



CQ-QRP

Издание Российского Клуба Радиооператоров Малой Мощности

55 Лето 2016



Участники Слёта «Ока-2016»

СОДЕРЖАНИЕ

Клубные новости

Передача сигналов с электрического воздушного змея — *Влад Жигалов R2DNN,*

Владимир Поляков RA3AAE

УКВ вещание с ИСЗ — *Марина Сахарова, Екатерина Лахманова,*

Владимир Поляков RA3AAE

Вертикал верхнего питания — *Роман Сергеев RN9RQ*

Маяк DK0WCY расскажет о космической погоде — *Игорь Лавриненков R2AJA*

Простой тестер «5 в одном» — *Panagiotis Perreas SV3AUW*

О прохождении на СВ, ДВ и КВ — *Виталий Тюрин UA3AJO*

Летний радиолюбительский юмор

Главный редактор — *Владимир Поляков RA3AAE*

Редколлегия: *Владислав Евстратов RX3ALL, Дмитрий Горох UR4MCK,*

Владислав Жигалов R2DNN, Михаил Паршиков RK3FW

© Клуб RU-QRP

Клубные новости

Главным событием этого лета для клуба стал ежегодный Слет. Как и в прошлом году, он проходил на берегу Оки, возле поселка Белоомут.

В отличие от прошлогоднего мероприятия, к нам на Слет прибыло гораздо больше участников. Как всегда, были не только одноклубники, но и радиолюбители, пожелавшие просто отдохнуть вместе с нами.

В первый день погода участников не баловала. С обеда пошел дождь, который временами прекращался, а временами переходил в ливень. Однако это не помешало сразу же запустить воздушного змея, который уверенно поднял сорокаметровый кусок провода и удерживал его вертикально все время, пока ребята работали в эфире.



К сожалению, форма змея оказалась такова, что на низких высотах он чувствовал себя не очень хорошо, время от времени пытаясь сорваться вниз. На второй день его удалось поднять на высоту около 160 метров – вот там он стоял как скала.

С помощью антенны, поднятой змеем, удалось провести довольно большое количество связей, в том числе и с одноклубниками. Причем с участием Андрея UT5NM и Виталия UI7K получился своеобразный клубный «круглый стол». Также была проведена встреча в эфире с участниками слета RCWC в Анапе.

Несколько характерных фото со Слёта, сделанных Сергеем UA3GUO:



Ветераны обсуждают схему TRX.



В руках у Димы модель приемника Лумиса.



Погода нелётная, а змей летает! Ничего, что мачта кривая, зато КСВ ОК!!!

На второй день погода значительно улучшилась, выглянуло солнышко, и были проведены традиционные полевые игры нашего клуба – «Вариант «Омега»» и «Юстас на Слете». Во время игр антенну, поднятую воздушным змеем, использовал Виктор EV6DX.

На Слете не было недостатка в идеях и средствах для запланированных экспериментов. Основная масса участников так этим увлеклась, что забыли прослушать традиционный доклад Владимира Тимофеевича. Тем не менее, доклад все же был сделан, уже ближе к полуночи, у вечернего костерка. Статья по материалам доклада опубликована ниже, соавторы – студентки Российского Нового университета, в мае-июне этого года они защитили дипломы по этой теме,

разумеется, на пятёрки. Марина занималась общей концепцией спутникового УКВ вещания, а Катя – методами повышения чувствительности радиоприёмников.

На следующем фото запечатлена идиллическая картина, когда Виктор EV6DX поглощён работой в эфире, а его очаровательная XYL всё уже подготовила для краткого «перекуса» и терпеливо дожидается этого счастливого для неё момента.



Порадовало большое количество заочных участников игр, которым удалось связаться с очными участниками.

Кроме экспериментов по Лумису, пробовали поднять на змее видеокамеру. К сожалению, видео не получилось, возможно, атмосферное электричество нарушило работу камеры. Но надо отдать должное змею – камеру вместе с антенной он поднял легко.

Традиционно, некоторые участники представили свои самоделки. Алексей RX3FY и Виктор EV6DX показали свои антенные тюнеры, а Влад Жигалов – ППП на 40 метров с УВЧ на регенеративном каскаде (очень чистый эфир) и многократно упоминавшийся на клубном форуме регистратор прохождения.

К сожалению, все события когда-нибудь заканчиваются, и наш Слет – не исключение. В воскресенье он завершился, и участники разъехались, заряженные хорошим настроением, новыми идеями и наполненные отличными впечатлениями.

[CQ-QRP # 55](#)

Передача сигналов от электрического воздушного змея

Влад Жигалов R2DNN, Владимир Поляков RA3AAE

На Слёте 2016 года было много запоминающихся эпизодов, но мы расскажем здесь лишь об одном. Как и на прошлом Слёте, были планы и приготовления по повторению передачи радиосигналов по методу Мэллона Лумиса с помощью воздушных змеев, с использованием атмосферного электричества. Об истории, а также о прошлогодних экспериментах можно прочитать в серии статей [1, 2].

В этот раз для экспериментов был взят уже проверенный змей – небольшой, примерно 60x80 см (рис. 1). В качестве стабилизирующего хвоста – лента несколько метров из непроводящей плёнки. Для того чтобы змей снимал из атмосферы и накапливал заряд, к нему были прикреплены полосы из обычной пищевой фольги. Общая площадь этого «токосъёмника» не превышала 1000 см². Здесь, видимо, играет роль не столько площадь проводника, поднятого на змее, сколько протяжённость острых «лезвий», которые получаются по краю 10-микронной фольги. Именно усилением электрического поля на этих острых краях создаются условия для перетекания заряда в такую ёмкость, поднятую над землёй. Хотя величина этой уединённой ёмкости также важна.



Рис. 1. Змей на старте.

Леером змея служил литцендрат длиной 120 м. Поскольку подъёмная сила змея была небольшой, змей поднимался лишь примерно на половину своей возможной высоты – наклон леера был около 30°. Для контроля за током из атмосферы змей был подключён к заземлению через цифровой вольтметр 10 МОм, по напряжению на нём судили о том, достаточно ли тока для экспериментов.

Атмосферные условия в день эксперимента на поляне Слёта были благоприятными. Вокруг ходили облака, которые «явно что-то подозревали», и иногда доносились раскаты далёкого грома. Но над самой поляной не было опасных грозовых облаков. Поначалу казалось даже, что в этот день не получится снять сколько-нибудь заметное напряжение со змея: вольтметр показывал десятки - сотни милливольт, что по опыту прошлого года означало «ничего» или «почти ничего». Подключением ключа вместо вольтметра удавалось делать небольшие щелчки при замыкании ключа, которые были слышны на находящийся рядом СВ-приёмник. Был также опробован разрядник на 600 В, который ставился вместо ключа, однако напряжения на змее явно не хватало, чтобы его пробить.

Но вот во второй половине дня в «электрическом теле атмосферы» начались изменения. Они были не видны на глаз, но были заметны операторам змея. Иногда под совершенно безобидным на вид облаком, а иногда и под ясным небом змей начинал отдавать заметный заряд. Когда напряжение на вольтметре превышало 4-5 В, можно было смело вместо него включать разрядник, и он начинал уверенный отсчёт разрядам со змея на землю. В 30 метрах от точки запуска змея, на центральной радио-позиции Слёта, эти разряды были слышны на второй змее, который использовался обычно для КВ-связей (провод 40 м), но теперь работал антенной детекторного приёмника. Контур у приёмника не было, но был детектор в виде «вилки Авраменко», и высокоомные наушники. Щелчки были уверенно слышны, хотя, конечно, расстояние передачи было совершенно игрушечным.

Когда щелчки в приёмнике стали частыми (несколько герц), было предложено поставить вместо разрядника небольшую лампу дневного света. Разряды продолжались и через неё, хотя и через более редкие промежутки времени (мы оценили напряжение пробоя как ~1000 В). При этом если затенить яркое солнце, можно было заметить, как лампа вспыхивает при разряде. В тёмное время суток это было бы более эффектным зрелищем.

Иногда напряжение на змее было таким, что при отключённых разрядниках пробивался воздушный промежуток 1-2 см от леера до заземления. При хорошем токе из атмосферы экспериментальный стенд с разрядником можно было ставить на автономную работу, и он превращался тогда в необычный искровой передатчик – на редкой искре. Каждый разряд даёт затухающие колебания в антенне. В ближней зоне эти щелчки слышны на всём диапазоне СВ, и частоту резонанса заметить было невозможно. Но это оказалось возможным в дальней зоне. Один из авторов отходил с приёмником на 1,5 километра от «консилиума» около разрядника, и работу передатчика было хорошо слышно (щелчки следовали с частотой 1-5 Гц, в это время разрядником работала газоразрядная лампа). По мере отдаления от змея стал вырисовываться резонанс – он оказался на частоте

1,0 ± 0,1 МГц. Это была явно дальняя зона, с уже сформировавшейся волной, а, значит, мы имели настоящий передатчик, работающий от атмосферного электричества.

Описываемые эксперименты – лишь попытки повторить и смоделировать то, что было сделано М. Лумисом ещё до изобретения радио в 19 веке. Многие из описываемого в документах того времени у нас не получалось из-за очень небольшого тока из атмосферы. Например, нам так и не удалось заставить колебаться стрелку гальванометра, сделанного из компаса и катушки. И повторить детекторный приём за 20 км от передающего змея – это пока неосуществлённая мечта. Почему же это не получилось?

Причины, прежде всего, в высоте подъёма змея. Оценки показывают, что мощность, отдаваемая змеем в импульсе, пропорциональна кубу его высоты [3]. Учитывая, что Лумис поднимал змеев на 200 м, а у нас было лишь около 60, значит, эффективность нашего змея была раз в 40 меньше. Далее – для того, чтобы змей хорошо передавал, ему необходимо было сделать хорошее заземление. Воткнутый во влажную почву штырь был достаточен для разряда, но для затухающих после разряда колебаний он уже представлял существенное сопротивление, что давало очень маленькую добротность передающего контура. Это проявлялось в очень размытом резонансе даже в дальней зоне. Да и тонкий литцендрат длиной 120 м давал сопротивление порядка одного килоома – с такой передающей антенной рассчитывать на хороший КПД не приходится. Наконец, сам змей был скорее игрушкой по своим размерам, подъёмной силе и электрической ёмкости.

Тем не менее, оказалось возможным совместить, казалось бы, несовместимые и взаимно исключаящие вещи: атмосферные разряды (обычно понимаемые как QRN, т. е. помехи), и передачу сигнала. Эти эксперименты ждут своего продолжения, тем более что за 150 лет после первых опытов передачи радиосигналов прогресс не стоял на месте: мы теперь понимаем, что реально происходило в системе связи Лумиса, и может быть, сумеем эти «безумные» на сегодняшний день эксперименты когда-нибудь обратить во что-то применимое на практике. Огромное спасибо всем участникам этих опытов!

Литература:

1. В.Т. Поляков. Первый радиолобитель // CQ-QRP #50 (Весна 2015).
2. В.Т. Поляков. Результаты экспериментов по QRN связи // CQ-QRP #51 (Лето 2015).
3. В.А. Жигалов. О скорости заряда антенны атмосферным электричеством // CQ-QRP #51 (Лето 2015).

УКВ вещание с ИСЗ

Марина Сахарова, Екатерина Лахманова, Владимир Поляков РАЗААЕ

Аннотация. Показана возможность ЧМ (FM) радиовещания с геостационарного искусственного спутника Земли (ИСЗ) непосредственно в радиовещательных УКВ диапазонах 65-73 МГц и 88-108 МГц. Рассмотрены вопросы повышения чувствительности бытовых радиоприемников для внедрения непосредственного радиовещания со спутников, используя стандарты наземного радиовещания.

Введение. В условиях современной жизни свежая информация играет самую важную роль. Согласно статье 32.1 Федерального закона N 257-ФЗ от 13 июля 2015 г., все граждане РФ имеют право на получение обязательных общедоступных телеканалов и радиоканалов. Однако проблема обеспечения такого доступа в отдалённых или малонаселённых пунктах ложится на операторов связи, а расходы покрываются за счёт федерального бюджета и средств самих радиослушателей и телезрителей. Очевидно, что имеется проблема качественного покрытия всей территории при ограниченных материальных средствах. На данный момент не всё население Российской Федерации попадает в зону покрытия, без возможности получать такую информацию до сих пор находятся более нескольких миллионов граждан.

Актуальнейшей проблемой в настоящее время является обеспечение информацией всего населения страны, особенно в отдалённых и труднодоступных районах Сибири, Дальнего Востока и Севера. Другой, не менее важной проблемой, является оповещение населения на случай природных или техногенных катастроф или других чрезвычайных ситуаций.

В настоящее время активно внедряется цифровое вещание. Безусловно, оно имеет положительные стороны. Но в основном для производителей оборудования и поставщиков услуг! Для населения оно связано с большими затратами.

Внедрение предлагаемого проекта в эксплуатацию позволит предоставить всем без исключения гражданам страны доступ к общегосударственной информации, право на которую полагается им по закону. Также это решение позволит избавить от лишних расходов, как федеральный бюджет, так и тех, кто будет потреблять предоставляемые услуги.

Сейчас УКВ радиовещание активно ведётся на территории Российской Федерации, особенно внутри городов. Однако распределение активности радиовещания очень неравномерное. Например, в Санкт-Петербурге ведут радиовещание на частотах УКВ FM порядка 35 радиостанций, а некоторые районы России вовсе не попадают в зону покрытия радиовещания. При этом далеко не все граждане РФ имеют доступ к объективной информации, несколько миллионов человек отрезаны от общего информационного пространства. Такие отдалённые районы, возможно, попадают в зону действия частной радиосвязи, но не имеют возможности получать информацию общегосударственную. Учитывая то, что получение информации при помощи радио является одним из наиболее популярных, доступа к сети Интернет и прочим источникам информации у

населения таких отдалённых районов тоже нет. Даже до ближайшего работающего телефонного аппарата, установленного в единственном экземпляре в каком-нибудь ближайшем более-менее крупном поселении, может быть расстояние в десятки километров.

О государственных программах. В данное время все ещё действует сформулированная в начале 2000-х годов Концепция спутникового непосредственного вещания в РФ. В ней говорится, что спутниковое покрытие территории страны производится с трех геостационарных орбитальных позиций: 36° , 56° и 140° в.д. Из точки 36° в.д. вещание ведется на европейскую часть страны до Урала и Кавказа, аппарат в точке 56° в.д. обслуживает Урал и Сибирь примерно до Байкала, а восточные регионы получают сигнал с аппарата в точке 140° в.д. Для будущего использования зарезервированы плановые частотные каналы в позициях 86° и 110° в.д. [2]. Спутниковое радиовещание ведется совместно с телевизионным в диапазоне СВЧ на волнах около 3 см (рис. 1).

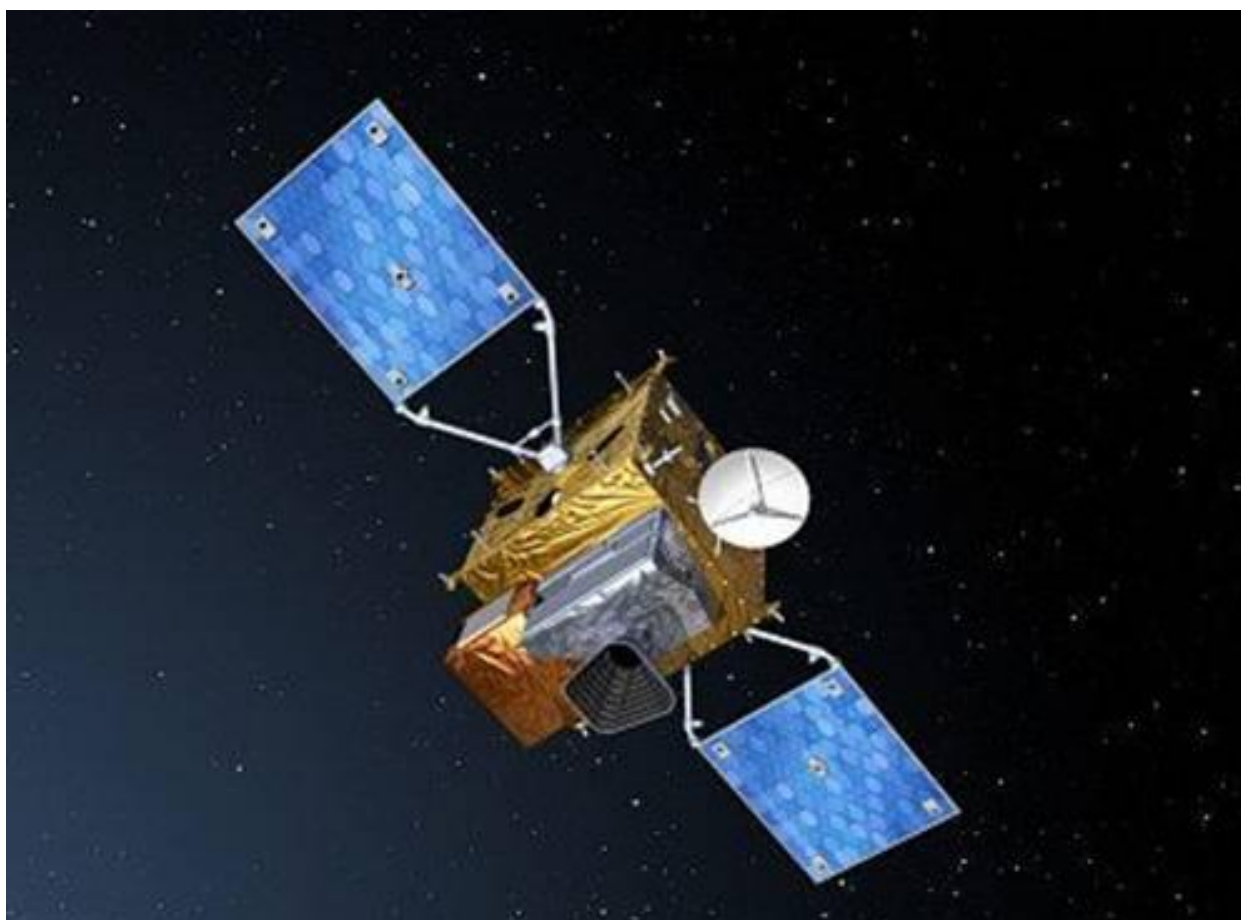


Рис. 1. Спутник «Ямал» на геостационарной орбите.

Правительством РФ в 2009 году была утверждена программа развития радиовещания на территории страны до 2015 года, согласно которой планировалось осуществить почти 100%-ное покрытие территории РФ минимум несколькими каналами цифрового радиовещания. Однако, Федеральная целевая программа «Развитие телерадиовещания в Российской Федерации на 2009 – 2015 годы» столкнулась с трудностями в осуществлении планов, и 29 августа 2015 года было выпущено постановление о продлении сроков этой программы до 2018 года

и изменении ожидаемых результатов по территории покрытия. Но даже это новое постановление не включает в программу покрытие многих районов Сибири, Республики Крым и города Севастополь. Из этого можно сделать вывод, что развитие цифрового телерадиовещания на всей территории РФ имеет определённые трудности даже при государственной поддержке и с имеющимся бюджетом, равным почти 165 миллиардов рублей (в ценах тех лет), из которых чуть менее 100 миллиардов рублей выделено из федерального бюджета.

В январе 2014 года Министерство связи и массовых коммуникаций РФ, Всероссийская государственная телевизионная и радиовещательная компания (ВГТРК) и Российская телевизионная и радиовещательная сеть (РТРС) приняли постановление о прекращении мощного радиовещания в России в диапазонах ДВ и СВ и существенном ограничении его в диапазоне КВ. В результате огромные территории нашей страны остались совсем без информации, поскольку УКВ туда не распространяются, спутниковые приемники дороги, стационарные и малодоступны, а об Интернете там знают только понаслышке. Положение катастрофически усугубилось с принятием этого постановления. Все территории России, удалённые от городов и крупных населённых пунктов (где есть УКВ ЧМ передатчики) более чем на 30...40 км, оказались вообще без радио!

Суть предложения. Сегодня идёт кампания за повсеместное внедрение цифрового радиовещания, DRM на ДВ, СВ и КВ, и DAB на УКВ. Оно активно рекламируется всеми, кто получает прибыль за использование данного вида радиовещания. Причина подобных действий банальна и проста: внедрение цифрового радиовещания принесёт большие деньги тем, кто будет его внедрять. Для населения ситуация при введении цифрового радиовещания ухудшится. Для приёма цифрового сигнала необходимо использовать специальные радиоприёмники, имеющие модуль декодирования цифрового сигнала и перевода его в аналоговый вид. Подобные приёмники имеют стоимость (от \$ 300), во много раз превышающую стоимость аналоговых радиоприёмников. Следовательно, лишь малая часть населения страны сможет сразу воспользоваться услугами цифрового радиовещания, а для большинства покупка необходимого радиоприёмника станет проблемой, которая может растянуться на годы.

Но возможен другой вариант: если отказаться от идеи цифрового радиовещания и использовать непосредственное аналоговое спутниковое вещание в диапазоне УКВ с ЧМ, таких проблем не возникнет, т.к. практически все радиослушатели уже имеют УКВ ЧМ радиоприёмники, или могут приобрести их дешево (от 400 руб.)

Расчёт радиотрассы. Расчет затухания сигнала на трассе проведём для следующих реально существующих параметров. Длина волны $\lambda = 3$ м, расстояние $D = 36\ 000$ км (геостационарный спутник), выигрыш приемной антенны $G_1 = 8$ дБ (диполь с рефлектором), выигрыш передающей антенны на спутнике $G_2 = 20$ дБ. Затухание сигнала на трассе распространения L в децибелах найдем по формуле, известной из учебников по распространению радиоволн:

$$L = -22 + 20\lg(\lambda/D) + G_1 + G_2 = -22 - 142 + 8 + 20 = -136 \text{ дБ.}$$

Исходя из значений тепловых шумов в приёмнике и приемной антенне, прием мощность шума на входе УКВ ЧМ приёмника (подробный расчёт дан ниже):

$$N = 3 \cdot 10^{-15} \text{ Вт, или } -145 \text{ дБВт } (-115 \text{ дБм}).$$

Приведенное к входу со стандартным сопротивлением 75 Ом шумовое напряжение (эффективное значение) будет $U_N = 0,5 \text{ мкВ}$.

Затем найдём необходимую мощность сигнала, основываясь на пороговых кривых частотных демодуляторов [3,4], дающих минимальное отношение сигнал/шум на входе демодулятора $S/N = +5 \text{ дБ}$. Получим мощность сигнала $S = -110 \text{ дБм}$ и напряжение сигнала $U_s = 0,8 \text{ мкВ}$.

Мощность передатчика найдём по чувствительности S и затуханию трассы L :

$$P = +26 \text{ дБм или } 0,4 \text{ Вт}.$$

Поскольку эта предельная мощность оказалась весьма малой, реально можно сделать от 1 до 40 Вт, избыток мощности увеличит отношение сигнал/шум, пойдет на улучшение качества приема и позволит вести приём на штатную телескопическую антенну. Стереофоническое вещание в данном проекте не рассматривается, поскольку при передаче информационных программ оно излишне.

Проект бортовой антенны. Требуемый выигрыш антенны 20 дБ, что позволит покрыть практически всю территорию России без сильного ослабления поля на краях освещенной зоны. Из-за наличия эффекта Фарадея выбираем спиральную антенну с продольным (осевым) излучением, направленную в сторону Земли. По полученным данным и по графикам из литературы по антеннам, выбираем



параметры спирали. Диаметр спирали 1,15 м, длина спирали 13,5 м. Число витков 18. Ширину диаграммы направленности (ДН) оцениваем в 20° , что примерно соответствует видимому угловому размеру Земли с геостационарной орбиты.

Как пример практической реализации, приведём фото наземной спиральной антенны диапазона 136 МГц, используемой для связи со спутниками (рис. 2). Выигрыш этой антенны 15,5 дБ и ширина ДН 34° .

Рис. 2. Спиральная антенна.

При выводе ИСЗ на орбиту спиральная антенна может быть сжата (как пружина) и уложена на рефлектор, образуя тонкий диск диаметром не более 1,5 м, а после вывода освобождена от крепёжных элементов и под действием собственной упругости (в невесомости) развернута на

всю необходимую длину 13,5 м. Для сохранения формы антенны можно использовать гибкие диэлектрические стяжки между витками спирали.

Достоинства проекта. Одним из преимуществ является то, что большинство населения России уже имеет аналоговые ЧМ радиоприёмники. Следовательно, сразу при запуске предлагаемого проекта радиовещания большинство радиослушателей смогут начать прослушивание без покупки каких-либо дополнительных технических устройств. В том случае, если у потенциального слушателя отсутствует радиоприёмник, или если он имеет потребности в покупке нового приёмника, то с этим не возникнет материальных проблем, так как стоимость подобных приборов очень низкая и доступна для всех радиослушателей. Кроме того, массовый выпуск огромного количества подходящих радиоприёмников различных моделей уже налажен.

Также очевидна важная возможность организации массового оповещения населения. Такое оповещение является сильным преимуществом предложенного проекта, так как позволяет практически мгновенно оповестить всю территорию России о каком-либо происшествии или опасности. В некоторых случаях существующие способы оповещения, например государственное телевидение или сотовая связь, могут быть недоступны по причине каких-либо произошедших событий, например, отключения энергоснабжения. В таком случае единственным способом оповещения будет спутниковое радиовещание. Данное преимущество является одним из самых значимых.

Чувствительность УКВ ЧМ приемников и способы её повышения. Проблема повышения их чувствительности актуальна и без внедрения вещания со спутников, поскольку даже незначительное повышение их чувствительности расширяет радиус действия наземных УКВ ЧМ радиостанций, установленных в крупных, а теперь уже средних и даже небольших населенных пунктах.

Сейчас радиовещание со спутников ведется параллельно с телевизионным вещанием на частотах СВЧ К-диапазона 10-11 ГГц. Для приема радиовещания со спутника необходима параболическая зеркальная антенна («тарелка») и приемник, по сложности не уступающий телевизионному. Такие приемники состоят из высокочастотного усилительно-преобразовательного блока на 10 ГГц, устанавливаемого в фокусе параболической зеркальной антенны, кабеля снижения и приемника (тюнера) на частоты 1-2 ГГц, устанавливаемого в помещении слушателя. Установка получается сложной, дорогой и мало доступной массовому радиослушателю.

По этой причине специальную установку для приема радио со спутника никто не делает. Радиовещательные программы принимают лишь иногда, и только в промежутках между просмотром телевизионных передач. Такое радиовещание никак нельзя назвать массовым. Массовым радиовещание будет только тогда, когда у слушателей будут доступные и дешевые радиоприемники, позволяющие принимать сигнал со спутников.

Заманчивой представляется идея осуществить радиовещание со спутника непосредственно в радиовещательных (РВ) УКВ диапазонах 65-73 МГц и 88-108

МГц, используя стандарты наземного радиовещания с ЧМ (FM). Поскольку приемников на эти диапазоны у населения миллионы, спутниковое радиовещание сможет стать действительно массовым. Однако далеко не все бытовые УКВ приемники имеют предельную чувствительность, ограниченную шумом.

Расчет показал, что возможно непосредственное вещание со спутника в диапазоне УКВ ЧМ, и приём сигнала даже на бытовые дешевые УКВ приемники. Однако желательно максимально повысить чувствительность приемников для надёжного приема.

Это может быть сделано двумя способами:

1. Добавлением маломощного усилителя радиочастоты (УРЧ) к имеющимся бытовым приемникам с недостаточной чувствительностью.
2. Сужением полосы пропускания приемника со стандартной 200 кГц до примерно 50 кГц с помощью обратной связи по частоте (ОСЧ) или, что лучше, использованием синхронно-фазового детектора (СФД) или приемника прямого преобразования с ФАПЧ.

Второй способ сложнее, зато он позволяет создать УКВ радиоприемники ЧМ сигналов, превосходящие по чувствительности примерно вдвое (на 6 дБ) все широко распространенные приемники, выпускаемые промышленностью различных стран, включая Малайзию, Японию и Китай.

При непосредственном УКВ вещании со спутника в стандартных УКВ диапазонах 65-73 и 88-108 МГц наблюдается эффект вращения плоскости поляризации волн, проходящих сквозь плазму ионосферы при наличии геомагнитного поля Земли (эффект Фарадея).

Меры борьбы с этим эффектом давно и хорошо известны – это применение радиоволн с круговой поляризацией и соответствующих передающих и приемных антенн. Например, при использовании для приема турникетной антенны из двух скрещенных диполей, замирания сигнала, связанные с вращением плоскости поляризации, устраняются полностью.

В то же время поглощение волн этих диапазонов весьма мало, и может достигать нескольких единиц децибел лишь в полярных районах. Достоинства метровых волн оценены, начиная с самых ранних космических экспериментов. С тех пор и по настоящее время самая ответственная телеметрическая информация передается со спутников в метровом диапазоне волн на частотах 136...140 МГц. Там же передаются и карты погоды низкого разрешения с метеоспутников.

Рассмотрим способы повышения чувствительности приемника более детально. В тракте приемника, кроме полезного сигнала, всегда действует шум. Он складывается из так называемого «космического шума», приходящего из космоса, атмосферного, индустриального (что очень актуально в современных городах из-за огромного количества различных электронных устройств) и внутреннего теплового шума приемника [3]. Поскольку УКВ ЧМ приемники для спутникового вещания предназначены для работы в малонаселённых и удалённых районах, индустриальными помехами можно пренебречь.

Добавление каскада УРЧ на малошумящем транзисторе. Есть доступные транзисторы (КТ368, КП305) с коэффициентом шума 2...4 дБ ($F = 1,5...2,5$), что дает их шумовую температуру $T_{ш} = T_0(F - 1) = 150...450$ К. Это значительно меньше температуры неба T_n в диапазоне 100 МГц (порядка 1000 К). Полоса пропускания приемника B равна 2×75 кГц (девиация частоты) плюс запас 50 кГц на неточность настройки пользователем, всего 200 кГц. Принимая общую шумовую температуру приемного тракта 1300 К, и полосу пропускания 200 кГц, по формуле Найквиста найдём мощность шума, приведенную ко входу приемника:

$$N = k(T_{ш} + T_n)B = 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 1300 \cdot 2 \cdot 10^5 = 3,6 \cdot 10^{-15} \text{ Вт, или } -110 \text{ дБм.}$$

В пересчете на напряжение на 75-омном входе получаем:

$$U_N = \sqrt{NR} = \sqrt{75 \cdot 4 \cdot 10^{-15}} = 0,55 \text{ мкВ.}$$

Для нормального приема радиовещательной передачи требуемое отношение сигнал/шум на выходе тракта радиоприемника (после частотного детектора, ЧД) должно быть порядка 20 дБ, при этом на входе приемника (до ЧД) достаточно превышения сигнала над шумом всего 5 дБ. В этом и состоит выигрыш от применения ЧМ. Тогда мощность сигнала $S = -110$ дБм и $U_S = 0,8$ мкВ.

Обычно у бытовых УКВ ЧМ приемников заявляют чувствительность 5 мкВ, у лучших 1,5...2 мкВ. Наилучшую чувствительность, по имеющимся литературным данным, имеют автомагнитолы фирмы JVC – 0,9 мкВ. Как видим, они реализуют предельную шумовую чувствительность и не требуют доработки.

Мощность спутникового передатчика P , найденная по чувствительности S и затуханию трассы L составит всего $-110 + 136 = +26$ дБм или 0,4 Вт.

Поскольку эта минимальная мощность оказалась весьма малой, реально, исходя из энергетических ресурсов спутника, можно сделать от 10 до 40 Вт, избыток мощности пойдет на улучшение качества приема и/или дальнейшее упрощение приемника, увеличение числа каналов (передаваемых программ).

Так, например, отказ от направленной антенны при приеме, и переход на обычную штыревую телескопическую антенну с выигрышем 2 дБ требует увеличения мощности передатчика на 6 дБ или в 4 раза, т. е. до 1,6 Вт, передача двух-трех программ, соответственно, еще в 2...3 раза.

В качестве усовершенствования бытового приемника было решено добавить УРЧ с целью доведения чувствительности приемника до предельно возможной, ограниченной шумом (рис. 3). Транзистор VT1 работает в так называемом «барьерном» режиме по схеме усилителя с общей базой (ОБ). Подстроечный резистор R2 регулирует ток транзистора, а, следовательно, и усиление. Питается усилитель от одного элемента с напряжением 1,5 В. Ток транзистора можно найти по формуле $(U_{пит} - 0,5)/R$, где $U_{пит}$ – напряжение питания 1,5 В, 0,5 – падение напряжения на транзисторе, равное примерно 0,5 В, R – общее сопротивление резисторов R1 и R2. Контур L1C2 настроен на среднюю частоту диапазона 98 МГц, или точнее – на частоту нужной радиостанции. Положение отвода катушки подбирается для получения выходного сопротивления 75 Ом. Входное

сопротивление транзистора в схеме с ОБ примерно такое же, что обеспечивает согласование с антенной.

На входе усилителя колебательный контур отсутствует, поскольку предполагается использование резонансной антенны – полуволнового турникетного диполя, уже настроенного на частоту сигнала.

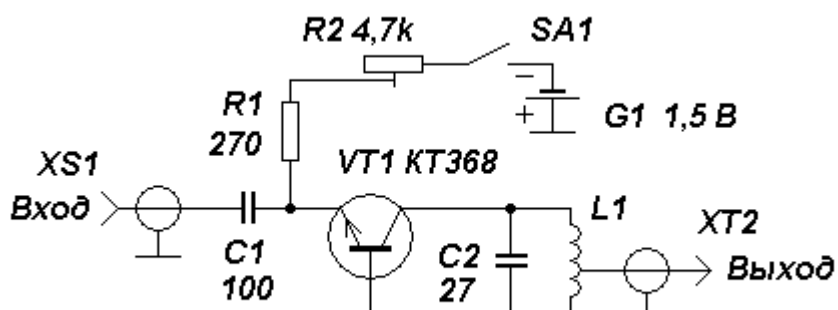


Рис. 3. Схема входного малошумящего усилителя.

Коэффициент усиления зависит от добротности контура $L1C2$, нагруженного соединительным кабелем, и составит от нескольких единиц до примерно 20. Усилитель прост, содержит минимум деталей, и может быть встроен в корпус самого радиоприемника, или выполнен в отдельном корпусе в виде приставки к приемнику. Возможно также размещение усилителя около антенны, чтобы компенсировать потери сигнала в кабеле.

Сужение полосы пропускания приемника с использованием обратной связи по частоте (ОСЧ), или, что лучше, использование синхронно-фазового детектора (СФД) подробно рассмотрено в [4]. Так, если в предыдущем расчете мы положили полосу приемника $B = 200$ кГц, то после "размодуляции" сигнала с помощью ОСЧ или СФД можно сделать полосу приемника, например, 50 кГц, что в 4 раза меньше. Соответственно и мощность шума N будет вчетверо меньше. А чувствительность по напряжению будет вдвое лучше, т. е. около 0,5 мкВ.

На основании проведенного исследования и полученных результатов можно сделать вывод о том, что применение обоих способов вместе (УРЧ + СФД) позволяет увеличить чувствительность бытового приемника в 6...8 раз, причем достаточно простыми и дешевыми средствами, а это открывает возможности дальнего приема наземных станций и непосредственного вещания УКВ ЧМ со спутников.

Антенна радиослушателя. Как было посчитано, при мощности бортового передатчика порядка 1,6 Вт и выше, возможен прием на штатную телескопическую антенну. При этом возможны пропадания сигнала в моменты, когда плоскость поляризации приходящего сигнала перпендикулярна штырю приёмной антенны. Хотя такие моменты и редки (да и антенну портативного приемника всегда можно повернуть), для их полного исключения в стационарных условиях желательно использовать антенну с круговой поляризацией.

Конструкции таких антенн хорошо отработаны для приема спутниковой метеорологической информации в диапазоне космической связи 136 МГц, весьма близкому к УКВ FM диапазону 88 – 108 МГц. Обычно это турникетный диполь с рефлектором, обеспечивающим однонаправленное излучение/приём и выигрыш порядка 8 дБ. Пример подобной антенны, разработанной немецким радиолюбителем DK8JH, показан на рис. 4.

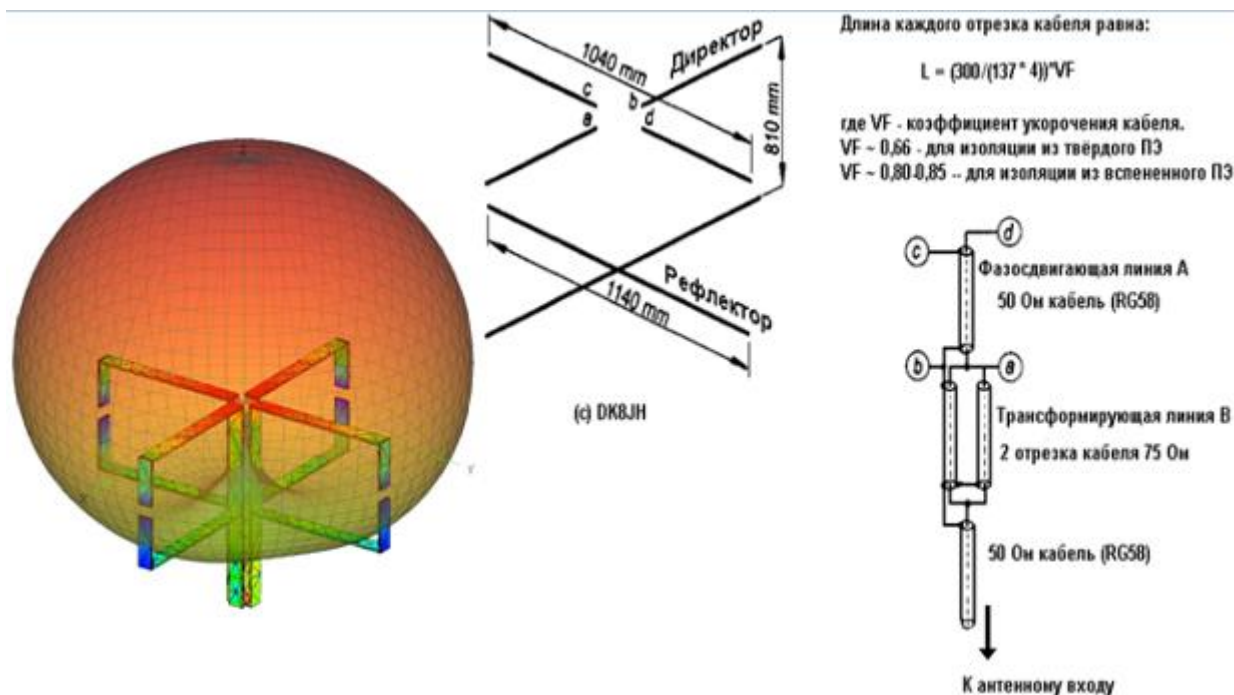


Рис. 4. Приёмная турникетная антенна.

Размеры даны для частоты 137 МГц, и их следует пересчитать, исходя из частоты спутникового УКВ ЧМ передатчика (если этот проект когда-нибудь будет осуществлён). На рисунке есть ошибка: слово «директор» следует заменить на слова «активный элемент».

В турникетной антенне скрещённые диполи должны возбуждаться со сдвигом фаз 90°, для его получения служит фазосдвигающая линия, подробно показанная в правой части рисунка. Два вибратора, включенные параллельно, дают низкое входное сопротивление, порядка 25 Ом, и для согласования использован четвертьволновый отрезок с сопротивлением 37 Ом – два включенных параллельно отрезка 75-омного кабеля.

Габариты антенны можно заметно уменьшить, если концы активных вибраторов и рефлекторов отогнуть навстречу друг другу, как показано на рис. 4 слева. При этом несколько уменьшится и входное сопротивление антенны, что сделает еще более рациональным использование 50-омного кабеля вместо стандартного для телевидения 75-омного.

Трёхмерная диаграмма направленности антенны показана там же в цвете. Направлять антенну следует не в зенит (как при приёме метеоинформации), а непосредственно на геостационарный спутник.

Заключение. Непосредственное вещание с ИСЗ на частотах стандартного радиовещательного УКВ диапазона полностью решает проблему доступа к государственной информационной программе на всей огромной территории России. Полностью решается также проблема оповещения населения, поскольку УКВ портативные радиоприемники есть практически у всех, а комплекта «пальчиковых» батареек хватает на несколько недель работы приемника в автономном режиме даже при отсутствии энергоснабжения.



Рис. 5. Наглядное сравнение комплектов аппаратуры.

Заканчивая статью, авторы выражают надежду, что данный проект будет использован Российским Государством для подачи населению правдивой информации, хорошей музыки и душеспасительных религиозных передач.

Авторы категорически запрещают использование проекта для передачи рекламы, антигуманных или террористических программ, а также для извлечения прибыли или наживы.

Литература:

1. Радиовещание в России в 2013 году. Состояние, тенденции и перспективы развития. Отраслевой доклад Федерального агентства по печати и массовым коммуникациям. — М., 2014.
2. Локшин Б.А. Спутниковое непосредственное вещание: новые горизонты. — Технологии и средства связи. 2015, № 2, с. 60-65.
3. Кононович Л.М. Радиовещательный УКВ прием. — М.: Радио и связь, 1977.
4. Поляков В.Т. Радиовещательные ЧМ приемники с фазовой автоподстройкой. — М.: Радио и связь, 1983.

Вертикал верхнего питания

Практическая реализация многодиапазонного варианта

Роман Сергеев RN9RQ

Об этой антенне задумывались многие радиолюбители. Действительно, антенна потенциально очень заманчивая, даже в сравнении с распространенными после публикации DL2KQ проволочными траповыми GP, поскольку ВВП не требует противовесов (ладно, если GP на земле стоит, а если приподнята, даже по два противовеса на диапазон образуют такую паутину...). Кроме того, бескаркасная конструкция его трапов легче классических коаксиальных. И, главное, в GP самый тяжелый трап приходится устанавливать наверху мачты, в основу которой для подобных антенн часто закладывают удилице, что сильно его нагружает и ограничивает допустимую высоту, здесь же самый тяжелый трап находится в самом низу антенны. Более того, верхние 5 метров мачты ВВП нагружены лишь весом провода, все трапы начинаются ниже этой отметки. В общем, вертикал, описанный Владимиром Тимофеевичем, просто идеально подходит для реализации компактного варианта на удилице или других вариантах легких мачт.

Есть, конечно, у этой антенны и недостатки, главным из которых является большая сложность настройки. Вписать в оригинальный вариант более 2 диапазонов очень и очень трудно, поскольку надо попасть в острый резонанс трапа, и, кроме того, его сдвигом (а значит и неизбежной расстройкой) найти точную длину излучателя на нужный диапазон; при этом так же заметно влияние нижних диапазонов на верхние, уже настроенные.

Я решил при реализации антенны разделить эту сложную задачу на две более простых, а именно: на настройку трапов отдельно, и только затем подбор длины кабелей между ними. Для этого мне понадобились: порядка 30 метров коаксиального 75-омного кабеля типа RG-6, SAT-50 или подобных, 30-ти F-разъемов и 15-ти переходников F «мама-мама» (в народе их называют бочонками, все разъемы стоит брать с запасом). Ещё два китайских 6-метровых удилица без колец, 3 упаковки черных стяжек и 2-х метровый деревянный брусок сечением 30x30...50x50 мм.

Нет смысла выбирать кабель подороже с медной оплеткой и цельной медной центральной жилой. Трапы у нас бескаркасные, жесткость конструкции требуется приличная, потому лучше, чтобы центральная жила была биметаллической, а поскольку F-разъемы садятся на скрутку и нет необходимости в пайке, то пойдет обычная стальная оплетка. Я просто купил в гипермаркете "Оби" дешевую бухту 50 метров телевизионного кабеля, вышло около 11-ти рублей за метр, но кабель оказался просаженым по наружному диаметру: накрученные разъемы держались совсем не плотно, и при настройке антенны постоянно съезжали, терялся контакт с центральной жилой; в итоге пришлось под все подмотать по одному витку изолянты и уже сверху на нее накладывать оплетку и наворачивать разъем.

F-разъемы бывают разными по качеству. Поскольку антенна должна выдерживать климатические воздействия, то рекомендую поискать F-ки чуть лучше качеством, у

них с торца видна кольцевидная резиновая прокладка, которая должна обеспечить некоторую степень герметичности в соединении. Цена на такие разъемы больше всего на 2-3 рубля. «Бочонки» так же по возможности выбирайте получше.

Остановлюсь подробнее на конструкции трапов. Поскольку изначально я закладывал аж 8 диапазонов, то трапы необходимо было получить с минимальной индуктивностью. Наиболее эффективными в этом плане оказались трапы с 4 и 6 витками. Причем мотать их нужно определенным образом: первый и последний витки должны находиться сверху и в непосредственной близости друг с другом на протяжении всей окружности трапа. Кроме того, на высокочастотных диапазонах необходимо отогнуть выходные концы кабеля под прямым углом относительно плоскости трапа, так их изгиб будет минимально влиять на центральную частоту. Кроме того, конструктивно удобно, чтобы вход и выход кабеля из трапа находились на одной прямой линии. Закреплять витки стоит черными кабельными стяжками (белые и прозрачные не выдержат солнечного излучения и очень быстро рассыплются). Начать необходимо с 3...4 стяжек и их количеством и усилием затягивания (только после 6...8 стяжки, эти первые стяжки обеспечат жесткость трапа, потому их затягиваем от всей души) добиваемся резонанса трапа на нужной частоте. Трапы двигаются по частоте очень сильно. Так, первый мой трап на 4-х стяжках стоял выше 32 МГц, а в итоге получился на 18 МГц. Так же стоит учесть, что стяжки, расположенные ближе к входам кабеля, влияют заметно сильнее, чем противоположные от них. Вообще, трапы очень капризны в настройке, даже в сравнении с обычными классическими коаксиальными трапами [3], где используется и внутренняя емкость кабеля. Я потратил три вечера на настройку всех трапов. Если делается походный вариант антенны, то рекомендую на всех трапах закрепить отводы на отрезках деревянных реек или каких-либо пластиковых стержнях, это защитит трапы от увода частоты из-за механических нагрузок при пересборке антенны. Трапы должны быть настроены на середины используемых диапазонов.



Рис. 1. Трап на 28 МГц, 4 витка.



Рис. 2. Трап 24 МГц, 4 витка.

На рис. 1 и рис. 2 видно, что выводы загнуты под 90° . Здесь и при монтаже на антенне изоленга снята, чтобы не задерживалась влага.

Для настройки использовался трансивер, нагруженный на эквивалент и последовательно включенную катушку связи – два витка виток к витку диаметром 50 мм. Последовательно со второй точно такой же катушкой были включены диод и измерительная головка на 100 мкА, у которой выводы были зашунтированы конденсатором. Не буду подробнее останавливаться на методике настройки трапов, об этом сказано уже более чем достаточно в многочисленных статьях.



Рис. 3. Трап 21 МГц, 4 витка.



Рис. 4. Трап 18 МГц, 4 витка

У трапов на 21 и 18 МГц (рис. 3 и 4) выводы также загнуты под 90 градусов. Хотя бы один вывод у них необходим минимально возможной длины.



Рис. 5. Трап 14 МГц, 4 витка.



Рис. 6. Трап 10 МГц, 6 витков.

У трапов на 14 и 10 МГц выводы оставлены в плоскости трапа (рис. 5 и 6), поскольку за счет большей емкости контура их небольшое изменение положения

уже не так сильно влияет на частоту резонанса. Будьте внимательнее при их раскладке, наружные витки должны быть сверху и рядом по всей окружности.



Рис. 7. Трап 7 МГц, 6 витков.



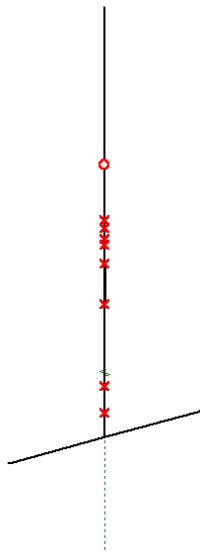
Рис. 8. Балун, расположен внизу антенны.

Число витков балуна порядка 12, его резонансная частота выше 12 МГц.

Поскольку из-за низкой мачты мне пришлось отказаться от диапазона 3,5 МГц (хотя позже возможно все-таки и добавлю его), трап на эту частоту до момента фотографирования не дождался. С ним все на самом деле сложнее. Нормально по аналогии с вышеописанными, он не получается, поскольку требуется для удобоваримого диаметра большее число витков. А они с нужной плотностью и положением складываться отказываются, приходится опять же увеличивать их число до десятка и более. В итоге я внес в контур добавочную емкость. А именно: собрав 6 витков диаметром порядка 280..300 мм, я максимально возможно опустил его резонанс стяжками. Затем к выходящим из трапа кабелям перед накруткой разъемов приложил дополнительно еще один кусок коаксиала таким образом, чтобы под накрутку одного разъема попала центральная жила, а под другой разъем – оплетка дополнительного отрезка кабеля. Таким образом, емкость отрезка кабеля оказалась включена параллельно с контуром. Далее этот кабель обматывается снаружи трапа, как продолжение той части кабеля, с которой он соединяется оплеткой. Такое расположение дополнительно добавляет емкость в контур, и подрезкой уже закрепленного отрезка настраиваем частоту контура в резонанс.

Закончив с настройкой трапов, я прикинул их получившуюся индуктивность и построил модель антенны. Высота модели получилась 9.5 м. Входное сопротивление гуляет от диапазона к диапазону в пределах 105...170 Ом.

Однако не стоит расстраиваться: реальная длина антенны и ее КСВ прилично меньше за счет целого ряда факторов.



Во-первых, кабель имеет внешнюю изоляцию, а значит и имеет некоторый коэффициент укорочения. Во-вторых, конструктивно удобнее крепить провод слегка наматывая на удилице, что тоже делает антенну короче. В-третьих, у нас трапы состоят отнюдь не из сосредоточенных элементов. Для прикидки можете считать, что он «добавляет» перед и за собой примерно от половины до одного витка к каждому излучателю. А поскольку длина антенны за счет этих факторов становится меньше, то и входное сопротивление несколько снижается.

Рис. 8. Модель антенны.

Существует и еще одна тонкость: большинство китайских попаме коаксиальных кабелей этого типоразмера имеют просаженный диаметр центральной жилы, и их реальное волновое сопротивление составляет 82..85 Ом. В итоге по совокупности всех этих моментов КСВ в кабеле оказывается нормальным.

Конечно, у антенны полоса в модели достаточно узкая и не перекрывает полностью диапазоны 21, 14, 7 и, разумеется, 3,5 МГц. На практике же видимо влияют потери, как в кабеле, так и в окружающих предметах, да и трапы нельзя рассматривать как сосредоточенные элементы. В общем, трансивер FT857D (а он достаточно чувствителен к высокому КСВ) не отображает предупреждения о высоком КСВ по диапазонам; так, резонансная частота на сороковке у меня получилась 7,065 МГц, а ограничение мощности наступает чуть выше 7,15 МГц.

Разумеется, полосы точно не хватит в диапазоне 3,5 МГц. Но это можно исправить добавлением закорачиваемого конденсатора, включенного последовательно в точке питания антенны. Питание к реле можно подвести прямо по коаксиальному кабелю через всю антенну, добавив у трансивера развязывающий конденсатор и дроссель между центральной жилой и обмоткой реле. Соответственно в таком случае настраивается антенна изначально на начальные участки диапазонов. При подаче питания контакты реле разомкнут конденсатор, и антенна перестроится выше по частоте. Конечно, чем выше по частоте диапазон, тем меньше будет относительная перестройка антенны, но и этого будет более чем достаточно.

Вообще антенна весьма пластична и может быть установлена на разных по высоте диэлектрических мачтах. В случае, если получившаяся антенна слишком длинная, то необходимо сделать нижние отрезки излучателей еще длиннее и обмотать вокруг мачты с меньшим шагом. В итоге длина ВВП уменьшится. Если же используемая мачта позволяет, то в точку питания можно добавить удлиняющую емкость по аналогии с [2], тем самым мы частично компенсируем укорочение антенны, которое происходит за счет индуктивной составляющей. Соответственно, вместе с длиной вырастет и усиление антенны.

Касательно китайских шестиметровых удилищ: их реальная длина около 5.5 метров, из двух штук, стыкуя одинаковые колена и подматывая под них изоленту, можно получить мачту высотой почти 9 метров. Однако, такая мачта требует хотя бы одного яруса растяжек в точке сгущения трапов. Поскольку я устанавливал антенну на балконе, да еще под углом к горизонту, соответственно, не имел возможности поставить этот полноценный ярус. Пришлось укоротить мачту на два колена, получилось чуть более 7 метров. Снизу антенна удлинена двухметровым брусом сечением 20x30 мм. В силу малого сечения брусок сел в комель неплотно, потому и пришлось усилить эту точку оставшимися коленьями от второго удилища. В итоге трап 7 МГц расположился примерно на высоте 1600 мм относительно пола балкона, или, что практически эквивалентно, относительно основания такой вот мачты, соответственно общая длина антенны получилась около 7,4 метра (в модели эта высота 8,9 м).



Рис. 9. Настроенная антенна.



Рис. 10. Положение ВЧ трапов.

После подъема для окончательной настройки нижние 5 витков перед трапом 40 м были распрямлены, положение трапа не изменилось. При настройке вертикала настоятельно рекомендую набраться терпения и иметь в руках антенный анализатор с индикацией знака реактивности. С простым индикатором КСВ часто

будут возникать ситуации, когда непонятно в какую сторону необходимо изменять длину излучателей, видимо сказывается высокое R_a контуров. Я потратил на настройку, работая с КСВ метром, два вечера.

Настройка антенны производится, начиная с самого верхнего диапазона – 10 метров. Настоятельно рекомендую при настройке включать в цепь отрезок коаксиала и контур более низкочастотного диапазона. Они ощутимо влияют на настройку. Длина отрезка между трапами 28 и 24 МГц у меня получилась всего около 100 мм, между 24 и 21 МГц оказалось достаточно отрезка, на котором F разъемы практически касаются друг друга, отрезок между 21 и 18 МГц вообще не получилось подстроить точно, поскольку пришлось вкрутить между трапами просто «бочонок», и то КСВ остался высоковат, около 2. Резонанс оказался чуть ниже диапазона, что все-таки приемлемо.

Возле трансивера для согласования нашего кабеля с 50-омным выходом трансивера необходимо установить трансформатор из двух ферритовых трубок от VGA кабелей, обмотка со стороны трансивера должна содержать 3 витка, со стороны антенны 4 витка провода. Подробнее его конструкция описана в [4].

На момент написания статьи антенна проработала около двух недель, проведено более сотни QSO в SSB (так понятней поведение антенны). К сожалению, на ВЧ диапазонах прохождение не слишком пока балует, но, вместе с тем, на 15 и 17 метрах антенна по поведению неотличима от обычной полноразмерной GP. На 20ке антенна немного проигрывает полноразмерному диапазонному вертикалу, но не слишком сильно, нет чувства какой-то ущербности, и даже без всяких усилителей вполне можно влезть в пайлап. Несколько раз следовал по диапазону за владельцами многодиапазонных вертикалов типа AV-640, Gap-titan и подобных, в большинстве случаев корреспонденты давали те же рапорты, что и владельцам фирменных антенн, тут больше влияет место установки антенн и наклон, чем сам ее тип. Интересный факт: корреспонденты, что на дальних, что на ближних дистанциях, звучат с близкими уровнями и дают близкие рапорты. Сказывается, что у антенны отсутствует зенитное излучение.

На сороковке трехкратное укорочение все-таки чувствуется, однако, вместе с тем, практически все слышимые корреспонденты на средних и большинство корреспондентов на средне-дальних расстояниях отвечают и дают рапорты 56..58. Кроме того, замечу то обстоятельство, что во время настройки антенны при подаче несущей мощностью 100 Вт в течение нескольких минут трапы, находящиеся в резонансе, слегка нагревались и становились теплыми. Надеюсь, мой опыт будет полезен при изготовлении и настройке подобных антенн.

Литература:

1. Поляков В.Т. Вертикал верхнего питания. Радио, 2004, №5, с.65-66, №6, с.68-69.
2. Гончаренко И. GP 7-10-14-18-21 MHz с трапами. <http://dl2kq.de/ant/3-34.htm>
3. Программа VE6YP в русифицированном варианте. <http://dl2kq.de/soft/6-6.htm>
4. Семичев В. ВЧ трансформаторы на ферритовых магнитопроводах. Радио, 2007, №3, с.68-69.

Маяк DK0WCY расскажет о космической погоде.

Игорь Лавриненков R2AJA

Уже более десяти лет в Германии функционирует маяк, передающий состояние солнечной активности и геомагнитного поля Земли [1]. В этой статье рассказано о назначении, функционировании маяка и передаваемых данных.

Первые маяки в Германии запускались немецкими военными, начиная с 1942 года в диапазонах 80 метров (D4WYF2) и 10 метров (D4WYF5) с целью изучения прохождения радиоволн и выбора оптимального диапазона для связи между войсковыми частями [2]. Вскоре после этого с похожей задачей были введены в действие и любительские маяки на диапазоны 40 и 20 метров.

В послевоенное время широко применялись маяки на 10-метровом KB [3] и на УКВ диапазонах (DL0PR, OZ7IGY, SK4MPI, GB3LER), в частности для обнаружения аврорального прохождения радиоволн. Позднее возникла идея создания маяка DKØWCY [1] для возможности прогнозирования аврор.

***Примечание:** Аврора – это отражение радиоволн от приполярных областей ионосферы во время магнитных бурь. Авроральное прохождение наблюдается на диапазонах: 50, 144, 433 МГц, иногда 27 МГц, и крайне редко на 1200 МГц [4].*

Технические характеристики маяка

Маяк DK0WCY работает на частотах 3579 кГц, 5195 кГц, 10144 кГц.

Режимы работы: CW/PSK31/RTTY.

Мощность передатчика: 30 Вт на 10144 кГц, 10 Вт на 5195 кГц.

Антенны: резонансные диполи.

QTH LOC: JO44VQ.

В настоящее время научная информация поступает на маяк через интернет из института физики атмосферы им. Лейбница университета г. Росток (Universität Rostock).

Время вещания маяка и циклограмма работы. Маяк DK0WCY работает на частоте 10144 кГц круглосуточно. На частоте 3597 кГц маяк передает данные с 05:20 по 7:00 и с 14:00 по 17:00 UT. Информационные датаграммы (сообщения с определенным набором научной информации) передаются каждые 10 минут.

Минута	0	10	20	30	40	50
Режим	CW	RTTY	CW	CW	CW	PSK31 (BPSK)

В паузах между датаграммами маяк передает краткую информацию (CW – идентификатор).

Частота 5195 кГц предназначена для внутреннего использования (с позывным DRA5), информация передается на 5 минут позже, чем на основных частотах.

На частоте 3597 кГц форматы PSK31 и RTTY не используются, вместо них всегда передается CW – датаграмма.

Краткая информация или идентификатор маяка передается в виде:

DK0WCU BEACON 4/19/A/N_

Данные передаются после позывного в следующем порядке:

- текущий уровень возмущения геомагнитного поля (К-индекс);
- МПЧ Максимальная применимая частота в МГц [3];
- одна или несколько букв, обозначающих события в настоящее время;
- одна или несколько букв, обозначающих события, которые скоро должны произойти.

К-индекс определяется для месторасположения маяка.

МПЧ определяется относительно острова Рюген (Балтийское море).

Ниже приведена расшифровка сокращений, передаваемых маяком:

Буква/Значение

A -Аврора

F - Внезапное ионосферное затухание КВ (SWF)

I - Солнечная ударная волна (возмущенное геомагнитное поле и рост К-индекса)

M - Геомагнитный шторм

N - Без событий

P - Затухание в полярных шапках (РСА)

Z - Маяк на обслуживании или неисправность

Во время полярных сияний маяк передает в конце сообщений серии точек.

Ниже приведен пример CW – датаграммы:

```
INFO
CONDS 07 JUN 1948 UT =
MAG KIEL K 4 4  KCUR 3.1 3.1 =
IONO RUEGEN FOF2 6.2 6.2  MUF 19 19  MAXHOP 2367 2367  MUF1K 10 10 =
SUN WIND 635 635  BZ P1 P1  XRAY B8 B8  FLARE 1M 2C
==
FORECAST 07 JUN =
SUN ERUPTIVE  MAG QUIET
==
INDEX 06 JUN =
R 36 36  REQ 17 17  FLUX 78 78 BOULDER A 18 18  KIEL A 25 25
+
```

Данные, которые передаются в CW – датаграмме.

A - A – индекс возмущения геомагнитного поля (связан с K – индексом)
 BZ - Напряженность поля Z-компоненты межпланетного магнитного поля в нТл (P = Положительная, N = Отрицательная)
 CONDS - В настоящее время
 DENSITY - Плотность солнечного ветра в протонах на кубический сантиметр
 FLARE - Количество рентгеновских вспышек на Солнце за последние 24 часа
 FLUX - Солнечный поток (интенсивность выброса на волне 10,7 см)
 FOF2 - Критическая частота слоя F2
 FORECAST - Прогноз
 INDEX - Обобщенные показатели предыдущего дня
 IONO - Данные о состоянии ионосферы
 K - K-индекс, усредненный за последнее 3 часа наблюдений
 KCUR - Текущий K - индекс
 MAG - Состояние геомагнитного поля
 MAXHOP - Максимальное расстояние скачка КВ через F-слой в км
 MUF - Максимальная применимая частота в МГц.
 MUF1K - Максимальная частота для 1000 км скачка в МГц
 R - Относительное число солнечных пятен (SSN)
 REQ - Эквивалентное число солнечных пятен
 SUN - Сведения о состоянии Солнца
 WIND - Скорость солнечного ветра в км/с
 XRAY - Интенсивность рентгеновского фонового излучения

Ниже приведен пример DIGI – датаграммы:

ZCZC				
events: none				
warnings: none				
Solar and Geomagnetic Indices observed on 20 Apr:				
sunspot number	12	12	12	
solar flux	71	71	71	
SSNe	1	1	1	
Boulder A	5	5	5	
Kiel A	9	9	9	
mean SSN for Mar	9	9	9	
Solar Conditions:				
solar wind speed	381	381	381	km/s
solar wind density	1	1	1	cm-3
solar wind temp	46	46	46	kK
IMF Bz component	+1	+1	+1	nT
x-ray flux	low	low	low	
24h x-ray maximum	na	na	na	
24h flare activity	none			
Geomagnetic Conditions:				
3-hour Kiel K	3	3	3	at 1800UT
current Kiel K	3.1	3.1	3.1	at 2039UT
Ionospheric Conditions:				
Ruegen foF2	3.90	3.90	3.90	MHz
hf2	na	na	na	km
hf	235	235	235	km
max hop at 5 deg	2467	2467	2467	km
MUF(max hop)F	12.0	12.0	12.0	MHz
MUF(1000)F	6.3	6.3	6.3	MHz
current SSNe	-1.4	-1.4	-1.4	
Forecast valid for 21 Apr:				
solar activity	quiet			
magnetic field	quiet			
NNNN				

Цифровые датаграммы содержат наиболее полную информацию, передаваемую маяком DK0WCY. Информация о частотах приводится в сотнях кГц, а не единицах МГц.

Дополнительно передаются данные:

- максимальная интенсивность рентгеновского фонового излучения в течение последних 24 часов и точное время этого события (x-ray flare);
- виртуальная высота F-слоя в километрах (hf);
- число солнечных пятен в предыдущем месяце (SSN);
- расчетное эквивалентное число солнечных пятен (SSNe);
- температура солнечного ветра в тысячах Кельвинов;
- текущие и ожидаемые события (эта информация также передается в CW - идентификаторе).

Для экспресс-анализа полученной информации можно считать, что при отрицательном Vz и с ростом скорости солнечного ветра (WIND) больше 400 км/с возмущенность магнитного поля земли увеличивается, соответственно растет коэффициент «К» и условия работы на КВ ухудшаются, однако вероятность аврорального прохождения радиоволн при этом возрастает. Также важно отслеживать значение Solar Flux, «Солнечный поток». Рост данного параметра предопределяет повышение степени ионизации ионосферы, что способствует росту МПЧ, открытию ВЧ диапазонов КВ. [7], [8].

Литература:

[1] Маяк DK0WCY, <http://dk0wcy.de/>

[2] Происхождение любительских радиомаяков — Waldemar Kehler DL1IX
<http://qrp.ru/cqgrp-magazine/591-cq-qrp-38>

[3] Поляков В. Маяки десятиметрового диапазона. КВ журнал, 1997, № 6, с. 39-43.
<http://www.radioscanner.ru/forum/topic38499.html>

Андрей Гурин R8OAG, «Прогноз аврорального прохождения»,
http://r9o.ru/?page_id=3149

[3] Игорь Лавриненков, «Влияние угла излучения антенн коротких волн на дальность радиосвязи», CQ-QRP #53

[4] Ионограмма, Измиран, <http://dps.izmiran.ru/latestFrames.htm>

[5] Solar Terristrial Data, <http://www.hamqsl.com/solar.html>

[6] The DK0WCY Reference Card, <http://dk0wcy.de/DK0WCY-RefCard-en.pdf>

[7] <http://ru3dnn.iimdo.com/прохождение/анализ-данных-по-прохождению/>

[8] UR5NBC, тема «Авроральное прохождение», обсуждение на
<http://hamradio.qrz.ru/viewtopic.php?id=451>

e-mail автора — r2aja@mail.ru,

сайты: <http://lavrinenkov.blogspot.ru>

<http://lis-multimedia.narod.ru>

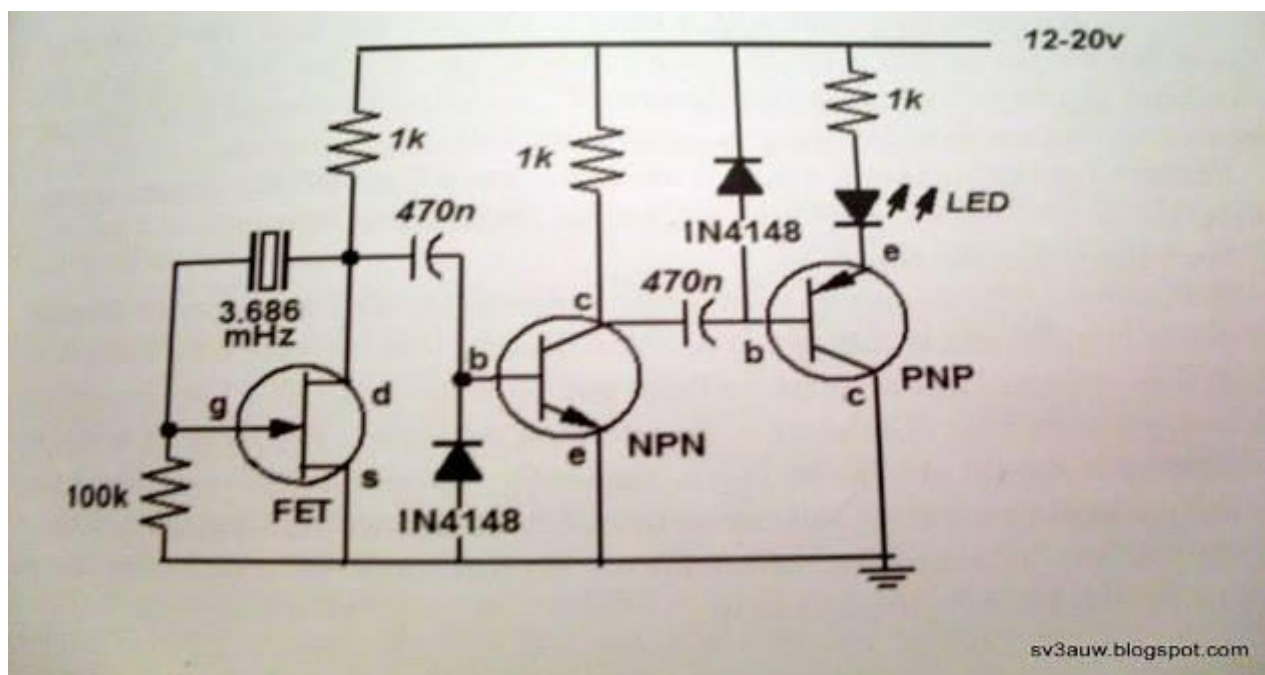
Простой тестер «5 в одном»

Panagiotis Perreas SV3AUW



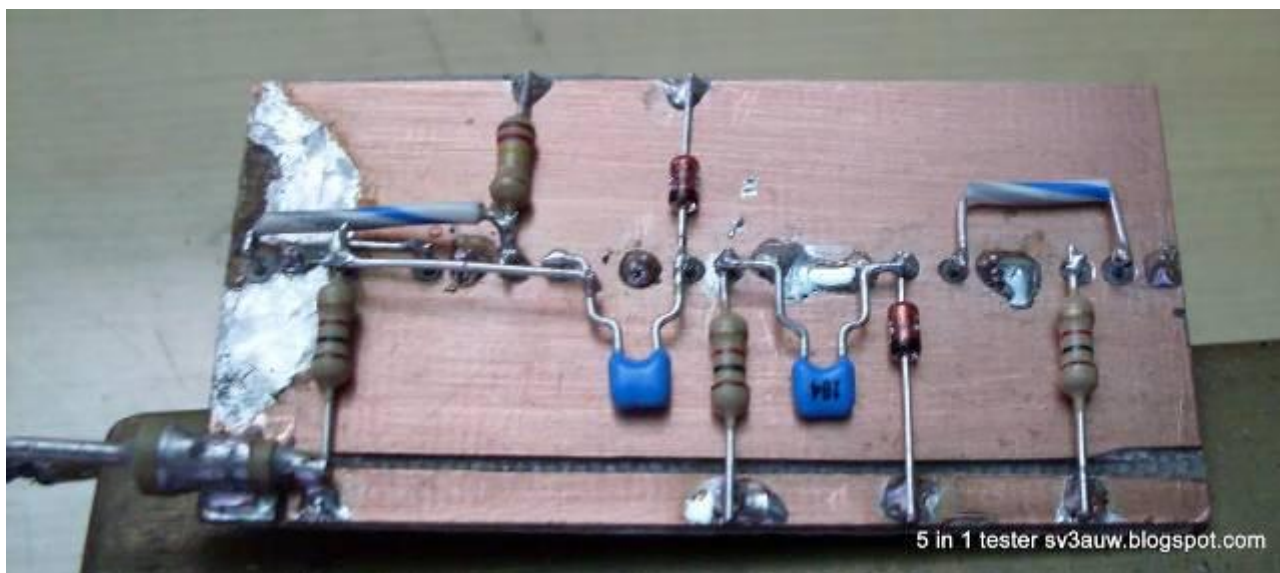
Представляем нашего нового автора из Греции. Вот, что он пишет о себе: — Радиотехник по профессии, радиолюбитель по увлечению, я занимаюсь электроникой с 1983 года! Я стараюсь распространять знания статьями по антеннам и самодельным конструкциям в своём блоге <https://sv3auw.blogspot.ru/>. Ряд статей также опубликован в журналах G-QRP Клуба, SPRAT, и на сайте Southgate Amateur Radio Club.

Следуя концепциям и схематике G4UMB, мне удалось сконструировать простой тестер, выполняющий целых пять функций. На нём можно проверять кварцевые резонаторы (XTAL), полевые транзисторы (FET), n-p-n и p-n-p биполярные транзисторы, светодиоды (LED). Просто путем замены заведомо работающего элемента на проверяемый. Схема тестера показана на рисунке.



Идея конструкции напоминает панельку для микросхем, хотя я использовал полоски контактов от неё, обрезанные до нужной длины. Потом надо подготовить плату из односторонне фольгированного изоляционного материала, и просверлить 18 отверстий в ней, все в один ряд. Используя резак для печатных плат или зенкер, надо удалить фольгу вокруг 11-ти отверстий, чтобы избежать короткого замыкания выводов. Фольга удаляется вокруг отверстий № 1, 3, 4, 5, 7,

9, 10, 13, 14, 16 17. Остальные отверстия № 2, 6, 8, 11, 12, 15 и 18 зенковать не надо. В этих отверстиях контакты припаиваются к фольге и прочно закрепляют планки с гнездами. Как видно из приводимых фото, пайка элементарна и не вызывает никаких трудностей даже для неопытного конструктора-самодельщика.



Работа с тестером исключительно проста. Если все детали исправны, то кварцевый генератор возбуждается, его сигнал детектируется диодами, усиливается транзисторами и светодиод горит. Замените соответствующий элемент проверяемым. Если светодиод по-прежнему горит, элемент хороший. В противном случае смело бросайте его в мусорную корзину. [CQ-QRP # 55](#)

О прохождении на СВ, ДВ и КВ

Виталий Тюрин UA3AJO

19.06.2016 мне довелось понаблюдать за эфиром с рамкой в окрестностях города Венёва. Эфир чистый, но только в верхней части СВ диапазона (выше 1 МГц), поэтому удалось услышать приводной радиомаяк (ПРМ) на 1285 кГц СВ из Дмитровского р-на, с уровнем менее 1 мкВ на удалении более 220 км. Интересно, что без рамки этот ПРМ даже на расстоянии 70 км в это время не слышно.

Из того же р-на на 642 кГц маяк слышен на 2 балла мощнее, и на 2-балла слабее, чем ПРМ на 694 «АЛ» из Моршанска, при равных расстояниях, но в два раза отличающихся частотах и принципиально разных трассах. Одна трасса проходит в основном по лесному массиву, другая в основном по степи. Всё в полном соответствии с теорией распространения земных радиоволн.

Радиовещательные (РВ) станции из Куркино (около Химок, в Москве) можно было принимать на собственную ферритовую МА приемника Деген. 5-ти киловаттный передатчик на 738 кГц создаёт напряжённость поля около 50-ти мкВ/м, 20-ти киловаттный на 612 кГц – около 100 мкВ/м на расстоянии 200км. Оба сигнала флуктуируют в пределах не более балла, с постоянным периодом, т.е. без ионосферного характера. В период максимальной долготы дня электронная концентрация всех слоёв ионосферы значительно возрастает. На КВ это приводит к появлению ближних зон, а на СВ – к полному отсутствию ионосферных волн.

В июле довелось побывать на Байкале с проживанием в Иркутске и немного послушать эфир на Деген. В дневное время на СВ и ДВ кроме местных приводных радиомаяков (ПРМ), ничего не слышно, на 20-ке и на 40-ке только местные связи. В тёмное время суток на ДВ пусто, на СВ – несколько радиовещательных (РВ) станций из Китая и одна из Монголии. На 20-ке громко слышны станции Владивостока, Японии, Урала. Провёл эксперимент на набережной Ангары в Иркутске. Не дожидаясь темноты (16 ч. МСК), позвонил в Кисловодск Сергею R7TS и попросил его сделать общий вызов CW. Услышал на 579, затем SSB – с рапортом 55. В обоих случаях сигналы проходили с медленными QSB до нуля. Через час стемнело, открылось прохождение на Европу, и Сергея из Кисловодска я слышал уже на 59, над Уралом в это время была мёртвая зона. Сергей работал на двойной квадрат мощностью 200 Вт.

Возвращаясь к СВ и Европейской части России. По многолетним наблюдениям на июль приходится максимум поглощения земной волны. На этот же период приходится и максимум биологической активности деревьев. Среднесуточная температура достигает 25° С. В этот период и мне довелось немного поэкспериментировать с прохождением земной радиоволны 160-метрового диапазона сквозь достаточно густой лесной массив. При увеличении расстояния в 2 раза напряжённость поля уменьшалась в 9...10 раз. Это в 2...3 раза больше чем в обычном лесном массиве и в 10 раз больше чем в степи. Проведённый эксперимент ещё раз подтвердил ранее полученные мной данные при наблюдении за ПРМ и РВ станциями. 73! Виталий.

CQ-QRP # 55

Летний радиоловительский юмор

Из подслушанного на 80 метрах

Дело было, значит, так: припозднился я на работе и пришел домой, когда уже стемнело. Мать собрала мне поужинать, и послала в огород сорвать огурцов для салата. Как их искать в темноте? Включил я трансивер в режиме несущей, помощника (на двух «рогатых»), а антенна – верёвка (Long Wire) у меня низко над огородом висит. Взял лампу дневного света, вышел в огород, поднял её над головой – ярко светит, всё видно, и собираю огурцы.

Тем временем сосед вышел в свой огород по малой нужде. Как потом выяснилось, ещё утром они с другом сходили в магазин, взяли, чего надо, а в соседнем киоске прикупили пару дисков со «Звёздными войнами». Весь день их и смотрели, прикладываясь «по маленькой». Увидев наяву фантастическую картину в соседнем огороде, мужик решил, что всё – допился до «белочки». Не справив нужды, бросился обратно в дом и крикнул другу, чтобы тот вызывал скорую...

Про летний отдых



Мексиканский QRP-ист на пляже. Чтобы не привлекать лишнего внимания, он замаскировал два вертикала, один укороченный, на диапазон 144 МГц, другой полноразмерный, на 430 МГц. Текст наш, источник фото на нём же и указан.

CQ-QRP # 55