлементные) регенеративные антенны весьма полезны при радиоприеме на короткий отрезок провода, маленькую рамку или ферритовую магнитную антенну. Чтобы не говорить «в общем» и не повторять уже изложенного в предыдущих статьях на эту тему, приведу очень простую практическую схему (рис. 1) приемника с ферритовой магнитной антенной, рассчитанного на прием вещательных радиостанций средневолнового диапазона и любительских – диапазона 160 м.

Катушка антенны L1 намотана на ферритовом стержне 400НН диаметром 10 и длиной 200 мм. Она содержит 45...60 витков любого литцендрата (в авторском варианте ЛЭШО 21x0,07), намотанных виток к витку на бумажной пропарафинированной гильзе, надетой на стержень, и размещенной примерно посередине. КПЕ С1 (от карманных приемников) с довольно значительной максимальной емкостью, позволяет покрывать весь СВ диапазон. Для облегчения настройки на любительские станции диапазона 160 метров параллельно С1 полезно подключить КПЕ малой емкости (растягивающий), например 2...7 пФ.

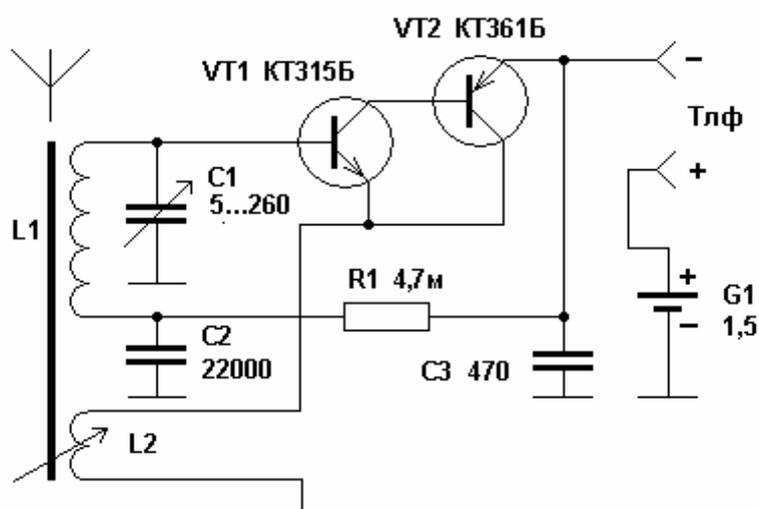


Рис. 1

Катушка обратной связи (ОС) L2 содержит всего от 2-х до 5-ти витков такого же провода, как и контурная. Подойдет и любой другой провод, для катушки ОС качество провода не столь важно. Ее следует намотать на короткой бумажной гильзе, которая легко передвигается по стержню – так мы будем регулировать ОС.

Приемник содержит всего один усилительный каскад на транзисторе VT1, второй транзистор VT2 служит эмиттерным повторителем. Впрочем, можно рассматривать оба транзистора и как один составной усилительный каскад. Его режим по постоянному току задается высокоомным резистором смещения R1, единственным в приемнике. Для работы на низкоомные телефоны его сопротивление надо подобрать таким, чтобы потребляемый ток питания был в пределах 4...10 мА, тогда громкость звука получается достаточной. Питается приемник от одного гальванического элемента любого типа, при отключении телефонов питание также отключается.

С высокоомными телефонами приемник может быть значительно экономичнее, и потребляемый ток удастся снизить до 1 мА. При этом можно использовать и батарею с большим напряжением, что повысит и громкость, и качество звука.

Катушка ОС включена в эмиттерную цепь обоих транзисторов, где протекает усиленный ток радиочастоты. Включите приемник, сняв катушку ОС со стержня

антенны. Удастся прослушать только лишь близкие мощные радиовещательные станции СВ диапазона. Теперь надевайте катушку на стержень. В зависимости от направления намотки контурной катушки L1 (она расположена в середине стержня) и катушки ОС L2, обратная связь будет либо отрицательной, либо положительной. Если получилась ООС, что заметно по уменьшению громкости приема, снимите катушку ОС, переверните ее на 180 градусов, и надевайте снова. Громкость приема и чувствительность будут возрастать по мере надвигания катушки на стержень, поскольку ОС теперь будет положительной.

Вы заметите, что при чрезмерно сильной ПОС в приемнике возникает генерация колебаний на частоте настройки и прием радиовещательных станций сопровождается свистом, тон которого понижается при точной настройке на частоту несущей станции. Это нормальное явление, позволяющее принимать СВ и SSB станции. ОС надо постараться отрегулировать так, чтобы как можно ближе подойти к порогу возникновения генерации. При этом чувствительность и селективность максимальны. Описанный приемник позволил принять в Москве вечером на СВ радиостанции многих европейских и ближневосточных городов, а в диапазоне 160 метров – любительские станции европейской части России и союзных государств. Такое было бы невозможно (с одним каскадом усиления) при регенерации какого-либо промежуточного контура, не связанного с антенной.

В приемнике можно использовать и рамочную антенну, намотанную, например, в виде большой корзиночной катушки (L1), и внешнюю проволочную антенну, подключенную к верхнему по схеме выводу контура L1C1 через конденсатор связи небольшой емкости. В обоих случаях антенна оказывается регенеративной. Однако, в случае большой, близкой к полноразмерной проволочной антенны, вводить в нее регенерацию мало полезно. Во-первых, потому, что КПД антенны и так достаточно велик, а объем ее ближнего поля близок к предельно достижимому для простых антенн. Во-вторых, из-за опасности излучения сигнала в эфир при возникновении генерации, если ОС выше критической.

Антенны с дополнительным элементом ОС можно назвать еще и антеннами с «вытеснением поля». Идею этих антенн легко понять на примере вертикального короткого (менее четверти волны) штыря над идеальной землей (рис. 2, а). Штриховыми линиями на рисунке показаны силовые линии электрического поля антенны. Антенна смоделирована популярной программой MMANA. Используются стандартные обозначения программы: кружок означает ВЧ генератор с напряжением U_0 , крестик – нагрузку, в данном случае удлиняющую катушку L. Добротность катушки всегда полагалась равной 300 (весьма хорошая катушка). Как обычно при работе с программой MMANA, в режиме оптимизации нагрузки L, задав оптимизацию jX ($jX = 100\%$), настраивают антенну в резонанс. Это можно делать на любой земле – входное сопротивление MMANA считает всегда в предположении идеальной земли.

В одном из моих просчитанных вариантов, вертикал высотой 9 м из медного провода ($r = 0,8$ мм) настроился в резонанс на частоте 1825 кГц при индуктивности $L = 131,47$ мкГн. При этом антенна имела входное сопротивление $Z = 6,67$ Ом (реактивность jX при резонансе нулевая), и выигрыш $G_a = -2,1$ дБ на идеальной земле, и $G_a = -7,2$ дБ на реальной земле с параметрами: диэлектрическая проницаемость $\epsilon = 5$, проводимость $\sigma = 1$ мСим/м (легкая сухая песчаная почва). Результаты вполне реальные, и указывают на низкий КПД антенны, поскольку идеальный вертикал без потерь имел бы G_a около +5 дБ. КПД несложно сосчитать, взяв разницу между G_a реальной и идеальной антенн. Здесь она около 12 дБ для реальной земли, значит, излучается 1/16 часть мощности, и КПД = 6%.

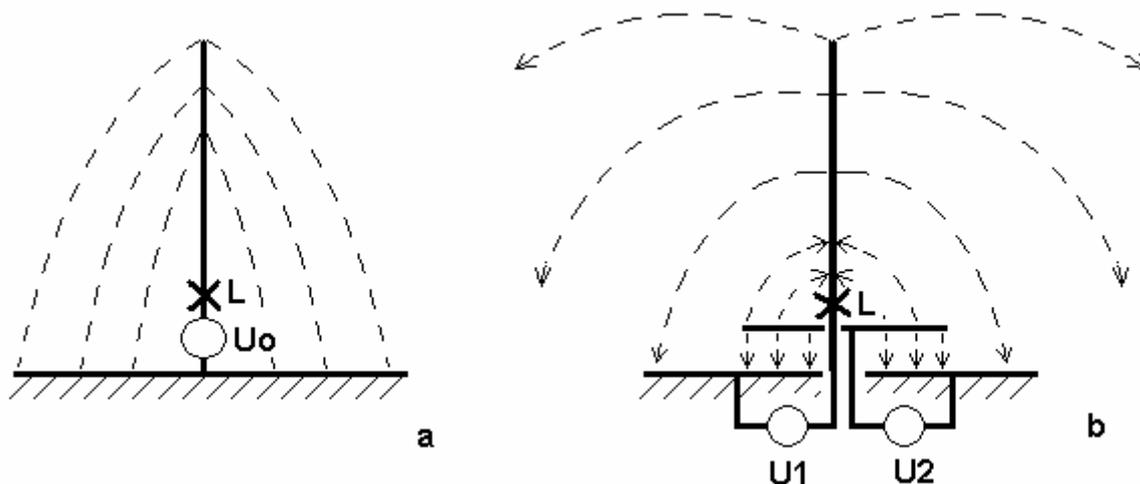


Рис 2

Настроенный вертикал больше не трогаем, но делаем его регенеративным с помощью дополнительного элемента, который лучше всего (вероятно) выполнить в виде диска, окружающего основание штыря, и расположенного невысоко над землей. В какой-то степени антенна напоминает вдрызг раскритикованную СFA.

Диск возбуждаем другим источником U_2 , с большим напряжением, чем у источника U_1 (рис. 2, b). Он потребляет от источника U_2 в основном реактивный (емкостный) ток, замыкающийся токами смещения преимущественно на землю. Однако часть силовых линий электрического поля диска замыкается не на землю, а на основание основного вертикала (стрелки на штриховых линиях, идущих от диска). Излучает диск, разумеется, плохо. Но его назначение в другом – своим полем он вытесняет поле основного вертикала наружу, в пространство. Объем поля вертикала увеличивается, его сопротивление излучения, КПД и поглощающая поверхность растут, и антенна должна эффективнее работать на прием, т. е. извлекать из эфира большую мощность. При работе на передачу выигрыш вряд ли будет большим, поскольку часть мощности передатчика уйдет на возбуждение диска. Тем не менее, некоторого выигрыша можно добиться за счет благоприятного изменения конфигурации ближнего поля антенны.

Собственно, эта антенна и придумана как приемная, в которой вместо источника U_1 подключен вход УРЧ. Выход же УРЧ является источником U_2 , и возбуждает диск, создавая положительную ОС. При незначительных принимаемых мощностях затраты энергии на возбуждение диска тоже получаются небольшими. К сожалению, MMANA не считает приемных антенн, в предположении, что по принципу взаимности параметры антенны одинаковы при передаче и приеме. Поэтому и приходится использовать конфигурацию с двумя источниками, показанную на рисунке. Но, к счастью, КПД антенны, заложенный в Ga, программа считает по первому источнику, откуда и возникла мысль усмотреть с ее помощью регенеративные эффекты.

Диск смоделировать программой тоже нельзя, надо использовать провода. Поэтому я поступил просто: на расстоянии 0,1 м от основного вертикала поставил второй вертикальный провод высотой всего 1 м, в его начало включил второй источник, а из вершины провел в разные стороны четыре горизонтальных отрезка провода длиной тоже по 1 м. Провода такие же, $r = 0,8$ мм, медь: Размеры взяты, разумеется, «с потолка». Получилось что-то вроде Си-Би антенны с четырьмя короткими противовесами (GP), но питаемыми от отдельного источника.

Разумеется, в модели нет прямоугольных петель провода с источниками «под землей» – на рисунке они показаны исключительно для наглядности.

Теперь самый ответственный момент: в режиме оптимизации Га надо подобрать амплитуду и фазу второго источника. Не всегда это получается сразу, потому что максимум Га острый, и программа не каждый раз «понимает», в какую сторону направить процесс оптимизации. Около оптимальных значений наблюдается очень резкий и быстрый рост Га, и здесь важно подобрать шаг изменения параметров, потому что даже шаг амплитуды 0,1 В и фазы 1 градус могут оказаться слишком грубыми.

В описываемой антенне получились такие параметры второго источника: $U_2 = 6,7$ В, $\varphi_2 = 31^\circ$ (как обычно, $U_1 = 0,5$ В, $\varphi_1 = 0$). При этом выигрыш Га составил более 20 дБ на реальной земле и более 25 дБ на идеальной!!! Диаграмма направленности практически не изменилась, она соответствует ДН простого вертикала (рис. 2, а). Как же такое может быть? Откуда выигрыш? Объяснение легко найти, если посмотреть строку с рассчитанными программой входными сопротивлениями для обоих источников. $Z_1 = -50$ Ом, $Z_2 = 1100 - j2900$ Ом. Сопротивление основного вертикала не только возросло с 6,7 до 50 Ом, но оно стало отрицательным, что говорит не об отдаче мощности источником, а о ее потреблении, т. е. отдаче мощности антенной в источник! Элемент ОС оказался высокоомным (поэтому он и требует большого напряжения), и обладает, как и ожидалось, преимущественно емкостным импедансом. Он-то как раз и потребляет мощность от второго источника и отдает ее в основной вертикал, а заодно и в первый источник. Так что чудес нет, а регенерация сигнала в антенне налицо. Кстати, полоса пропускания антенны, как и полагается в резонансных регенеративных системах, чрезвычайно узкая – единицы килогерц.

В «железе» такая антенна еще не опробована, и автор очень надеется, что радиолюбители, прочитавшие статью, займутся экспериментами. Нечто подобное сделал только Саулиус Карвелис на своей ламповой регенеративной системе «Dark Night» (описание системы опубликовано в CQ-QRP № 24 – осень 2008). Он соединял одну антенну со входом регенеративного УРЧ, а его выход – с другой антенной, низко расположенной, и выполненной в виде провода, обведенного вокруг фундамента дома. Краткое изложение его результатов можно найти на форумах CQHAM. Саулиус пишет о невероятной чувствительности и селективности системы при радиовещательном приеме на КВ в диапазоне примерно 6...15 МГц. Кроме того, он сообщает об очень высоких ВЧ напряжениях, развиваемых регенеративной приемной системой на проводах антенны при точной настройке на частоту несущей радиовещательной станции.

Регенеративные антенны бегущей волны. Такое название вводится здесь впервые, и описаний этих антенн нельзя найти поисковиком. В то же время поговорка, приведенная в начале статьи, опять оправдывается! Но, по порядку: к антеннам бегущей волны относятся однопроводные антенны Бевереджа, ОБ-Е Харченко, горизонтальные V-антенны, и ромбические. Все они, за исключением ОБ-Е (см. Радио, 2001, № 5) предложены еще в 20-х годах прошлого века, все широкополосны, и все имеют низкий КПД. Это обусловлено наличием согласованных нагрузочных резисторов, поглощающих часть мощности, и обеспечивающих в проводах антенны режим бегущей волны. Поскольку есть потери мощности, эти антенны вполне подходят для улучшения их параметров с помощью регенерации, которая компенсирует потери.

Ромбическая антенна обычного типа показана на рис. 3. Каждая сторона ромба имеет протяженность в несколько длин волн и главный лепесток ДН, прижатый к

проводу, а углы при вершинах ромба подбирают так, чтобы четыре лепестка ДН от четырех сторон ромба складывались в главном направлении излучения (на рисунке влево). Соответствующую картинку легко найти в любой книжке по антеннам. Однонаправленное излучение достигается только при согласовании нагрузки R с волновым сопротивлением проводов, обычно 400...600 Ом. При этом в проводах получается бегущая волна, а в нагрузке тратится около половины мощности передатчика, или больше, а КПД получается порядка 40...60%.

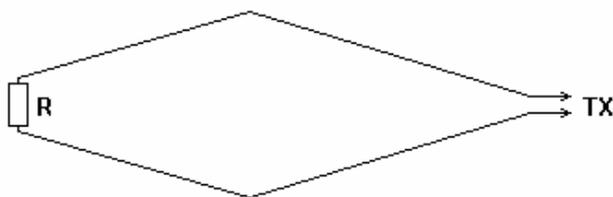


Рис 3

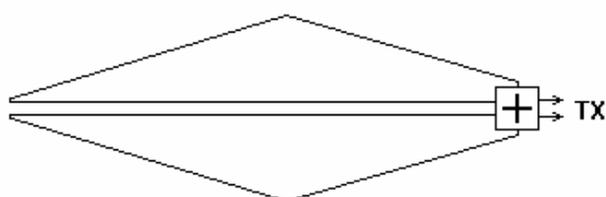


Рис. 4

Советским ученым М. С. Нейманом еще в 30-е годы предложена ромбическая антенна с возвратом мощности (рис. 4), где нагрузка заменена двухпроводной воздушной линией с таким же волновым сопротивлением, идущей обратно, к передатчику. На входе антенны установлено суммирующее устройство (обозначено знаком «+»), добавляющее пришедшую по линии мощность к мощности передатчика. Потерь мощности при этом нет, и КПД антенны приближается к 100%. Несомненно, эта антенна относится к регенеративным, поскольку имеется цепь положительной обратной связи, повышающая КПД. Антенна не получила большого распространения из-за узкополосности и необходимости перенастройки сумматора даже при незначительном изменении частоты. В общем случае сумматор должен содержать два пассивных элемента: трансформатор и фазовращатель для точной подгонки амплитуды и фазы складываемых ВЧ колебаний. На практике фидер ОС подключают просто параллельно основному фидеру, идущему от передатчика. Для подгонки амплитуды фидер ОС делают экспоненциальным, подбирая разное расстояние между проводами по его длине, а для подгонки фазы изменяют длину фидера ОС.

Для моделирования была выбрана не ромбическая, а гораздо более простая антенна ОБ-Е (рис. 5, а), частота 30 МГц, общая длина антенны 35 м, высота над землей 0,5 м. Чтобы избежать проблем с заземлениями (как в антенне Бевереджа) источник и нагрузка включены на расстоянии 2,5 м (четверть волны) от концов антенны (способ, применявшийся еще в 20-х годах, особенно на горизонтальных направленных V-образных антеннах). Антенну ОБ-Е очень легко развернуть в полевых условиях. С учетом земли ДН получается направленной от источника в сторону нагрузки. Ее максимум расположен точно по оси провода. Распределение тока в проводе (галочку «учитывать фазу» не ставьте, иначе увидите меандр) – равномерное, соответствующее бегущей волне. КПД и G_a (около 6 дБ) невысоки из-за потерь в нагрузочном резисторе. Судя по ДН выигрыш идеальной антенны без потерь должен был бы быть значительно больше.

Замена нагрузочного резистора R вторым источником превращает антенну в регенеративную и радикально меняет ситуацию (рис. 5, b). После оптимизации параметры источников получились такими: $U_1 = 0,5$ В, $\varphi_1 = 0$; $U_2 = 0,49$ В, $\varphi_2 = 174^\circ$. Выигрыш возрос до 22 дБ, отношение $F/V = 17$ дБ. ДН тоже улучшается (боковые лепестки меньше) и становится похожа на ДН многоэлементного бима!

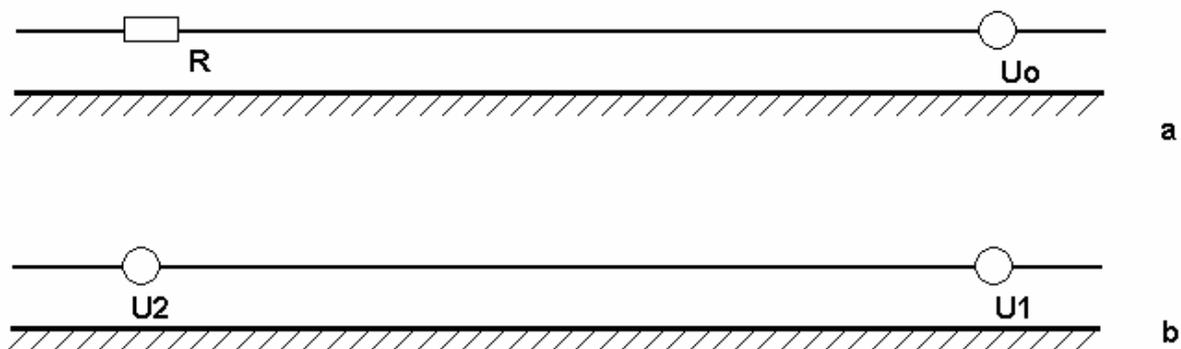


Рис 5

Импедансы антенны по двум источникам таковы: $Z_1 = 453 + j28$ Ом, $Z_2 = -445 - j35$ Ом. Видим, что мощность потребляется только первым источником, часть ее излучается, а большая часть возвращается во второй источник, у которого отрицательное сопротивление. Полоса антенны не так уж и мала, более 100 кГц. Ограничивает полосу отношение F/B. Но имейте в виду, что с фидером ОС полоса резко сузится из-за больших фазовых набегов в нем при вариациях частоты.

Задача для конструкторов: теперь надо вместо второго источника включить фидерную линию ОС, вернуть оставшуюся не излученную мощность обратно, и сложить с мощностью первого источника, как в ромбической антенне Неймана. Удобнее всего использовать тот же провод. Если выполнить его из коаксиального кабеля, то внешняя оплетка будет служить проводом антенны, а внутри кабеля энергия будет возвращаться обратно, от U₂ к U₁. Понадобятся ферритовые трансформаторы 450/50 Ом, т. е. по соотношению витков 3:1.

Еще интереснее выполнить антенну в виде воздушной двухпроводной линии с сопротивлением 450 Ом, чтобы синфазная волна распространялась по линии от U₁ к U₂, формируя излучение, а противофазная волна распространялась обратно, от U₂ к U₁, не излучаясь. Так делал еще Гарольд Бевередж, чтобы перенести нагрузочное сопротивление с дальнего конца линии к источнику с целью его регулировки. Ведь его ДВ и СДВ антенны достигали в длину нескольких миль – не набегаешься!

Заключение. В статье нарочно не приведено скриншотов и не приложено файлов .maa, поскольку нет уверенности, что описанные модели оптимальны. Нет также и доверия MMAN'e – при расчете близко расположенных к земле проводов она может ошибаться! На слете обмерили (тремя разными приборами!) «партизанскую» антенну, тщательно изготовленную RA3XCW. R_{вх} = 110 Ом, тогда как MMANA дает 12...30. Цель статьи совсем другая (дать не готовую, пойманную и пожаренную рыбку, а удочку) – привлечь к конструированию регенеративных антенн всю «народную лабораторию» радиолюбителей. Одному это не по силам.

Несомненно, кроме описанных здесь трех типов регенеративных антенн существуют и другие, еще не открытые и не придуманные. Конструировать и испытывать антенны – дело захватывающе интересное. Более того – дело многообещающее! Кто бы мог подумать, что от проволоочки, размотанной по траве или кустикам, можно получить такие же результаты, как с огромным 5...7-элементным бимом? Разве такая антенна не мечта для работы QRP? [CQ-QRP # 35](#)

Впервые на слёте, или об антеннах ВЧ диапазонов

Михаил Носов RD3AJB

Вступив в 2009 году в клуб «QRP-RU», мне не удалось, к большому сожалению, попасть на слёт того года – семейные проблемы помешали. А хотелось, хотелось посмотреть на знаменитых людей, послушать тех, кто уже не одну собаку съел на своей QRP-аппаратуре! ☺

Обещанные лекции RA3AAE манили со страшной силой – ведь ещё в институте я зачитывался книжками Полякова и делал приёмники прямого преобразования. Последним трудом на этом поприще у меня было изготовление Пилигрима – это ТПП с НЧ-фазовращателем на полифазере. Отличный аппарат, и требовал для изготовления и настройки одного лишь китайского мультиметра – идеал для любителей простых решений!

Мы в соответствующей ветке форума cqham.ru (Пилигрим на SMD-элементах) коллективным трудом развели несколько вариантов платы, лазерно-утюжным способом я вытравил свой вариант, спаял... SMD-деталюшки паять совсем несложно, жало потоньше, припоя поменьше – и плюс немножко аккуратности! Всё отлично заработало, и первой же связью на кусок провода за окном и мощностью всего 0.1 ватта в BPSK31 на восьмидесятке – Швеция, 1300 км.

Однако, энтропия берёт своё, и после длительных экспериментов и улучшений мне всё-таки удалось его капитально пожечь.... Поэтому на слёт (на р. Угра) в 2010 году я взял «Дунай-2005» от UT2FW, но, чтобы не выглядеть совсем уж потребителем, захватил и свою антенну, которая до этого стояла на крыше дачного домика, будучи привязанной к печной трубе. Как я понимаю, народ это творение вполне оценил.



Антенна рассчитывалась на работу в двух ВЧ диапазонах – 21 и 28 МГц. Она очень похожа на перевернутую дельту, но фактически представляет собой просто диполь со сведёнными концами – в проводе наверху имеется разрыв.

На фото показана антенна в процессе установки, слева виден флаг слёта

Идея этой антенны такова: хотелось сделать простую направленную антенну на два диапазона и при этом не иметь переключений или коммутаций. Местные требования – минимизация вылета плеч вбок, т. к. на той же крыше в нескольких метрах находится мачта с телевизионной антенной, не хотелось бы её задевать.... Ради этой цели я долго крутил антенну в моделировщике MMANA,

получился следующий результат – треугольник с прямым углом внизу, плечи идут под 45 градусов от земли, длина этой части каждого плеча – 7 метров, длина верхней горизонтальной части каждого плеча – 5 метров. Питание такого диполя осуществляется при помощи воздушной линии с переменным расстоянием между проводами – оно уменьшается от антенны к трансиверу, таким образом, эта линия одновременно работает и как трансформатор, преобразуя большое сопротивление порядка 600 ом на зажимах антенны во что-то, похожее на 50 ом на симметрирующем трансформаторе перед разъёмом трансивера.

Конструктивно провода этой линии и плечи диполя, конечно же, выполнены из одного провода (звуковой кабель с прозрачной изоляцией для колонок), без паяк и следовательно, без потерь на соединениях.

В качестве основного элемента конструкции я использовал крестовину для спайдера, прикрепив к ней в качестве оси вращения дюралюминиевую трубу. Эта труба через шайбу вставляется в трёхметровый профиль, он выполняет роль неподвижной мачты. В верхние углы спайдера вставлены пластиковые трубки диаметром 32 мм, на них уже надеваются удочки длиной 7 метров (китайских метров, фактически – 6,75 м). С учётом длины крестовин спайдера как раз получается длина каждого луча чуть больше 7 метров.

Вращал антенну я при помощи «вожжей» – в центральное отверстие спайдера вставил деревянную палку, на концах – хомуты, к ним привязал концы верёвки, а среднюю её часть прикрепил возле трансивера – вышло просто и наглядно (и хорошо веселит народ, когда ему об этом рассказываешь!). Угол поворота

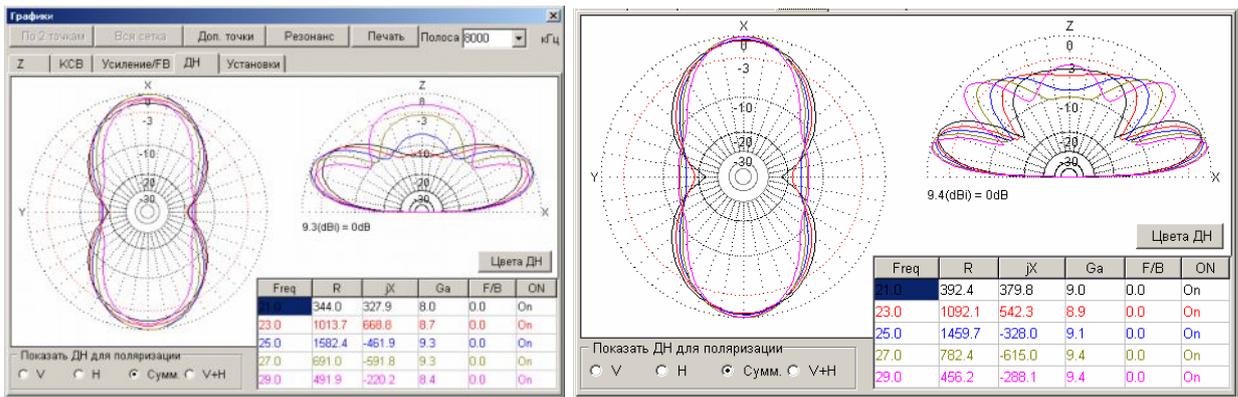


антенны получился немного более 180 градусов (сила инерции здесь – полезная штука). Поскольку ДН антенны симметрична вперёд-назад, то это обеспечивает работу на все направления.

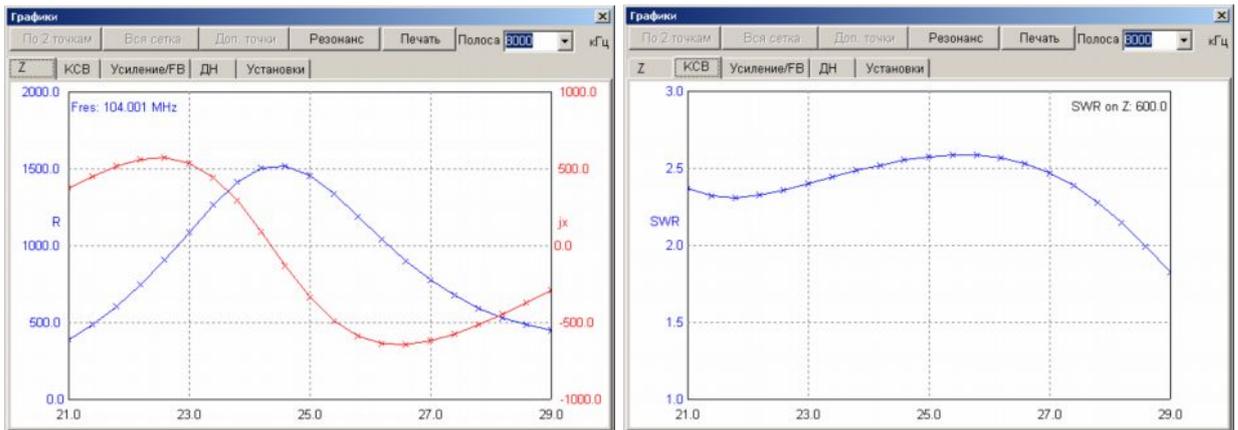
Заметьте, чтобы антенна могла возвращаться из крайних положений, сбоку (на фотографии – между левыми концами крестовины спайдера) был добавлен «возвращатель» в виде натянутой вертикально верёвки – она обеспечивает плечо, необходимое для поворота из крайнего положения. Чтобы задняя «вожжа» не проваливалась под крестовину, влево вниз была вставлена ещё одна

труба, и в неё в свою очередь – дополнительная удлиняющая палка.

Привожу также картинки из моделировщика. Слева – ДН антенны на мачте, высота 3 метра над землёй, усиление более 8 дБ. Справа – ДН для расположения на крыше, высота 7 метров над землёй, усиление около 9 дБ.

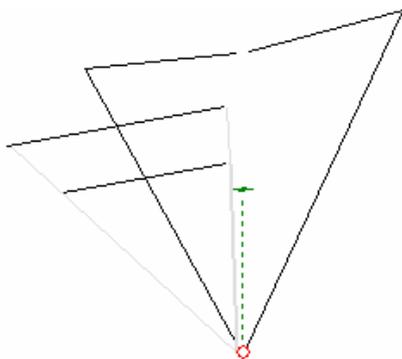


Графики входного сопротивления (слева) и КСВ (справа):



Несмотря на то, что я делал антенну на ВЧ-диапазоны, на слёте с этой антенной (через согласующее устройство, конечно) вполне удавались SSB-связи с Украиной, 6 и 9-м районом на диапазонах 40 и 80 метров. Вечером прохождения на ВЧ не обнаружилось, оно появилось в последнее утро, пошли связи с 9-м районом на 21, с Болгарией и Румынией на 28, но надо было срочно собираться, делать прощальную фотографию и бежать от надвигающегося урагана... 😊

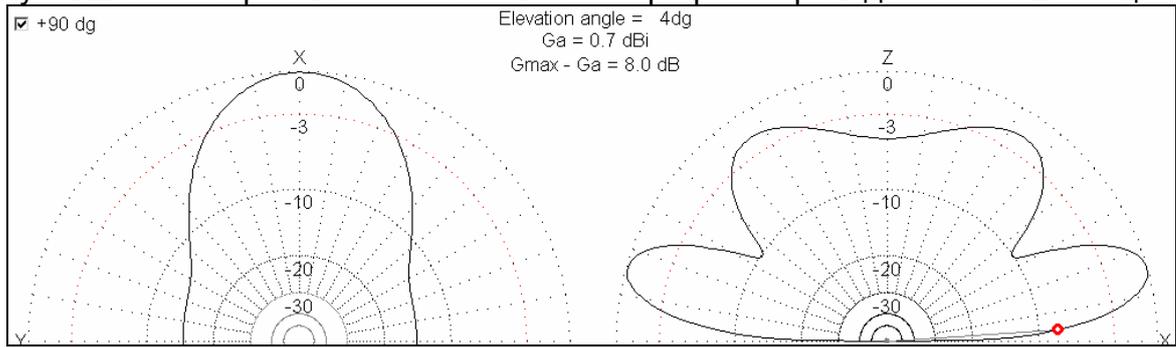
Такая вот она – симпатичная, не сложная в изготовлении, неплохо работающая переносная антенна! Кстати, для желающих – её можно и доработать, добавив ещё пару проводов при помощи двух удочек – она тогда превратится в однонаправленную. Смотрите, как это сделать: Для этого берем пару удочек



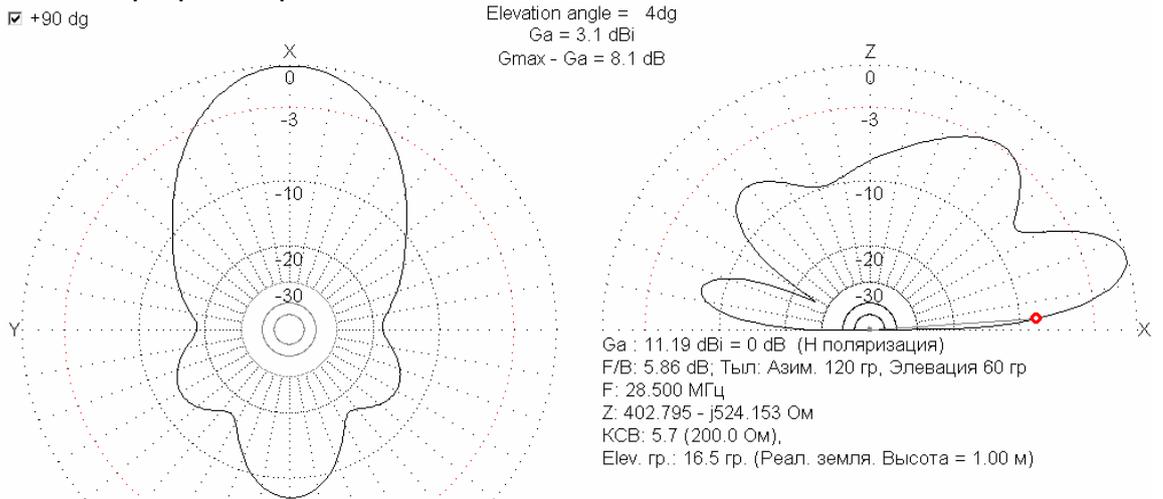
длиной 5,42 метра (можно взять пятиметровые, просто надо присоединять их к трубкам или брускам соответствующей длины) и прикрепляем их к нашей антенне. Угол между удочками будет немного меньше 90 градусов (он определится проводами между удочками), а угол отклонения этой части конструкции от вертикали – отношение 3:2, то есть, на 3 метра вверх надо сделать 2 метра вбок. И никаких транспортов не надо!

Длины проводов – 5,21 метра для диапазона 28 МГц, 6,87 метра – для 21 МГц. Точки крепления проводов на удочках – для 28 МГц это будет 4,18 метра (мерить по длине удочки) от центра конструкции, и ещё 1,24 метра – от этой точки до точки крепления провода диапазона 21 МГц (тоже мерить по удочке). Всего и получается длина удочки – 5,42 метра. При желании то же самое можно сделать аналогично и для других диапазонов. Теперь взгляните, что должно получиться. ДН считались для

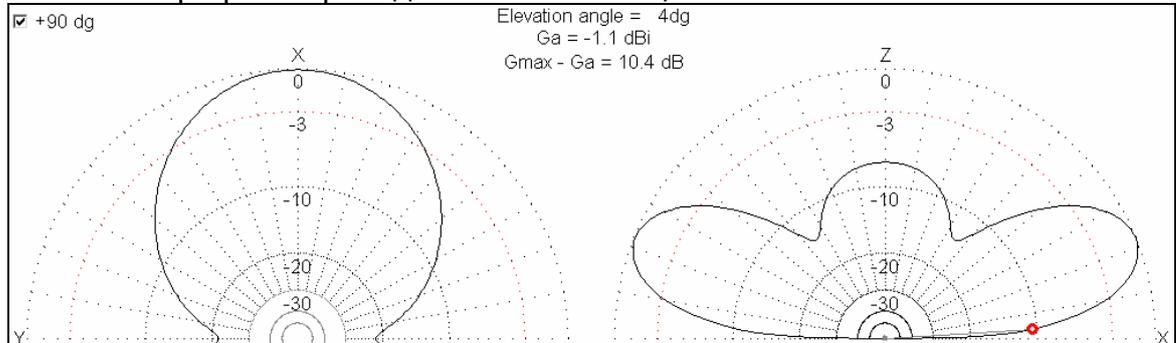
высоты 5 м. Видны также значения G_a на максимуме и на угле в 4 градуса, плюс получившиеся сопротивления. Это было без рефлектора в диапазоне 28 МГц:



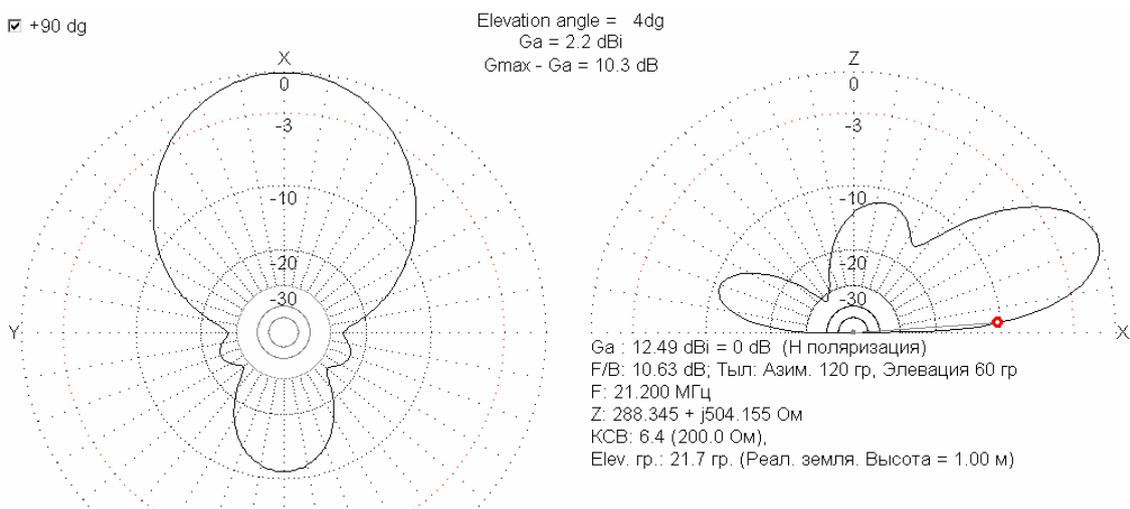
Так стало с рефлектором:



Это было без рефлектора в диапазоне 21 МГц:



Так стало с рефлектором:



конденсатора можно вычислить, зная X_c и F , или по номограммам, тем более что высокая точность не нужна – подстраивать собранную схему все равно придется.

Кварц должен быть на частоту в два раза ниже принимаемой. При желании в этой схеме генератора кварц легко возбудить и на третьей гармонике, т.е. частота кварца может быть в 6 раз ниже частоты приёма.

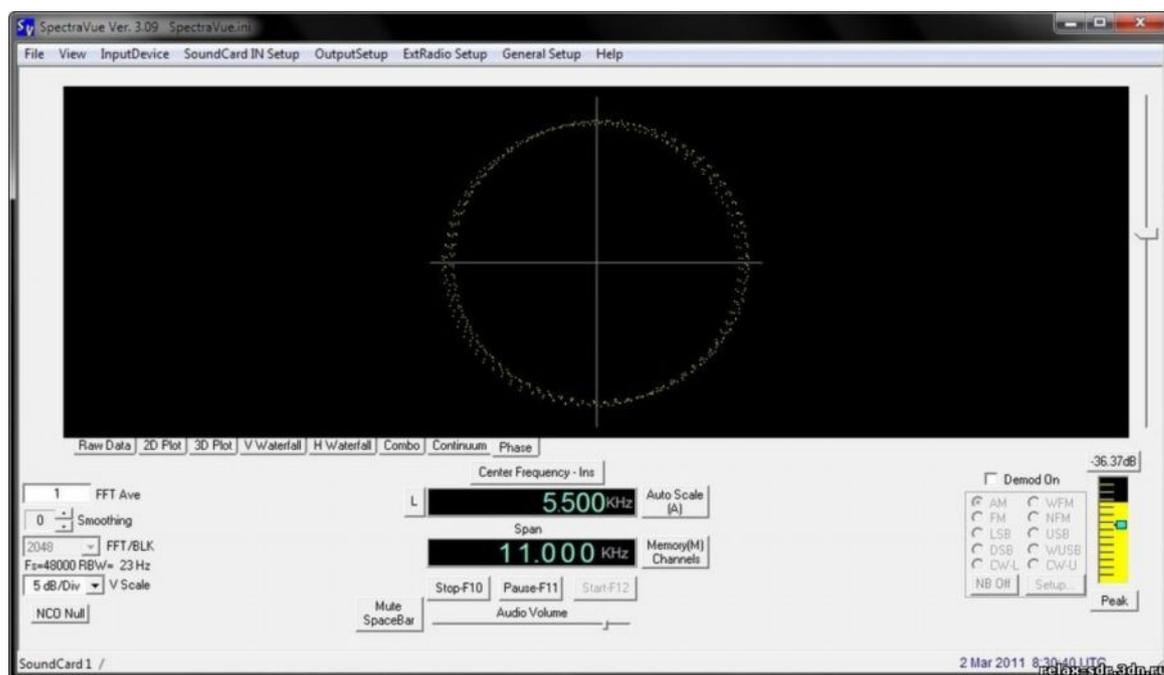
Чувствительность приёмника с K157УЛ1А получилась весьма высокой даже без УВЧ – 0,5...0,7 мкВ при соотношении сигнал/шум 10 дБ на частоте 36 МГц (этот приёмник изготавливался для работы вместе с тюнером KS-H-148).

О настройке SDR приёмников, подобных "Simple SDR"

Настройка в каналах точного сдвига фаз 90 градусов не так сложна, как это может показаться. Для настройки нам необходим какой либо генератор на частоты работы нашего приёмника или ГСС, а также нужен осциллограф, какой не важно, можно низкочастотный. Если осциллографа нет, не беда – скачиваем программу [Spectra Vue](#), если нет генератора, с худшим успехом можно использовать какой-нибудь стабильный сигнал приличного уровня из эфира, важно что бы этот сигнал был на тех же частотах, на которые рассчитан приёмник.

Чтобы избежать приёма других паразитных сигналов, кроме нужного нам, на входе приёмника придётся поставить какой либо простой фильтр (преселектор), рассчитанный на полосу принимаемых частот приёмника.

Итак... подключаем приёмник к линейному входу компьютера, запускаем скачанную и установленную программу Spectra Vue и нажимаем в ней кнопку "Фаза" (Phase), на вход приёмника подаём ВЧ сигнал...

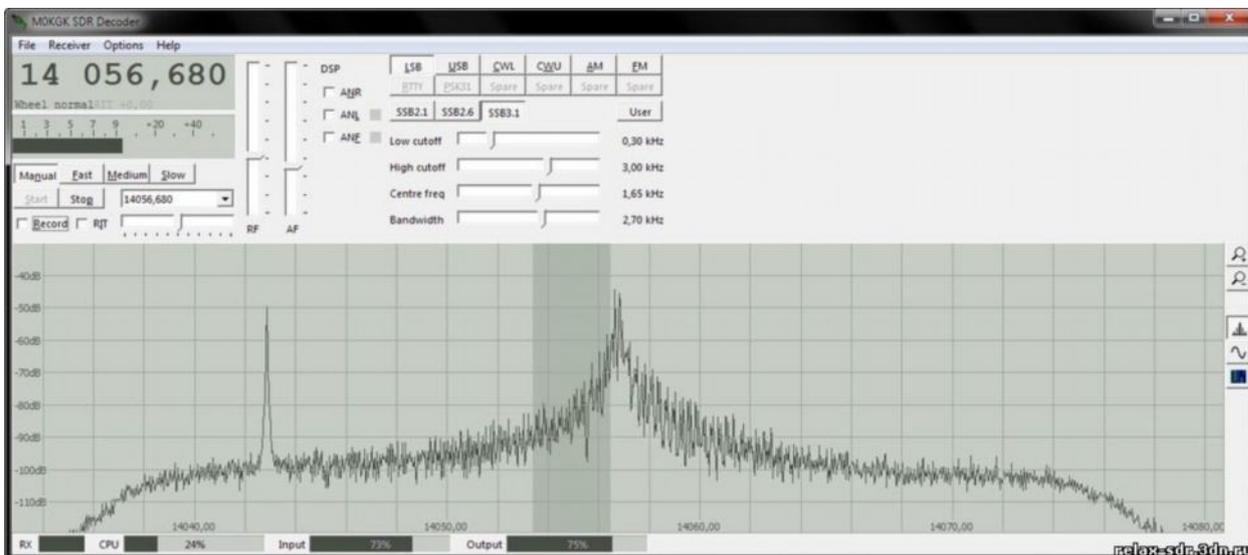


На экране в программе видим эллипс. Регулировкой подстроечного конденсатора и резистора добиваемся правильной окружности, чем она правильней, тем точнее фазовый сдвиг. При идеальной окружности сдвиг равен точно 90 градусам. У меня настроилось так, как показано на скриншоте. Для написания этой статьи я не очень старался с регулировкой, но всё же посмотрим, что у нас получилось.

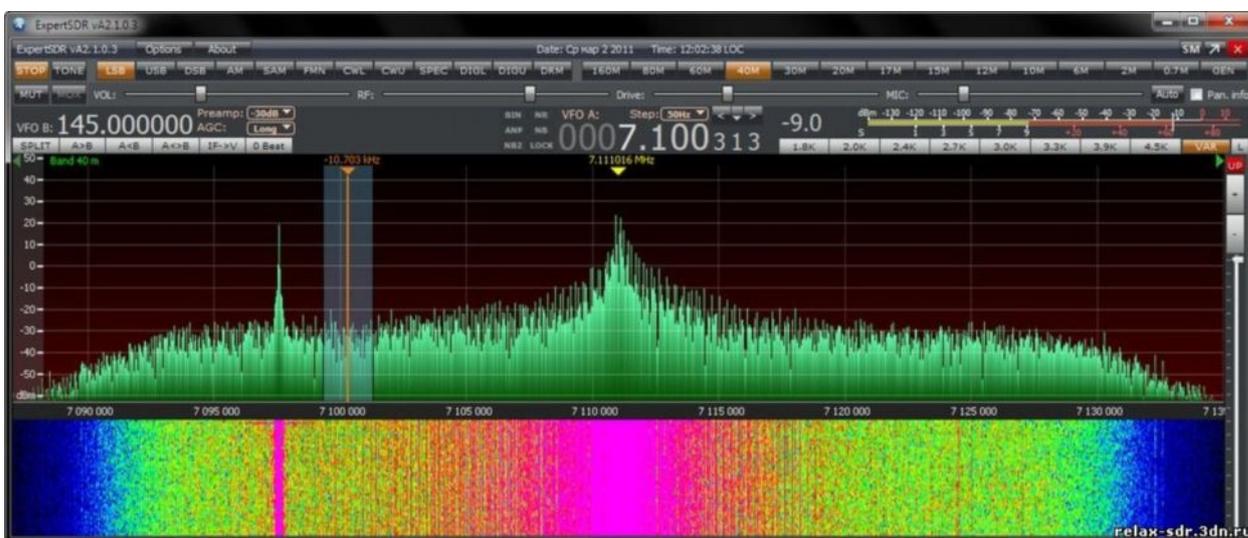
Выходим из Spectra Vue, запускаем какую-нибудь из SDR программ, например MOKGK, и в режиме calibration смотрим нашу ошибку сдвига фаз – получилось

примерно от 0,3 до 0,8 градуса относительно 90 (в идеале должно быть 0), что очень неплохо, учитывая то, что я делал всё на скорую руку.

Не стоит обращать внимание на большой пик в центре на панораме, это из-за плохой звуковой карты, просто под рукой не было другой. Смотрим на панораму, что у нас получилось... от сигнала с уровнем +50 дБ (относительно уровня шума приёмника) зеркального канала не видно, он ниже уровня шумов, это означает подавление зеркального канала более 50 дБ.



Запустим другую программу – Expert SDR, опять видим, что без всякой коррекции в программе, от сигнала с уровнем +50 Дб зеркального канала нет.



Как видим ничего сложного в настройке SDR приёмников подобных "Simple SDR" нет. В этом примере настройки использовался приёмник "Simple SDR" с MC K157УЛ1А, с центральной частотой приёма 36 мГц и чувствительностью 0,6 мкВ при С/Ш 10 дБ, звуковая карта встроенная Realtek.

Добавлю, что для приёмника нужно использовать хорошее стабилизированное питание с минимальными пульсациями, желательно в пределах от 8 до 15 Вольт.

Настройку приемника надо производить с подключенным входным фильтром (преселектором), лучше будет, если поставить истоковый повторитель на входе приёмника, для согласования с входными фильтрами любого типа. Более подробная информация дана на сайте автора <http://relax-sdr.3dn.ru/>

В обеденный перерыв

Виктор Беседин UA9LAQ

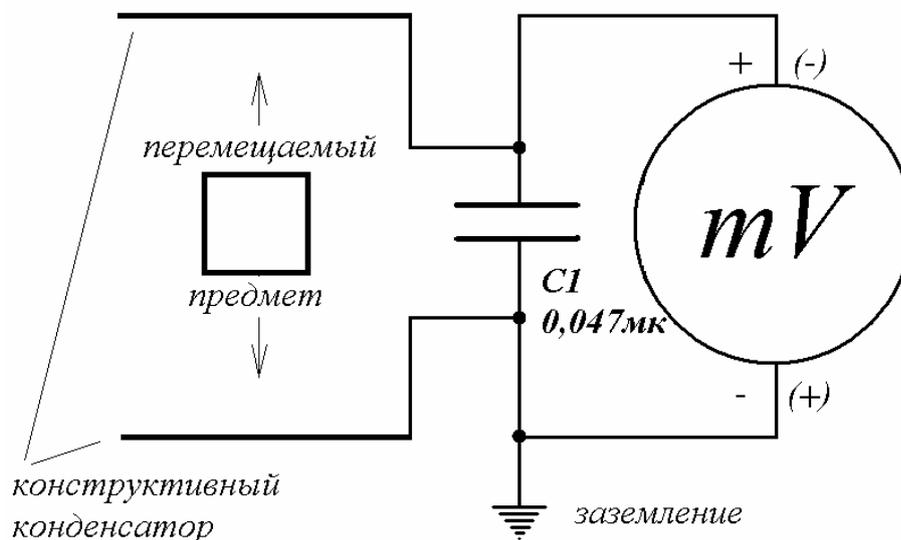
Наскоро пообедав на работе, решил провести небольшой эксперимент: к метровой металлической линейке, укрепленной на краю монтажного стола – на его столешнице из изоляционного материала, подключил один из соединительных проводов (“плюсовой”) от универсального вольтметра В7-78/1, другой – к заземлению, подключенному к металлическим каркасам ряда монтажных столов: моего и соседних. Таким образом, между линейкой и соседним монтажным столом получился конструктивный конденсатор, к которому подключен измерительный прибор, включенный в режим милливольтметра с пределом измерения постоянных напряжений 100 мВ. Этот предел в приборе предустановлен и есть возможность автоматического переключения пределов с шагом в одну декаду.

Для чистоты эксперимента, коснулся рукой заземления (снял статический заряд), условия почти идеальные: пол помещения покрыт линолеумом, влажность воздуха после жарких дней – в районе 25%, температура + 25°C, точность измерительного прибора и его входной импеданс – высокие. Итак, я – внутри конденсатора, и изолирован от его обкладок. При условии, что я неподвижен, прибор показывает только наводки, порядка десятков мкВ, стоит пошевелиться или, тем паче, начать перемещаться, как показания прибора увеличиваются до десятков мВ, а, в некоторых ситуациях (при увеличении размеров положительной обкладки за счёт подключения к ней другого “железа”, обычно лежащего на монтажном столе), например, при резком перемещении, – до 100 мВ и более, – это приводит даже к переключению предела измерения напряжения прибором, включается предел 1 В. Поскольку изменение напряжения происходит хаотически (цифры изменяются очень быстро), пришлось включить внутренний интегрирующий фильтр прибора, а параллельно конструктивному конденсатору подключать до четырёх конденсаторов ёмкостью 0,015 мкФ х 1000 В (у высоковольтных меньше утечка), что оказались под рукой. Результат эксперимента стал ещё более очевидным. Такое устройство можно использовать для регистрации перемещения как одушевлённых, так и неодушевлённых предметов, коим, в данном случае, выступило поворотное кресло монтажника с металлическим каркасом. Реакция на перемещение проявилась незамедлительно. Помыли (увлажнили) пол – эффект не исчез.

Пошёл дальше: взял цифровой мультиметр МУ67, включил его на самый чувствительный предел измерения напряжения постоянного тока, отключив автоматический выбор пределов измерения. Теперь, вторжение в пределы между обкладками конструктивного конденсатора сопровождалось переполнением и звуковым сигналом об этом прибора (“перегрузка”), стоило покинуть пределы “охраняемой зоны”, сигнал прекращался. Стоило слишком резко “вторгнуться”, как прибор начинал подавать об этом сигналы и уходил в режим с невозвратом в исходное состояние (сигнализируя о сильной перегрузке).

Из экспериментов явствует, что данный конструктивный конденсатор в союзе с высокоомной регистрационной техникой может быть использован, например, как датчик перемещения в охранных устройствах. При движении от одной обкладки конденсатора к другой в разных направлениях меняется не только амплитуда, но и знак получаемого напряжения (измерительный прибор указывает полярность), что свидетельствует о получении напряжения, хоть сверхнизкочастотного, но, всё-таки, переменного напряжения хаотически меняющейся частоты, связанной с обменом зарядов между обкладками и перемещаемым предметом. Увеличение

площади обкладок конденсатора и массивности перемещаемого предмета положительно влияет на уровень напряжения, получаемого при перемещениях. К сожалению, эксперимент невозможно здесь произвести вне стен предприятия, возможно, результат был бы другим, но эффект интересный. Тока такой конденсаторный датчик почти не даёт, а вот, напряжение даёт существенное, десятки – сотню-другую мВ. Схематично эксперимент выглядит так:



При перемещении людей или предметов между обкладками конструктивного конденсатора, милливольтметр фиксировал рост напряжения, отсутствовавшего при статичном положении людей или предметов. (Перемещение предметов и людей может быть и в другом направлении, например, вдоль обкладок или на небольшом расстоянии от них, сбоку конденсатора). Заземление не является обязательным, так как существует свой “диполь” из обкладок конденсатора. Время “успокоения” измерительного прибора и величина его показаний зависит как от ёмкости конструктивного конденсатора, так и от внутреннего (или входного) сопротивления (импеданса) измерительного прибора.

Уровень напряжения зависит от положения перемещаемого предмета внутри конденсатора, при перемещении вблизи незаземлённой обкладки уровень получаемого напряжения при движении получается выше. Взятая рукой за линейку (положительную обкладку конструктивного конденсатора), уровень наводок увеличился до 2...3 мВ, но тенденция осталась – минимум напряжения в состоянии покоя и увеличение напряжения при движении. Конденсаторы давно используются в аппаратуре, созданной человеком, но не стоит сбрасывать со счетов и процессы, происходящие внутри них. Ведь мы живём внутри природного, созданного Богом, конденсатора, одной обкладкой которого является проводящий верхний слой атмосферы – ионосфера, а другой – наш дом родной Земля. Можно рассматривать наш конструктивный конденсатор и как аperiodическую (из-за малых размеров) сверхнизкочастотную антенну электрического типа, тогда следует определить, где же тот генератор электростатического поля, изменяющийся характер которого мы наблюдаем на шкале милливольтметра?

Отключил от сети свой и соседний столы, а вместо милливольтметра с питанием от сети подключил автономный – МУ67, напряжение наводок уменьшилось,

однако, реакция на перемещение осталась. Взятая рукой за линейку (изолированную от земли обкладку конструктивного конденсатора), в состоянии покоя милливольтметр показывает только напряжение наводок порядка единиц мВ, от которых в заводских условиях довольно трудно избавиться полностью, стоит начать перемещение (поднять руку, отойти-подойти к столу), как прибор начинает фиксировать скачки напряжения, причём обеих полярностей.

Такой эффект, на мой взгляд, связан с перезарядкой (при перемещениях внутри) конструктивного конденсатора, вследствие изменения, как ёмкости этого конденсатора, так и диэлектрической проницаемости диэлектрика, находящегося внутри конструктивного конденсатора, происходит обмен зарядами между обкладками конденсатора и “возмутителями спокойствия” (перемещаемыми телами людей, предметами), связанными по электростатическому полю. Все изменения приводят к перезарядке конденсатора С1, а милливольтметр фиксирует на нём напряжение. Можно представить, следуя рисунку, перемещаемый предмет как общую обкладку двух последовательно включенных конденсаторов. При перемещении предмета ёмкость одного конденсатора увеличивается, другого – уменьшается, что приводит к перераспределению и зарядов, в соответствии с получаемыми ёмкостями, к возмущению электростатического поля, переброске зарядов, которое мы и наблюдаем.

Основываясь на обнаруженном эффекте, можно предполагать, что перемещение людей по планете тоже сопровождается перезарядкой природного конденсатора “ионосфера-человек-Земля” и может быть зарегистрировано чувствительными приборами с высокоомными электростатическими датчиками, равно как и высокочастотными ёмкостными.

С описанным явлением можно определиться примерно так: нас окружает электростатическое поле, мы живём в нём и ничего не замечаем, оно существует независимо от нашей воли и сознания – объективно, как частный случай электромагнитного поля. Все предметы в этом поле имеют свой заряд и составляют относительно друг друга ёмкости, малые, но от этого не менее значимые, если учесть, что это всё происходит на высоком импедансе в МегаОмы, ГигаОмы, ТераОмы... В состоянии покоя всё уравновешено и можно, при возможности и желании составить зарядовую картину, подобную карте высот в геодезии или климатической карте с изотермами в метеорологии. Стоит только пошевелиться, как изменяются ёмкости относительно окружающих предметов, и происходит их перезарядка, согласно новому положению, эту перезарядку и регистрирует прибор, так как относительно его щупов тоже происходит перезарядка, хаотически, со сменой полярности – до полного уравновешивания.

Эффект, описанный в заметке, хоть и слабее, но удаётся наблюдать на любых чувствительных (мВ...единицы В) измерителях постоянного напряжения с высоким входным импедансом, подобным упомянутым в заметке, если даже просто раскинуть их штатные провода, включить соответствующий предел и начать перемещаться вблизи них.

Редакционный комментарий ra3aae: Работая с этой статьей и прочитав последнюю фразу, я немедленно отодвинул клавиатуру, положил перед собой цифровой тестер М-832 с раскинутыми выводами и начал махать руками. 0,1...0,2 мВ разной полярности! Встать не мог, потому что на коленях задремала кошка. Поглаживание ее увеличило показания до 0,4...0,7 мВ! Шутки шутками, а на этой основе вполне можно строить электростатические датчики присутствия и перемещений. Читайте дальше – о том же! **CQ-QRP # 35**

Атмосферное электричество: вопросы и ответы

Дмитрий Горох UR4МСК

В весеннем номере CQ-QRP (#34) за 2011-й год была опубликована статья «Про атмосферное электричество, и не только...» Авторы Ю. Г. Трусов и А. А. Гольцов тщательно провели серию экспериментов и в увлекательной форме изложили свои результаты, одновременно поставив новые вопросы.

В отзыве на эту статью я хочу попытаться ответить на один из этих вопросов, не претендуя на истину в последней инстанции. Не будучи специалистом в области электричества, я допускаю, что какие-то из высказываний ниже могут быть ошибочными. Давайте попробуем разобраться в наблюдаемых явлениях.

Хотя вопросы атмосферного электричества еще с давних времен волновали многих исследователей, очередной пик популярности этой темы был вызван публикацией Владимира Тимофеевича Полякова «Тайна метелочной антенны» [1], а также последующими статьями [2 – 4].

Один из поставленных авторами вопросов заключается в следующем явлении: зашкаливании измерительного прибора при поднимании и опускании антенны. В статье [2] Владимир Тимофеевич так объясняет это явление: «...заземленная (через тестер) антенна создает вокруг своего верхнего конца область объемного заряда с потенциалом земли, т. е. нулевым. Быстро перемещая конец антенны с "метелкой" в другую область воздуха (быстрее, чем движутся ионы) с потенциалом U около +1 кВ (130 В/м помножить на 7,5 м), мы вызываем ток перезарядки антенны и окружающего воздуха i , который и попытаемся оценить: $i = dq/dt$, $q = CU$. Положив емкость антенны $C = 20$ пФ и время ее перемещения 1 с, получаем ток около 20 нА — уже уверенно регистрируемое прибором значение. Этим я и объясняю скачки показаний при "размахивании" антенной».

Еще «бросилось в глаза», что измеряемый потенциал меняет знак при поднимании и опускании антенны (рис. 1). Это похоже на микрофонный эффект [5].

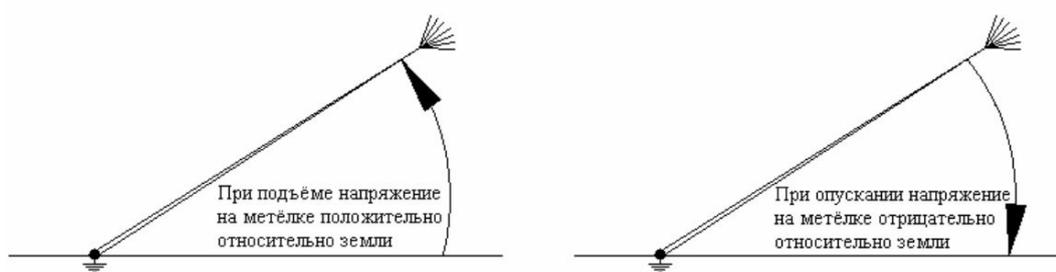


Рис. 1. Изменение положения антенны относительно Земли

По грубой аналогии, как и в электретном микрофоне, так и в системе «антенна-земля» есть конденсатор, имеющий заряд. В антенне его источник – атмосферное электричество. Различие только в масштабах. При опускании/поднимании антенны изменяется расстояние между ее полотном и Землей, а значит, изменяется и емкость. Учитывая высокую чувствительность примененного прибора, а также большие геометрические размеры «антенного конденсатора», вполне объяснимо, почему прибор зашкаливает при изменении положения антенны. «Микрофонным» эффектом объясняется также наличие помехи вблизи 0 Гц на спектрограммах ELF/VLF приемников, например, как на рис. 2.

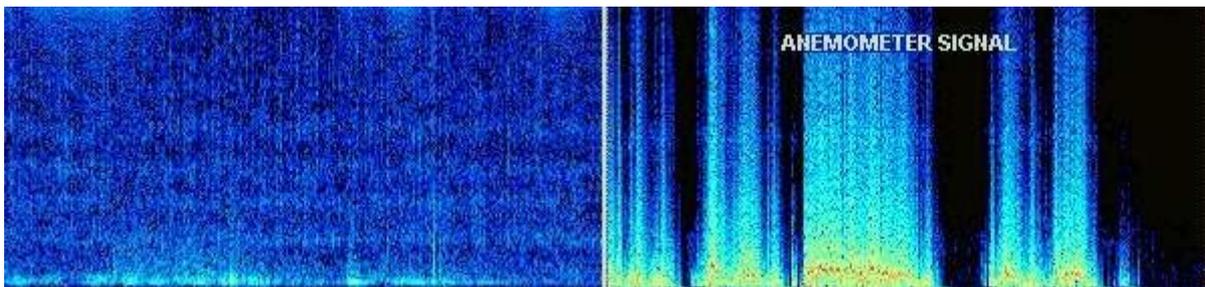
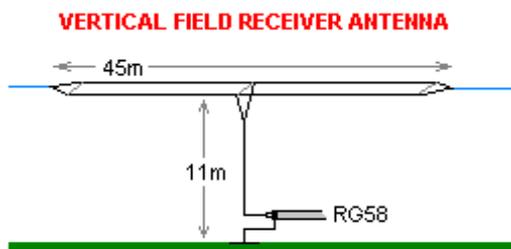


Рис. 2. Спектр с антенны вблизи 0 Гц (слева). Спектр сигнала с анемометра (справа). По оси абсцисс отложено время, по оси ординат - частота. Источник: "When signals don't arrive from too far away" (Когда сигналы приходят не издалека), <http://www.vlf.it/localsignals/localsignals.html>



Для построения этого спектра использовалась так называемая «антенна Маркони» (Т-образная антенна на рис. 3). Для подтверждения «микрофонного» эффекта вблизи 0 Гц была сделана запись с анемометра, регистрирующего порывы ветра. Очевидно наличие корреляции между спектром с анемометра и с Т-образной антенны (нижний участок на рис. 2), которая заметно вибрирует на ветру.

На мой взгляд «микрофонным» эффектом можно объяснить и такое наблюдение авторов: «...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...» Можно предположить, что тела людей, окружающих антенну, вместе с Землей образуют одну из обкладок конденсатора (вторая – полотно антенны). Также авторы подтверждают факт зависимости показаний прибора от скорости перемещения: «...Если шагнуть медленно, плавно перенося вес с одной ноги на другую, то стрелка отклоняется меньше...».

Очень интересны инструментальные измерения с отображением показаний на графиках. Современные приборы позволяют выполнять выборку автоматически с помощью АЦП. Общаются данные цифровыми методами [6].

В заключении поговорим о практическом использовании накопленных фактов. Наличие атмосферного электричества в наших антеннах не вызывает сомнения. Это может создать помехи радиоприему и даже повредить подключенную к антенне аппаратуру. В зависимости от конструкции антенны и атмосферной обстановки может возникнуть «поющий» тихий разряд [7], генерирующий сигналы со множеством гармоник, что наверняка повлияет на чувствительность приемника. Поэтому необходимо принимать меры по устранению таких явлений. С другой стороны следует продолжить эксперименты на постоянной основе, чтобы накопить достаточный материал и определить наличие корреляции между характером изменений атмосферного электричества и состоянием окружающей среды. Кто знает, может это будет новый способ предсказывать погоду или предупреждать о стихийных бедствиях. Необходимо привлекать большее количество заинтересованных людей и строить автоматические станции наблюдения по всему миру. Накопленные данные помогут лучше разобраться в явлениях природы. Авторы статьи Трусов и Гольцов вместе со своими воспитанниками уже сделали первый шаг. Кто следующий?

Литература

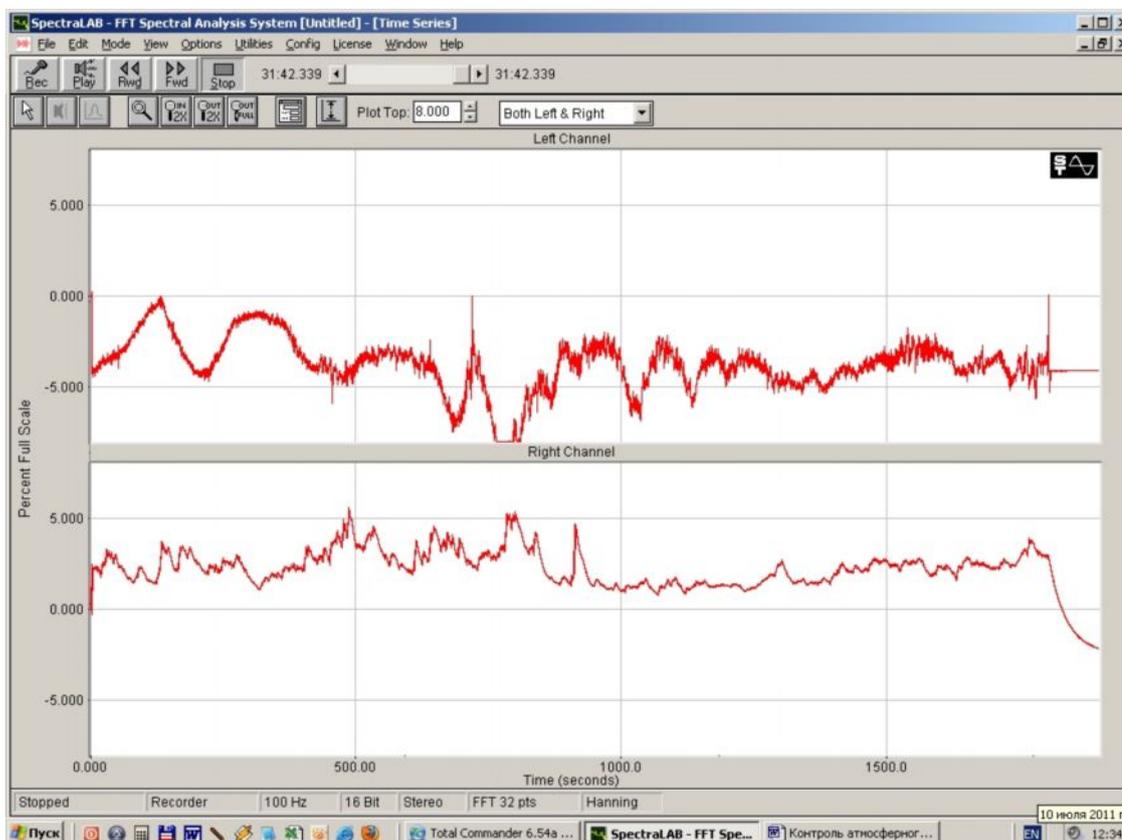
1. Поляков В.Т. "Тайна метелочной антенны"
<http://qrp.ru/modules/myarticles/article.php?storyid=1>
2. Поляков В.Т. "Ток из атмосферы или вопросов больше, чем ответов."
<http://qrp.ru/modules/myarticles/article.php?storyid=7>
3. Поляков В.Т. "Положительное ведро и отрицательные дожди"
<http://qrp.ru/modules/myarticles/article.php?storyid=10>
4. Поляков В.Т. "Костровая антенна"
<http://qrp.ru/modules/myarticles/article.php?storyid=8>
5. "Микрофонный эффект" http://ru.wikipedia.org/wiki/Микрофонный_эффект
6. Лайонс Р. "Цифровая обработка сигналов. 2-е издание", М."Бином", 2006.
7. Поляков В.Т. "Поющий" тихий разряд", Радио, 2001, № 7.

Письма от авторов

Трусов Ю.Г и Гольцов А.А.

Здравствуйте, Владимир Тимофеевич! Спасибо за интересный журнал, за статью, за добрые слова в наш адрес.

Сейчас у нас чётких результатов по атмосферному электричеству нет – все находится в стадии создания «правильного и корректного» эксперимента. Собираемся поставить на крыше пятиэтажного дома шестиметровую вертикальную антенну с «метёлкой» на конце и, подавая сигнал на ламповый детекторный приёмник, регистрировать на компьютере одновременно изменения уровней звука радиостанции и атмосферного напряжения. Для этого доработали звуковую карту (открыли вход).



Попробовали провести такой эксперимент с большой антенной (треугольник 160 м проводом П-274, оголенные контакты есть только в точке соединения полотна антенны и симметричной линии на уровне крыши пятиэтажного дома). Нужного результата не увидели. Возможно, периметр слишком большой, т.е. наводится большой сигнал, и простые оголенные контакты не оказывают влияния на его уровень. Да и компьютерный монитор в полуметре от приемника даёт хорошо слышимую помеху, от которой пока не смогли избавиться.

Одну из картинок эксперимента прилагаем к сообщению. На верхнем графике – уровень атмосферного электричества (отсутствие напряжения соответствует минус четырём на шкале Y), а нижний – выпрямленное звуковое напряжение детекторного приемника, настроенного на радиостанцию «Маяк» (отсутствие напряжения так же соответствует минус четырём на шкале Y).

Пока всё. О новых результатах, конечно, расскажем.

С уважением, 19 июля 2011, 04:18

Александр Грачев UA6AGW

Здравствуйте Владимир Тимофеевич !!!

Спасибо за публикацию моей статьи «Антенны UA6AGW» За прошедшее время поступило несколько откликов от радиолюбителей на работу антенны – все положительные. Вот текст письма (больше похоже на телеграмму) Алексея Пацула (UX1IN) «саша спб за разработку ант. превосходит все проволочные ант. малошумящая». Он нашел меня в эфире и рассказал, что первая же связь (CW, мощность 50 Ватт) проведенная им на 40-ка метрах была с Панамой. А выполнил он рамку из «советского» толстого коаксиального кабеля, внешнюю изоляцию он не снимал.

С удовольствием прочел об опытах с атмосферным электричеством. Пока читал, родился проект «атмосферного генератора». Новосибирцы пишут: «при подъеме антенны стрелка индикатора отклоняется в положительную сторону до упора, а при опускании отклоняется в отрицательную сторону также до конца.» Теперь остается такие две, или скажем четыре, антенны закрепить на горизонтальной оси, изготовить простейший щеточный механизм и сопрячь механически с турбинкой, работающей от ветра. Набегающий поток вращает турбину, турбина вращает антенны. На антенне движущейся вниз накапливается отрицательный потенциал, на антенне движущейся вверх накапливается положительный потенциал, все это через щетки идет на электролитический конденсатор. После того как антенны провернулись, начинает работать следующая пара. Если есть такая возможность, Владимир Тимофеевич, отправьте им мой проект – может понравится. И еще об антенне и костре. Неоднократно наблюдал такой эффект, костер, разведенный недалеко от антенны совершенно ее блокирует. КСВ больше 5-ти, вместо приема сплошной шум, и на панораме заметны шумовые выбросы, перемещающиеся по частоте. Это я к тому, что бы на слете антенну держали подальше от костра. Еще раз спасибо.

С уважением, 73! 23 июня 2011, 15:06

Письма читателей

(Вопросы В и ответы О)

19 августа 2011, 23:32 от Eugene Ivanov:

О развитии техники прямого преобразования.

В: Техника прямого преобразования есть всего лишь часть техники фазовой обработки и формирования сигналов, В последнее время в этих областях радиолюбительской деятельности нет ничего принципиально нового. Вроде бы как застой. Это значит, что нужно лезть в глубокую теорию или возвращаться к основам и искать там. А каково по этому поводу Ваше мнение?

О: Здесь я с вами согласен. «Ничего нет лучше хорошей теории!» А искать всегда надо – и в основах, и в деталях, и в технологии.

В: И еще о тайне модулятора-демодулятора из трансивера ПП 1982 г. Подавление боковых около 30 дБ, а несущей около 50 дБ. А должно быть одинаково. В чем дело? Как оказалось, избыточный эффект обусловлен противофазностью двух несущих. Вот они и подавляются! А нельзя ли это еще как-нибудь использовать?

О: Почему должно быть одинаково? Совсем не обязательно. Подавление несущей определяется точностью противофазности и одинаковостью амплитуд в плечах балансных модуляторов. Здесь несложно добиться высокой точности, поэтому подавление несущей высокое. Подавление же боковой определяется точностью 90-градусного фазового сдвига в фазовращателях, и опять же одинаковостью амплитуд. В том трансивере ПП фазовращатели простейшие, не обеспечивающие высокой точности, поэтому и подавление боковой полосы меньше. Но оно оказалось достаточным для обычной работы в эфире невысокой мощностью. Надо еще иметь в виду, что если подать SSB сигнал даже с идеально подавленной второй боковой на усилитель мощности (РА), вносящий искажения, то вторая боковая опять "вылезет"! Так 1% нелинейности 3-го порядка в РА даст вторую боковую с уровнем – 40дБ, 3% даст – 30дБ, 10% уже – 20дБ. Вы можете гарантировать, что РА у вас идеален? Искажения 3-го порядка состоят либо в «центральном» ограничении (ступенька при переходе синусоидального ВЧ сигнала через нуль), либо в ограничении по пикам, либо в том и другом вместе. Обычное дело в любительском передатчике!

26 августа 2011, 15:00 от ur4mck:

В: Владимир Тимофеевич! Недавно я перечитывал Вашу книгу "Приемники прямого преобразования для любительской связи" и в глаза на с. 12 «бросилось» утверждение: — «При преобразовании высокой принимаемой частоты непосредственно в звуковую труднее получить низкий коэффициент шума смесителя, а следовательно, и высокую чувствительность.»

Могли бы Вы пояснить причину этого? Связано ли это с дробовым шумом, плотность которого повышается с понижением частоты? Или тут имеют место какие-то другие принципиальные ограничения? С другой стороны, общий коэффициент шума ВСЕГО приемного тракта в приемнике прямого преобразования получается меньше, чем в супергетеродине, где каждое преобразование вносит дополнительные потери и шум. Нынче, используя современные компоненты, в схемах ППП удается достичь хороших параметров. Так может быть есть еще способы их улучшения?

О: Догадка ваша совершенно правильна. В 60-х годах, когда разрабатывалась техника ПП, транзисторы и диоды были еще, по современным меркам, очень плохими. Сказывался не только дробовой шум, а еще эффект «мерцания» при протекании тока в контактах с полупроводником, недостаточная чистота самих материалов (примеси, вкрапления) и много подобных же нежелательных эффектов. В результате шум, скажем, транзистора, рос не только на высоких частотах (из-за ограниченности частотных свойств), но и на низких из-за этих эффектов. Есть еще пока толком не объясненный шум со спектральной плотностью, обратно пропорциональной частоте. Его так и называют «шум $1/f$ ». Каждый транзистор имел оптимальную для него частоту, где его коэффициент шума $K_{ш}$ был минимален. Если для П27Б, П28 это были килоггерцы (поэтому я и ставил их на входе УНЧ), то для П403, П423 – единицы мегагерц, и эти транзисторы считались уже высокочастотными. В какой-то мере это осталось верным и для современных транзисторов, но диапазон частот, в котором $K_{ш}$ минимален, расширился от сотен герц до сотен мегагерц! Это замечательный прогресс, но о нем мало кто знает и пишет.

Следующий фактор – шум гетеродина. Его спектральная плотность вблизи генерируемой частоты значительно выше, чем на удалении от нее, скажем, на десятки килоггерц. Этот шум, преобразуясь на НЧ, получается больше, чем на высокой ПЧ. Поэтому важно и в гетеродин ставить хорошие, не только высокочастотные, но и малошумящие транзисторы.

Третий фактор – шум диодов, транзисторов или ключей смесителя. Пока на них не подан сигнал гетеродина, они не шумят, точнее шумят не более обычного резистора. Но по мере роста амплитуды гетеродина их шум растет, а его спектральная плотность также больше в области низких частот. Опять «шум $1/f$ ». Была даже в «Радио» моя статья (совместно с Н. П. Чубинским, участвовавшим в измерениях) «О выборе диодов для смесителей ППП». Суть статьи сводилась к тому, что для конкретных диодов амплитуду гетеродина надо подбирать такой, чтобы коэффициент передачи смесителя был уже достаточным, а шум еще не слишком велик!

В 70-х я с большим удивлением и радостью убедился, что новые ВЧ и СВЧ транзисторы (особенно полевые) шумят мало даже при больших амплитудах ВЧ сигнала! Тогда и явилась мысль использовать выходной каскад ТХ как смеситель при приеме, построив, таким образом, очень простой трансивер. Сейчас таких аппаратов известно море – всякие "Пикси", "Дикси" и т. д. Тогда же стали возможны и ключевые смесители на диодах, а уж на полевых транзисторах (они же и в ключах) – смесители почти идеальны, делать их сам Бог велел!

Вы также правы, что в приемнике с одним смесителем можно достичь гораздо лучших параметров, чем в супергетеродине с многократными преобразованиями. В суперах паразитные каналы приема на множестве комбинационных частот подавляются фильтрами, стоящими до и после смесителя, но это не относится к шуму – шум то, генерируемый в самом смесителе и гетеродине, собирается со всех этих частот! Самая благоприятная ситуация с комбинационными частотами получается при близости частот сигнала и гетеродина (ситуация ППП), в пределе, при совпадении частот, остаются только гармоники $2f$, $3f$, и т. д.

Резервы улучшения параметров ППП есть, я в этом не сомневаюсь, надо просто их искать.

[72/73 Vlad.T.Poliakov ra3aae@mail.ru](mailto:ra3aae@mail.ru)

Юмор



Кажется, что этот симпатичный американец осуществил идею «работы на ходу пешком» вовсе не на КВ, а где-то на сантиметровых волнах!

Его направленная рупорная антенна, направленная как раз туда, куда он идет, а также круглый волновод, соединяющий антенну со станцией, размещенной в рюкзаке за плечами, вероятнее всего изготовлены им собственноручно в истинно радиоловительском духе, то есть из подручных материалов!

Обмен в эфире:

— QRP?

— QRPrrrrr....

Созваниваются по телефону:

— Что ты хотел передать?

— У меня клавиша на датчике кода Морзе западает и аккумулятор кончается....

Зарисовки со слета:



Ностальгия...



Игра в шпиёнов...

CQ-QRP # 35