



CQ-QRP

Издание Российского Клуба Радиооператоров Малой Мощности

#75 Лето 2021



СОДЕРЖАНИЕ

Клубные новости — *Владислав Евстратов RX3ALL*
Как передается энергия — *Владимир Поляков RA3AAE*
Радиочастотный ограничитель импульсных помех — *Виктор Беседин UA9LAQ*
SSB детектор для трансивера — *Владимир Ульянов R3PAS*
Маяк диапазона 160 метров — *Алексей Костюк EW1LN*
Забывтый диапазон — *Виталий Тюрин UA3AJ0*
Новости науки. **Радио-Юмор**

Главный редактор — *Владимир Поляков RA3AAE*
Редколлегия: *Владислав Евстратов RX3ALL, Дмитрий Горох UR4MCK,*
Владислав Жигалов R2DNN, Михаил Паршиков RK3FW

© Клуб RU-QRP

Клубные новости

Владислав Евстратов RX3ALL

Здравствуйтесь, уважаемые читатели!

Главным событием этого лета стал, конечно же, Слёт Клуба, проведенный на Оке, в том же месте, что и в позапрошлом году. Напомним, что прошлым летом Слет не проводили из-за эпидемии коронавируса. В этом году Слёт состоялся несколько раньше: с 9 по 11 июля, из-за опасений, что снова будет объявлен карантин и Слёт опять придется отменить – эпидемия нарастала. Мероприятие совместили с соревнованиями [«Русское Поле»](#).

Слёт прошел вполне успешно и лучше всего о нем рассказывают сами участники, выложившие свои впечатления на [форуме](#) клубного сайта.

R3PAS: Всем привет! Вчера впервые приехал на слет. Жаль, что был несколько часов. Сбылась мечта – познакомиться и пожать руку Тимофеичу!!! Проверил работу TX-500 в полях и сравнили его с Xiegu. Об этом думаю еще будет отдельно здесь все описано. К следующему слету буду готовиться более основательно. Спасибо организаторам за слет!!!



R2ATQ: Всем здравствовать! Тоже посетил это замечательное мероприятие. К сожалению, не так долго, как хотелось бы, но впечатления самые приятные и незабываемые. Большое спасибо всем организаторам и участникам за невероятно комфортную обстановку и новые знакомства! 88/72!

R2DNN: Это было очень позитивно, я наобщался наверное на год вперед. Как агент парагвайской разведки, вчера отсмотрел записанный видеоматериал (фото практически не снимал). Теперь думаю над длительностью и форматом. То ли документальное кино, то ли многочасовой сериал, то ли тик-ток видео, но что-то обязательно получится.



RX3PR: Вот только спустя сутки после приезда получилось написать несколько слов. Были очень счастливы повидаться со всеми. Приехало несколько "новеньких" и это здорово. В следующий раз уже встретимся как старые друзья. Общение 3 дня проходило в дружеской обстановке. Солнышко давало жару, палило нещадно. Но близость реки здорово выручала, купание бодрило. Приняли активное участие в "Русском поле". Моя позиция соответствовала названию, находился на убранном поле. 😊

Небольшая посадка укрывала от зноя, первое время. Потом солнышко вошло в зенит и стало тяжело. До конца не доработал. Но это всего лишь игра, для удовольствия. Да и, честно говоря, хотелось поскорее вернуться на поляну к друзьям.



Ближе к вечеру Владимир Тимофеевич прочел интересную лекцию. Всегда интересно слушать вещи, которые доносят простым и доступным языком. Даже людям и далеким от Радио.

Ну, что еще написать? Слет прошел замечательно. Пообщались от души на многие темы. Еще хотелось бы поблагодарить двух человек. Это Влад RX3ALL – главный организатор, приложивший немало усилий чтобы слет состоялся, и приезжающим было максимально удобно и комфортно. И огромное спасибо моей супруге Тамаре UA3PTV, все это время кормившей нас разнообразно и вкусно, с утра и до вечера. По такой жаре, готовка давалась нелегко. Был чертовски рад всем пожать крепко руку. Огромное СПАСИБО!!! 73! 72!

RX3ALL: Как и обещал, выкладываю часть фотографий со Слёта. Моя позиция в "Русском Поле". Немного спасала в жару только тень от машины и... Ока!:



По Есенинским местам с Владом R2DNN и Владимиром Тимофеевичем RA3AAE:



Общая фотография участников Слёта



Погода стояла жаркая. Спасались регулярными заплывами в Оке, вода в которой была очень тёплая. В общей сложности насчитал 17 участников Слёта, так как постоянно кто-то уезжал, и кто-то приезжал: Слёт был очень динамичен и насыщен интересным общением. Вечерами все вместе собирались у костра и разговаривали обо всём на свете до рассвета.

В первую ночь наблюдали серебристые облака. Не такие красивые, как довелось наблюдать мне накануне, но всё же очень впечатляющие. Кстати, днём была открыта "десятка" и в этот же вечер наблюдалось отличное прохождение на Южную Америку: станция из Чили гремела глубоко за полночь.

Видео очень интересного доклада Владимира Тимофеевича постараюсь смонтировать в выходные дни и выложить на Ютуб. Мы с Владом R2DNN и Владимиром Тимофеевичем уезжали последними и оставили место нашей стоянки в первозданном виде. Всем огромное спасибо за участие!

Огромное спасибо всем вам за оказанную помощь в организации Слёта! Огромное спасибо нашей заботушке и кормилице Тамаре Кудрявцевой UA3PTV: утренний свежемолотый кофе, как в лучших домах Европы, сытные каши, блинчики со сметанкой, яйца под майонезом, свежие салатки, вкуснейшие походные щи и макаронки с тушёной, поедались моментально – было очень вкусно! Без неё мы бы отощали 😊.

Тамара, огромное тебе СПАСИБО и низайший поклон от всех нас!

RV3DSA: Огромную благодарность за проведённый Слёт 2021 и теплую встречу друзей я, наряду с остальными, хочу выразить организаторам!!!

В моём случае, стечение разного рода обстоятельств, до последнего державших в непонятности даже меня, но по итогу успешно реализованных, и мне подарили возможность в пятницу ночью примчаться на берег реки Оки, где меня уже встречали и сопровождали к месту моргающие "маячки" Влада и компании.

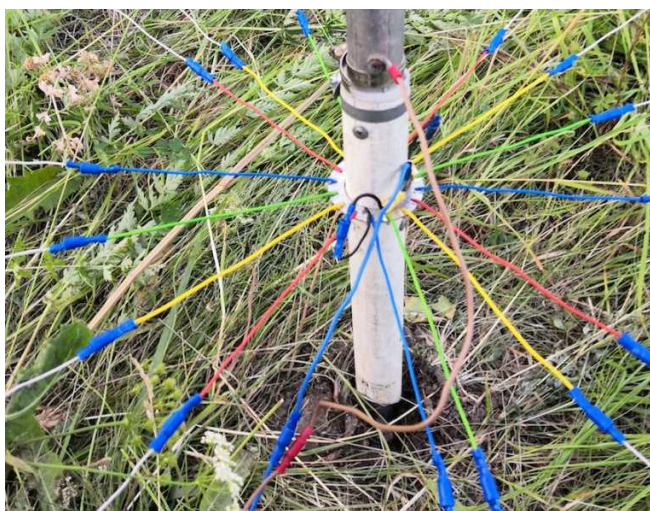
Погода в ЦФО конечно "на любителя"... (в такие моменты хочется обратно к морюшку). Однако близость водоёма и небольшая прибрежная лесопосадка спасали нас в дневное время от изнуряющих лучей июльского солнца...

А прошедший в завершении лекции Владимира Тимофеевича дождь, вообще стал кульминацией всего мероприятия, ибо природа, как бы сжалившись над нами, дала возможность субботний вечер и ночь провести с комфортом, и хорошо отдохнуть перед воскресным разъездным днём.

Непомерная благодарность Владимиру Тимофеевичу за, как всегда, интересный материал и пищу для размышлений, а также Владу за то, что вместе с Владимиром Тимофеевичем приютил меня на ночлег в свою прекрасную комфортную палатку. Всех рад повидать, до встречи в следующем году!

72&73! rv3dsa (ub0l) Владивосток-Москва-Звездный городок-Луховицы-Дединово.

«Шэк» **Ильи RV3DDK**, его вертикальная антенна и место подключения радиалов.



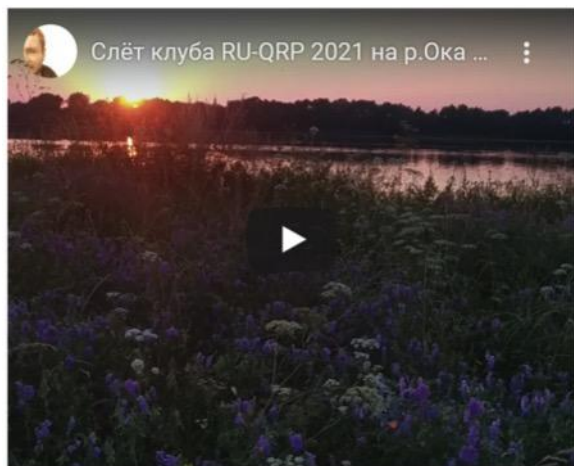
Сергей Белоусов R2GCZ прислал видео, снятое на Слёте. На заставке «шэк» Валерия RW3AI. Другой фильм-интервью о современной КВ аппаратуре.



Влад R2DNN совершенно независимо снял собственный фильм о Слёте.

Он привез, наверное, пол рюкзака различных своих самоделок, начиная с приемника прямого преобразования с петлевой антенной, вешаемой на плечи, до

серии QRP трансиверов «Полевик». Все участники Слёта с большим интересом их рассматривали, слушали, обсуждали....



Самым долгожданным и самым обсуждаемым трансивером на Слёте стал трансивер TX-500, разработанный отечественной компанией LAB599. Этих трансиверов на Слёте оказалось две штуки. Первый трансивер привёз Сергей RV3DSA/0. Второй – Владимир R3PAS. Трансиверы тут же пошли по рукам. Всех восхищал великолепный дизайн и продуманное исполнение TX-500-го, а также тот факт, что этот трансивер является отечественной разработкой. Сравнили работу TX-500 и трансивера G90 китайской фирмы Xiegu, на одну антенну. Оба эти трансивера построены по одинаковой архитектуре. Впечатления от сравнения работы этих трансиверов у участников Слёта были неоднозначными. Более подробно о сравнении этих трансиверов, впечатления участников Слёта о нём, а также подробные впечатления владельцев трансиверов, [вы можете почитать на форуме RU-QRP Клуба в теме, посвящённой этому трансиверу.](#)



В завершении программы Слёта Владимир Тимофеевич Поляков RA3AAE сделал доклад на тему «Как передаётся энергия». Доклад вызвал огромный интерес и очень оживлённое обсуждение, в том числе и на форуме Клубного сайта. Видео доклада Владимира Тимофеевича вы можете посмотреть по ссылке под изображением.

По вполне объективным причинам, не все смогли приехать на Слёт. У некоторых поездка срывалась в самый последний момент. Кто-то смог приехать лишь на несколько часов. Очень надеюсь, что на будущий год пандемия отступит окончательно и у всех всё сложится удачно. До встречи в следующем году!

Дединово — Белоомут — Москва.

Как передается энергия

Доклад на Слёте Клуба RU-QRP «Ока-2021»



Владимир Поляков РА3ААЕ

Я всю жизнь занимался электричеством,
но до сих пор не знаю, что это такое!

Никола Тесла

Господь Бог управляет миром
посредством физических законов.

Исаак Ньютон

Разговаривают два преподавателя:

— Десять лет говорю это студентам, а понять не могу...

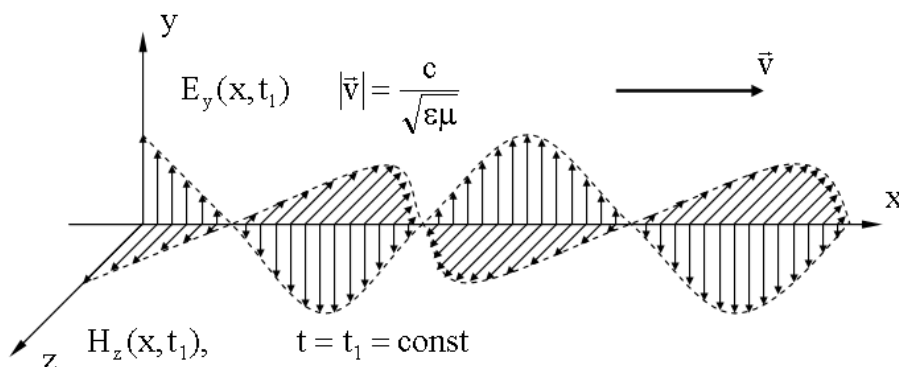
— Сейчас я тебе объясню! — Не надо. Объяснить я и сам могу.

Мне это понять хочется!

Университетский анекдот

Доклад посвящен физическим принципам и основам передачи электрической энергии. Мы постоянно говорим об излучаемой мощности, о принятой мощности (силе сигнала). Важна именно принятая мощность, а вовсе не напряжение, на входе приемника, и не ток из антенны – их мы можем увеличивать/уменьшать как угодно трансформатором или согласующей цепью, но мощность при этом не меняется, и именно она совершает полезную работу в приемнике. Мощность есть энергия, поступающая в единицу времени, поэтому возможно накопление энергии, например, чтобы выделить слабый сигнал. Итак, радиосвязь технически сводится к передаче энергии, несущей, разумеется, полезную информацию. А энергия передается радиоволнами, или колебаниями электромагнитного поля.

Основным источником энергии на Земле является Солнце – оно питает солнечные батареи, приводит в движение водные воздушные массы, позволяя строить ГЭС и ВЭС, ему мы обязаны запасами угля, нефти и газа для ТЭС, да и вообще жизнью на Земле (см. рис. в заставке). Солнце поставляет нам энергию электромагнитными волнами широчайшего диапазона, от радио до ИК, видимого света, УФ и даже немножко рентгена, возможно и гамма лучей, что можно заметить только на орбите ИСЗ – атмосфера Земли верхнюю часть спектра поглощает. Там, на орбитах, плотность потока мощности составляет 1430 Вт/м^2 (солнечная постоянная). На поверхности Земли в наших широтах эта цифра снижается до около, 600 Вт/м^2 , что тоже весьма немало. Излучение Солнца носит хаотический, шумовой характер, и состоит из бесконечного множества колебаний с разными частотами, амплитудами и поляризациями. Мощности отдельных колебаний при этом складываются. Каждую шумовую компоненту можно изобразить в виде гармонической (синусоидальной) волны, в которой поля E (электрическое) и H (магнитное) перпендикулярны друг другу, и оба поля перпендикулярны направлению распространения волны со скоростью v . Такие же волны излучают и радиостанции, работающие на фиксированной частоте.



Плотность потока мощности электромагнитной волны (вектор Умова-Пойнтинга) \mathbf{P} определяется через напряженности полей \mathbf{E} и \mathbf{H} векторным произведением:

$\mathbf{P} = \mathbf{E} \times \mathbf{H}$. Его размерность $\text{В/м} \cdot \text{А/м} = \text{Вт/м}^2$, что и дано для излучения Солнца.

Направление вектора \mathbf{P} определяется по правилу векторного произведения (буравчика): поворачивая рукоятку от \mathbf{E} к \mathbf{H} , смотрим, куда движется правый винт или буравчик. Туда и направлен поток энергии. В данном случае – по оси x .

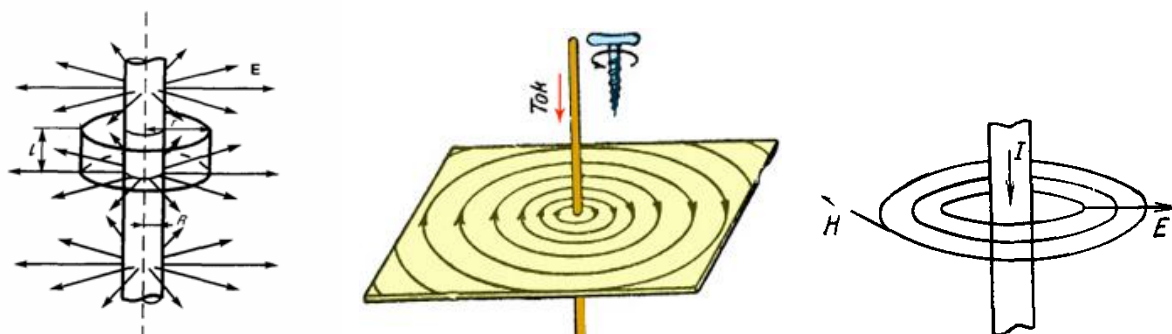
Все это относится к беспроводной передаче энергии. Она плоха тем, что плотность потока \mathbf{P} убывает с расстоянием D по закону $1/D^2$, и тут трудно что-нибудь исправить. Сколько бы ни увеличивали направленность антенны, сужая главный лепесток ее диаграммы направленности и, соответственно, увеличивая выигрыш G , сферическая расходимость луча все равно остается. Об этом говорит и формула радиосвязи, учитывающая потери сигнала на трассе распространения:

$\mathbf{P} = P G / 4\pi D^2$, где P – мощность передатчика, $G = 4\pi S / \lambda^2$, S – площадь антенны.

Чтобы найти мощность, поступающую в приемник, надо полученный поток умножить на действующую (эффективную) площадь приемной антенны. Вот зачем нужны огромные зеркала («тарелки») космических линий связи, спутникового ТВ, радиоастрономических приемников и РЛС дальнего действия.

В силовой энергетике мощность P передают по проводам, и рассчитывают как $P = UI$, где U – напряжение, I – сила тока в нагрузке (эффективные значения).

Посмотрим, что творится вокруг проводов, т. е. какие поля там присутствуют. При этом нам безразлично, на постоянном или переменном токе мы работаем.



Если провод имеет некоторый потенциал (на нем есть напряжение) U , то вокруг него есть электрическое поле \mathbf{E} . Структура его силовых линий напоминает ершик

для мойки бутылок или чистки стволов (рисунок слева). Силовые линии перпендикулярны проводу и расходятся от него равномерно во все стороны. На рисунке виден еще цилиндр, надетый на провод и напоминающий ферритовое кольцо. Он нужен был для расчета напряженности поля по теореме Гаусса, но мы сейчас этим заниматься не будем (есть в учебниках), а перейдем к структуре магнитного поля (средний рисунок).

Магнитные силовые линии есть кольца, надетые на провод. Ближе к проводу они гуще, вдали от провода – реже. Правильно делают, надевая на провод ферритовые кольца, феррит концентрирует силовые линии, увеличивает индуктивность, препятствуя протеканию ВЧ тока. Но заметьте, что везде, в любой точке пространства, вектора \mathbf{E} и \mathbf{H} перпендикулярны! Как и в электромагнитной волне. Это позволяет найти вектор Умова-Пойнтинга \mathbf{P} .

Предлагаю для закрепления пройденного сделать это самим. Изобразите вектора \mathbf{E} и \mathbf{H} из одной точки, и найдите \mathbf{P} . Окажется, что энергия направлена вдоль провода, параллельно ему. Более того, если изменить потенциал провода с положительного на отрицательный, а направление тока на обратное, то направление потока энергии не изменится! Вот почему нам было все равно, постоянный ток, или переменный. Поток пульсирует, но не меняет направления.

Интересно, как изменяется плотность потока энергии с расстоянием от провода r ? Для бесконечно длинного прямого провода напряженности полей ослабевают как $1/r$. Следовательно, плотность потока мощности убывает как $1/r^2$, что говорит о сильной концентрации энергии около самого провода. Казалось бы, можно найти полный поток мощности, переносимый электромагнитным полем около провода, взяв интеграл по площади, от вектора \mathbf{P} (площадь интегрирования показана на рисунке желтым). Однако, такой интеграл расходится. Оно и понятно: а где вы видели уединенный прямой провод, да еще и с током, текущим из ниоткуда в никуда! Надо же знать меру в упрощениях и быть ближе к реальности.

Наше рассмотрение позволяет выдвинуть следующую гипотезу:

Энергия передается не по проводам, а электромагнитным полем вокруг проводов. Провода служат лишь направляющей структурой для поля. Первичные параметры в линии передачи – напряженности полей и их структура, а напряжение и ток – вторичные, следствие первичных.

Любую гипотезу надо доказывать, или хотя бы приводить доводы в ее пользу. Этим теперь и займемся. Мы не откажемся ни от одной формулы из «классической» физики, и, Боже упаси, не будем призывать переписывать учебники. Просто, как и сказано в эпиграфе, «Мне это понять хочется!»

Скорость распространения энергии. Проведем мысленный эксперимент: где-то в Самаре, на Куйбышевской ГЭС включили рубильник, и ток от генератора по воздушной линии побежал в Москву. Через какое время в Москве загорятся лампочки? Другими словами, с какой скоростью распространяется это электрическое возмущение – подача напряжения в линию? Опыт показывает, а «Телеграфные уравнения», выведенные специально для длинных линий (это

отдельная, захватывающая и драматическая история) подтверждают, что со скоростью света, и при длине линии, скажем 1500 км, свет в Москве загорится через 1/200 с, т. е. через 5 мс после замыкания рубильника в Самаре.

Но мы же твердо знаем, что «ток есть направленное движение зарядов», а носителями заряда в металлах являются электроны. Какова же их скорость в металлических проводниках. Делая доклад, я этих цифр не помнил, сказал только, что она значительно меньше скорости света. Приехав домой и посмотрев Википедию – один из авторитетных источников в сети, сам удивился насколько меньше! Цитата из https://ru.wikipedia.org/wiki/Электрический_ток:

Скорость (дрейфовая) направленного движения частиц в проводниках, вызванного внешним полем, зависит от материала проводника, массы и заряда частиц, окружающей температуры, приложенной разности потенциалов и составляет величину, намного меньшую скорости света. За 1 секунду электроны в проводнике перемещаются за счёт упорядоченного движения меньше чем на 0,1 мм [11] — в 20 раз меньше скорости улитки [источник не указан 1700 дней]. Несмотря на это, скорость распространения собственно электрического тока равна скорости света (скорости распространения фронта электромагнитной волны). То есть то место, где электроны изменяют скорость своего движения после изменения напряжения, перемещается со скоростью распространения электромагнитных колебаний.

Формулы для нахождения дрейфовой скорости электронов есть в учебниках физики для ВУЗов, или в сети: <http://electricalschool.info/main/osnovy/1924-skorost-jelektricheskogo-toka.html>

$$\bar{v}_d = \frac{I}{enS}$$
$$n_{\text{для металлов}} = 10^{28} - 10^{29} \text{ м}^{-3}$$

Здесь I – ток, А, n – концентрация электронов (их число в 1 м^3), S – сечение провода, м^2 .

Теперь вернемся непосредственно к электронам.

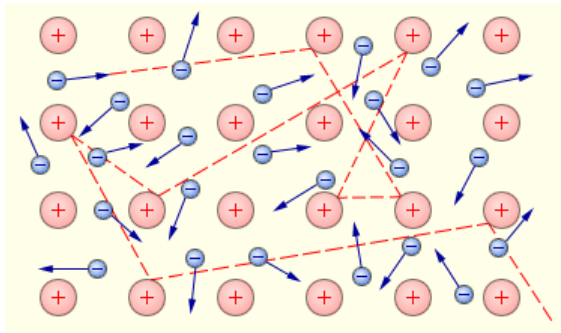
Скорость упорядоченного движения электронов (или других носителей заряда) называют дрейфовой скоростью. Ее электроны приобретают благодаря действию внешнего электрического поля. Если внешнего электрического поля нет, то электроны движутся хаотично внутри проводника лишь в тепловом движении, но направленного тока нет, и следовательно дрейфовая скорость в среднем оказывается равной нулю. Если внешнее электрическое поле приложено к проводнику, то в зависимости от материала проводника, от массы и заряда носителей заряда, от температуры, от разности потенциалов, – носители заряда придут в движение, но скорость этого движения будет существенно меньше скорости света, порядка 0,5 мм в секунду для медного проводника с поперечным сечением 1 мм^2 , при токе в несколько ампер.

Выходит, чтобы электрону из Самары доползти до Москвы, нужны долгие годы. Это при постоянном токе. А при переменном, даже с низкой частотой 50 Гц, электроны в проводах вообще никуда не сдвинутся, а придут в колебательное движение, дрейфуя вперед-назад на какие-то микроны. Но в цитатах ведь ясно сказано, что движения электронов в проводниках вызвано внешним полем, а оно

зажигает лампочки сразу после замыкания рубильника, и счетчики в квартирах начинают крутиться сразу, считая киловатты энергии, принесённой полем.

Электроны участвуют в деле, но уже в нити накала лампочек. Поле отдает им энергию, приводя в движение, а они тут же отдают эту энергию атомам кристаллической решетки нити, что увеличивает общую энергию теплового движения. А следовательно, и температуру нити – она светится. То же самое происходит и в проводах, но их сечение выбирают так, чтобы нагрев не превышал допустимого. Законы Ома и Джоуля-Ленца несокрушимы, напомним:

$$U = I \cdot R, \quad P = U \cdot I = U^2 / R = I^2 \cdot R, \quad Q = P \cdot t, \text{ где } Q \text{ – теплота, } t \text{ – время.}$$



Кстати, хаотическое тепловое движение электронов, как и любых частиц, существует всегда, и его энергия определяется абсолютной температурой T .

Скорость теплового движения электронов найти несложно:

$$v = \sqrt{\frac{3kT}{m_e}}$$

Здесь k – постоянная Больцмана, $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К, m_e – масса электрона, равная $9 \cdot 10^{-31}$ кг. Полученную скорость называют тепловой скоростью электронов. При комнатной температуре 20°C она достигает 120 км/с, но заметного тока не создает из-за хаотичности, проявляясь как шум во входных цепях приемников.

Поверхностный, или скин-эффект. По определению той же Википедии это эффект уменьшения амплитуды электромагнитных волн по мере их проникновения вглубь проводящей среды. В результате этого эффекта, например, переменный ток высокой частоты при протекании по проводнику распределяется не равномерно по сечению, а преимущественно в поверхностном слое.

Для расчёта толщины скин-слоя в металле можно использовать формулу, на следующем рисунке. Для меди на частоте 50 Гц она равна примерно 9,32 мм.

$$e = \frac{1}{\sqrt{\pi \cdot \mu_0 \cdot \mu_r \cdot f \cdot \sigma}}$$

где e – глубина проникновения (м);
 μ_0 – магнитная проницаемость вакуума;
 μ_r – относительная магнитная проницаемость материала (безразмерная);
 σ – проводимость материала ($\text{Ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$)
 f – частота переменного тока (Гц)

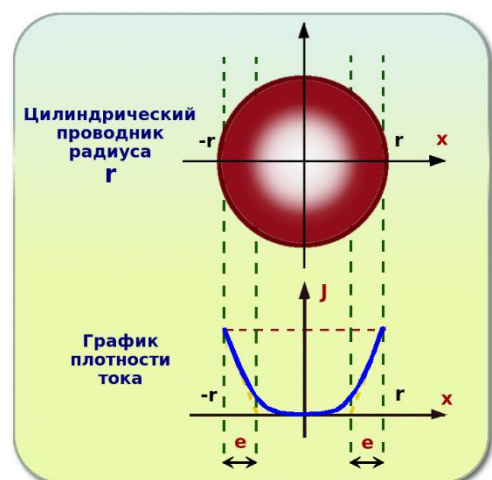
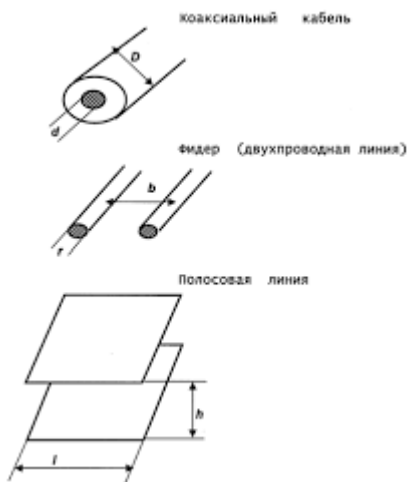


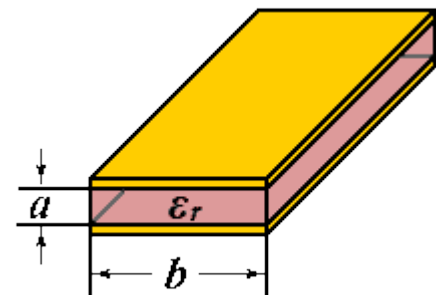
Рисунок я скопировал за красоту, но надо заметить, что обозначение толщины слоя буквой ϵ крайне неудачно (обычно используют d или δ), а ϵ – это основание натуральных логарифмов, и именно в ϵ раз ослабевает поле на толщине скин-слоя. Закон убывания поля и плотности тока – экспоненциальный.

Выводят эту формулу в разных курсах наук по-разному – в электротехнике через законы электромагнитной индукции, в электродинамике и распространении радиоволн – через комплексную диэлектрическую проницаемость среды. Результат одинаков: с повышением частоты и проводимости среды толщина скин-слоя уменьшается. Идеальный проводник, у которого удельное сопротивление нулевое, а проводимость (обратная величина) бесконечна, вообще не пускает в себя электромагнитное поле, поскольку толщина скин-слоя равна нулю! Начинается череда парадоксов: хотим уменьшить потери, увеличиваем проводимость, а поле и ток из линии вытесняются – нет тока, и нет потерь! А энергия-то как распространяется? Поля-то в проводах нет, и нечему там двигать электроны. Выходит, что вне проводов – электромагнитным полем. А идеальный проводник служит лишь идеальной направляющей структурой.

Какие бывают линии передачи? Всем хорошо известно: коаксиальная, двухпроводная, полосковая. Для дальнейших расчетов нам удобнее взять симметричную полосковую линию из двух широких проводящих лент, разделенных воздушным зазором или диэлектриком (цветной рисунок). При $a \ll b$ поля в ней однородные, и нам не придется брать интегралов.

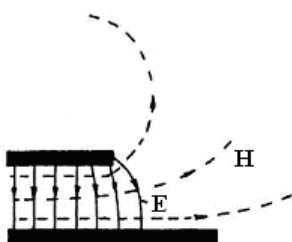


Пусть напряжение между лентами U , а ток, текущий по лентам, I . Тогда напряженность E электрического поля будет $E = U/a$, а магнитного $H = I/b$. E будет направлено вертикально, а H – горизонтально между лентами.



Вычислим плотность потока мощности (вектор Умова-Пойнтинга) для электромагнитной волны, распространяющейся между лентами:

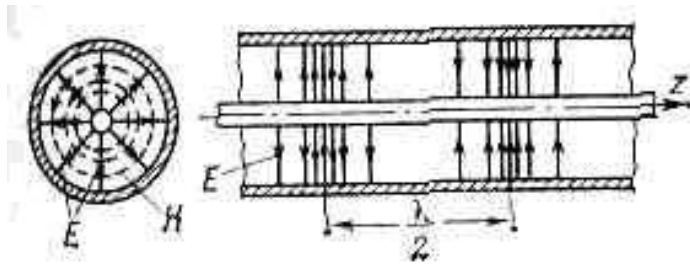
$\Pi = E \cdot H = (U/a)(I/b) = UI/ab = P/S$, где P - передаваемая мощность, S - площадь поперечного сечения линии. Все сошлось, и мы показали, что мощность P передается полями электромагнитной волны между полосками-лентами.



Предвижу возражения, что не учтены краевые эффекты. Но, во-первых, они малы, см. рисунок полей слева, во-вторых, мы их сейчас устраним. Давайте согнем нашу полосковую линию вдоль продольной оси в трубу, так же, как изготавливают трубы из полосы металла с продольным сварным швом. Края полосков сойдутся, и

мы получим коаксиал с радиусом внутренней трубы (жилы), почти равным диаметру внешней трубы (оплетки). Волновое сопротивление такого коаксиала будет низким, но нам это неважно – все соотношения и вывод останутся прежними, а краевых эффектов не будет. Все поля окажутся заключены между двумя трубами, внешней и внутренней, а середина внутренней трубы нам не нужна (скин-эффект работает), и может быть пустой.

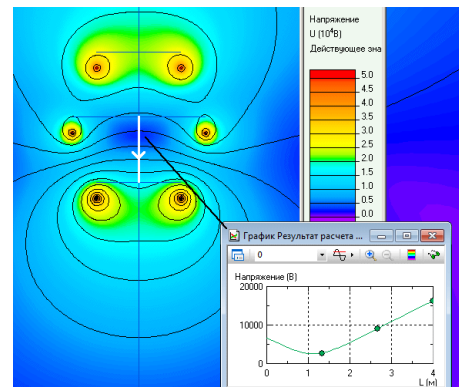
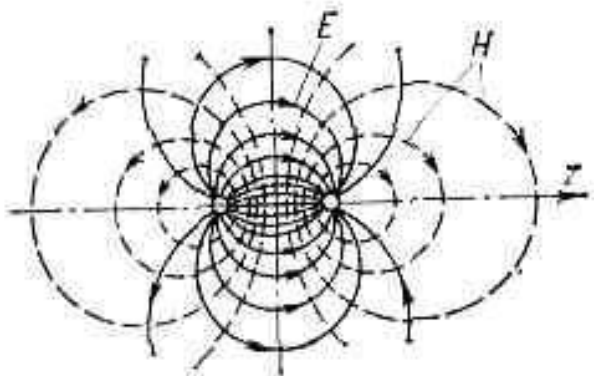
Но если наш вывод верен для коаксиала с толстым внутренним проводником, то он верен и для любого коаксиала с тонкой жилой, ведь структура поля там такая же.



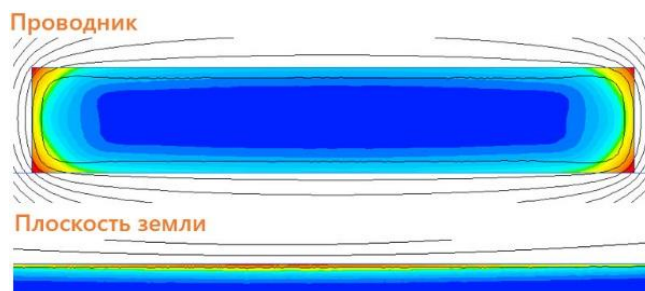
Мне удалось решить и эту задачу математически строго, найдя полный поток мощности электромагнитной волны в виде интеграла по поперечному сечению коаксиального кабеля. Поскольку оно конечно, интеграл

здесь сходится, и передаваемая полем мощность оказалась равной $P = UI$.

С двухпроводной линией все гораздо сложнее, поскольку структура полей в этом случае весьма замысловата, и ее трудно описать аналитическими функциями.



На рисунке слева показаны силовые линии полей двухпроводной линии: сплошными линиями – электрического E , штриховыми – магнитного H . Напряженности полей пропорциональны густоте силовых линий. Рассчитать сложные поля и наглядно посмотреть их структуру помогает компьютерное моделирование, и такие программы уже есть. Для примера на рисунке справа показан результат моделирования магнитного поля шести проводной (очевидно, высоковольтной) линии. Ясно видна концентрация полей, а следовательно, и потока энергии около проводов.

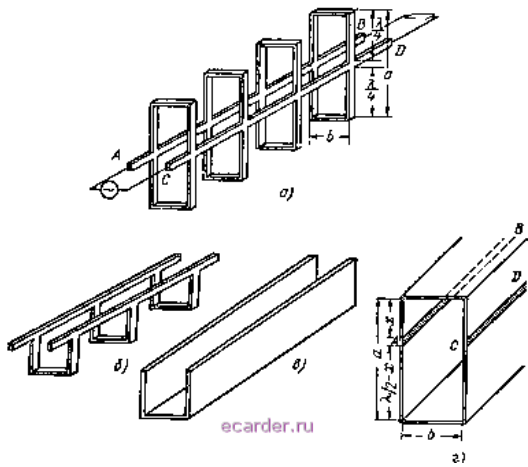


Еще интереснее моделирование магнитного поля печатного проводника с током (рисунок заимствован с сайта <https://emc-e.ru/sapr/elcut/>). На рисунке показаны силовые линии магнитного поля, а цветом – его напряженность.

В толще проводника поля нет – проявляется скин-эффект. Зато на краях полоска, а особенно на его острых углах, поле максимально. Все хорошо знают, что

электрическое поле концентрируется на иглах, острых предметах, выступах, макушках мачт и т. п. Оказываются, подобный эффект есть и для магнитного поля.

Волноводы и антенны. Помню, как давным-давно меня восхитила идея трансформации двухпроводной линии в металлический волновод, изложенная в учебнике Г. Б. Белоцерковского «Антенны». В сети нашлась соответствующая картинка: <http://www.ecarder.ru/ecazi/otrasl/120/index.pl>



Сначала цитата: «Волноводом называется металлическая труба или диэлектрический стержень, предназначенные для передачи электромагнитной энергии. Чаще всего применяются металлические волноводы прямоугольного и круглого сечения... Внутренняя поверхность металлических волноводов обладает высокой проводимостью». Ее полируют и серебрят.

Суть же трансформации в следующем: четвертьволновые шлейфы, подключенные к линии (а), не нарушают ее работы, поскольку имеют бесконечное входное сопротивление. Подключим их много, и заменим металлическим коробом (б-в). Приставим к линии короб и с другой стороны – получим волновод. Его размер **a** должен быть равен или больше половины длины волны. На размер **b** ограничений нет, но от него зависит волновое сопротивление. Это относится к основному типу волны H_{01} . При увеличении размеров трубы могут возбуждаться и другие, высшие типы волн. Индексы показывают число полуволн на поперечном размере волновода, а название **H** указывает на наличие продольной компоненты поля **H**. Теория волноводов выходит за рамки нашего доклада, но их создатели никогда не сомневались в том, что энергия в них переносится полем.

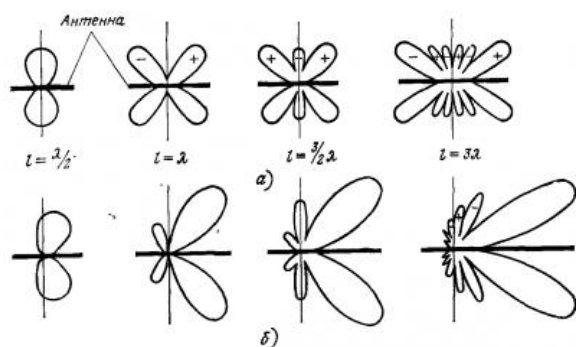


Открытый конец волновода неплохо излучает, но резкий переход к свободному пространству вызывает отражения и КСВ портится. Для согласования используют рупорные антенны, одновременно они дают и направленное излучение. Но размеры рупоров достигают, как минимум, нескольких длин волн.

Хороший рупор должен быть длинным, чтобы путь волны до раскрыва по оси рупора и вдоль его стенок отличался менее чем на $\lambda/4$, а лучше $\lambda/8$. Это обеспечивает синфазность поля раскрыва, улучшая и согласование, и диаграмму направленности, Рупор широкополосен, поскольку в нем нет резонансных элементов. Энергия передается бегущей волной из волновода в рупор и далее в свободное пространство.

На КВ широко используют проволочные резонансные антенны. В них длина провода кратна целому числу полуволн (полуволновый вибратор, гармониковая антенна). На резонансной частоте в них устанавливается стоячая волна, и

реактивная компонента входного сопротивления обращается в нуль, поскольку волны, отраженные от концов провода, синфазны с волнами, возбуждающими



провод в точке питания. С увеличением длины провода главные лепестки диаграммы направленности все теснее прижимаются к проводу. Антенна перестает излучать в поперечном к проводу направлении и излучает вдоль провода.

Объясняется это тем, что излучения отдельных полуволн с противоположно направленными токами (и полями) взаимно компенсируются. Стоячую волну можно представить суммой двух волн, бегущих в противоположных направлениях. Отсюда и двунаправленность.

Гарольд Бевередж устранил двунаправленность (еще во времена Первой Мировой войны) простым и очевидным путем – он разместил генератор на одном конце провода, а согласованную нагрузку на другом. Вдоль провода побежала только одна волна, и ДН стала однонаправленной, а антенна – широкополосной (нижний ряд ДН на рисунке). Платой за такие достоинства оказался низкий КПД. Большая часть мощности передатчика не излучается, а поглощается в нагрузке.

Теория антенн говорит, что общая ДН формируется перемножением ДН отдельных излучателей и «множителя решетки», или ДН совокупности изотропных (всенаправленных) излучателей, расположенных так же, как в реальной антенне. Разбив длинный провод на короткие отрезки (диполи Герца), мы получим решетку излучателей. Кстати, именно так делает и программа MMANA. ДН отдельного излучателя такая, как на рисунке слева вверху, а множителя решетки такая, как справа внизу. При неограниченном удлинении провода лепесток ДН прижимается к проводу, но антенна перестает излучать, поскольку ее элементы вдоль оси не излучают! Провод оказался направляющей структурой, несущей энергию в виде электромагнитных полей к нагрузке.

Подтверждением сказанного служат и линии Губо, и мысли, высказанные Константином Павловичем Харченко в его статьях недавних лет об антеннах бегущей волны. Волновод или рупор без видимых стенок – это его выражение.

Источники и потребители. С гальваническими элементами и аккумуляторами все довольно просто: химические реакции создают межмолекулярные электрические поля, которые вдоль проводников внутри батарейки передаются на клеммы и создают ЭДС, указанную на этикетке, например 1,5 или 12 В. Присоединяем к клеммам внешние провода, и вокруг них возникает электромагнитное поле, передающее энергию в нагрузку. Магнитная компонента появляется при наличии тока в нагрузке, для передачи ЭДС достаточно электрической компоненты.

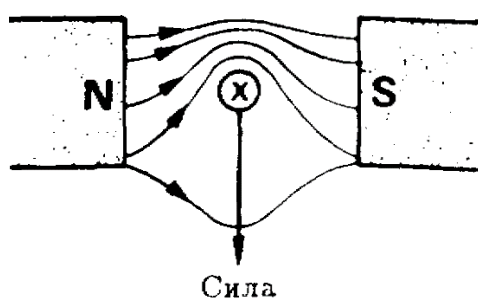
Электрическую энергию можно запасти не только в аккумуляторе, но и в конденсаторе. Но это уж во всех учебниках написано: энергия заряженного

конденсатора заключена в его электрическом поле! Объемная плотность энергии равна $\epsilon\epsilon_0 E^2/2$. Помножим эту величину на объем конденсатора $S \cdot d$ (площадь пластин на расстояние между ними), и получим известную формулу для энергии заряженного конденсатора $CU^2/2$, где $C = \epsilon\epsilon_0 S/d$, а $U = E d$.

Катушка индуктивности тоже запасает энергию в своем магнитном поле, но не надолго – сказываются потери, и энергия короткозамкнутой катушки с током I , равная $LI^2/2$ быстро падает по экспоненциальному закону из-за омических потерь в проводе. Объемная плотность магнитной энергии равна $\mu_0 H^2/2$.

В генераторах на электростанциях механическая энергия турбины совершает работу против магнитных сил между статором и ротором, тем самым увеличивая энергию электромагнитного поля, которое и передается потребителям вдоль проводов ЛЭП. В электромоторах происходит обратный процесс: электромагнитная энергия поля порождает механические силы, вращающие ротор.

То же самое происходит и в стрелочных измерительных приборах – именно взаимодействие полей постоянного магнита и рамки с током вызывает ее поворот и отклонение стрелки. Показателен рисунок суммарного магнитного поля между полюсами постоянного магнита и от провода с током. Когда тока нет, поле



однородное и силовые линии горизонтальны. При наличии тока добавляется магнитное поле вокруг провода. Ток направлен от нас, и на проводе показан крестик – хвост стрелки. По правилу буравчика (одна студентка написала «Буравчика») кольца силовых линий вращаются по часовой стрелке. Над проводом поля магнита и провода складываются, а под проводом –

вычитаются. Так взаимодействие полей магнита и провода порождает механическую силу. Еще Майкл Фарадей пытался объяснить возникновение сил натяжением силовых линий (кстати, он же эти воображаемые линии и предложил).

Монтаж и экранировка. Если я хоть немного убедил вас в справедливости выдвинутой гипотезы, то посмотрите на какое-либо радиотехническое устройство: сколько там проводов или печатных дорожек! И вдоль каждого распространяется энергия, переносящая сигналы, питание и еще много всякого... Сколько же там электромагнитных полей, сильных, слабых, и совсем слабых, еще и шумовых. Повидимому, так оно и есть, иначе откуда же берутся паразитные связи и наводки? Неправильный монтаж может сделать хорошее устройство полностью неработоспособным, и тому есть масса примеров. Рассказывать о них не хватит ни времени, ни объема журнала. Есть правила монтажа, накопленные десятилетиями. Никому ведь не придет в голову разместить выходной провод усилителя в одном жгуте со входным!

Очень помогает экранировка. Гибкая оплетка превращает провод в коаксиальный кабель, из которого поле не выходит наружу, за оплетку, которую, естественно, заземляют. Раньше аппаратуру, даже бытовую, собирали на металлическом

шасси, баллоны радиоламп металлической серии соединяли с шасси, а многих стеклянных ламп – покрывали металлическим напылением, и от него тоже делали вывод для соединения с шасси. Катушки контуров обязательно были в экранах. В немецкой военной радиоаппаратуре вообще использовали литые шасси с фигурными отсеками и каждый отсек имел крышку на винтах.

Проблема в проводах, которые должны входить и выходить из экранированного отсека. Если провод просто проходит сквозь отверстие экрана, то это не мешает электромагнитной энергии, текущей вокруг провода, просочиться сквозь зазор между проводом и краями отверстия в экране. Просто в зазоре возрастет электрическое поле $E = U/a$, где U – напряжение на проводе, a – ширина зазора. Уменьшаем зазор, возрастает поле, и энергия все равно проходит. Если же



перемкнуть провод с экраном, то будет короткое замыкание, энергия отразится и наружу не выйдет. Отличное изобретение – проходной конденсатор, являющийся изолятором для постоянного тока и коротким замыканием для высокочастотных полей.

Заключение. То, что здесь написано, заметно отличается от рассказанного на Слёте. Но главная идея осталась прежней и неизменной.

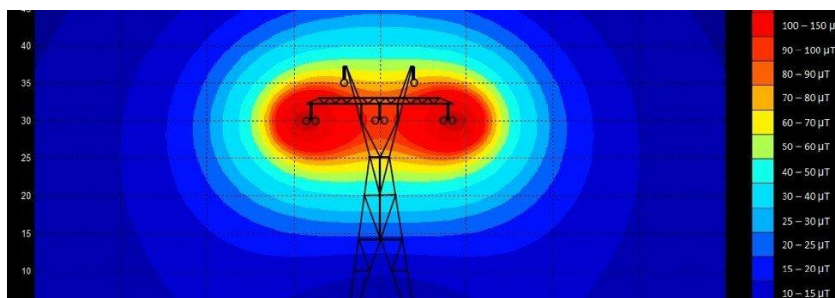
Энергия распространяется не по проводам, а электромагнитным полем вокруг проводов, которые служат направляющими структурами.

В проводах же возникают потери, потому что поле вызывает в них ток, и от этого они греются. Другие потери возникают из-за несовершенства изоляции, коронных разрядов в воздухе. и из-за токов, наведенных полем в окрестных предметах и средах. Есть и потери на излучение, но на промышленной частоте 50 Гц (длина волны 6000 км) они невелики.

Доклад вызвал немалый интерес и на Слете, и впоследствии, но пока никаких серьезных возражений и контраргументов не предъявлено и, я надеюсь, что выдвинутую гипотезу скоро можно будет считать теорией.

Независимо от того, понравилась вам изложенная идея, или нет, вы можете пользоваться старыми формулами для расчетов – они проверены временем и практикой. Используют же в морской навигации астрономическую систему Птолемея, где Земля – центр Вселенной, а все светила вертятся вокруг нее.

Только глядя на высоковольтную ЛЭП, представляйте широкую реку энергии, текущей вдоль нее с огромной скоростью света. Как-то вот так...



10.07. — 16.08.2021

Белоомут – Москва

Радиочастотный ограничитель импульсных помех

Виктор Беседин UA9LAQ

Для работы в эфире в условиях сильных импульсных помех (ИП), проникающих через антенный вход радиоприёмного устройства (РПУ), применяют различные по принципу действия устройства: запирающие (отключающие) тракт приёмника или его часть (УПЧ, УЗЧ) на период действия ИП, и компенсирующие помеху фазовым методом с использованием элементов задержки сигнала в прямом тракте. Можно, в крайнем случае, применить и ограничитель ИП. Именно так и поступил автор в ситуации, когда приёму слабых сигналов на УКВ стали мешать флуктуации электромагнитного поля вблизи силовой магистральной подстанции высоковольтной ЛЭП, находящейся (примерно) в километре по азимуту, с которого приходят отражённые «авроральные» сигналы. Несмотря на то, что такие сигналы лишены тональной окраски (напоминают звук при выпуске перегретого пара), спектр их отличается от спектра помех, создаваемых ЛЭП при прохождении по ним тока, а также от спектра статических высоковольтных разрядов в воздухе, и могут быть обнаружены при их уровне равном или даже ниже порога упомянутых ИП, при условии понижения этого порога и его стабильности. Описываемый в данной статье РЧ ограничитель призван выполнить эти условия.

Схема устройства поступила ко мне в своё время в перечерченном от руки виде от одного из многочисленных моих корреспондентов, с которыми я проводил эксперименты по радиосвязи на двухметровом диапазоне. Предположительно, схема была взята из статьи с названием «The Solid-State 28 MHz Noise Blanker», однако проведённые мной поиски первоисточника результата не дали. Немного модернизировав схему устройства, я изготовил его в виде отдельного блока, который включил между выходом приёмной части трансвертерной приставки диапазона 144-146 МГц и входом приёмника трансивера UW3DI (ламповый модернизированный вариант), ограничитель работал в диапазоне 14 МГц (блок-схема приведена на рис.1).

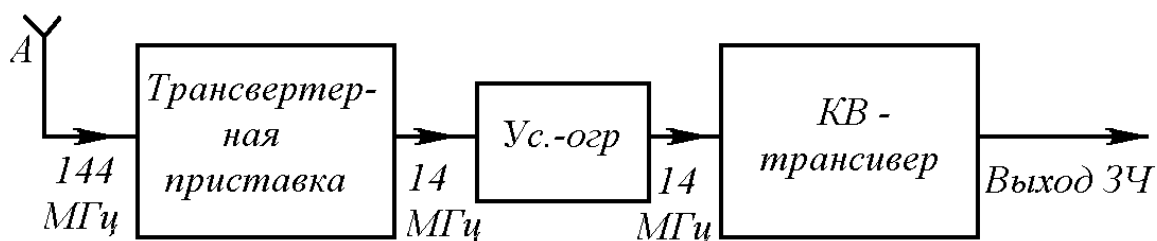


Рис. 1. Блок – схема комбинированного РПУ с использованием усилителя – ограничителя для приёма сигналов в диапазоне 144...146 МГц

РЧ ограничитель состоит из 3-х каскадного малошумящего резонансного усилителя с большим (регулируемым) коэффициентом усиления. На выходе усилителя установлен двухсторонний диодный ограничитель с низким порогом ограничения и последующий фильтр, устраняющий продукты ограничения.

Причём роль фильтра выполняют входные контура приёмника трансивера, следующего за ограничителем. Тому же способствует и слабая связь между ними.

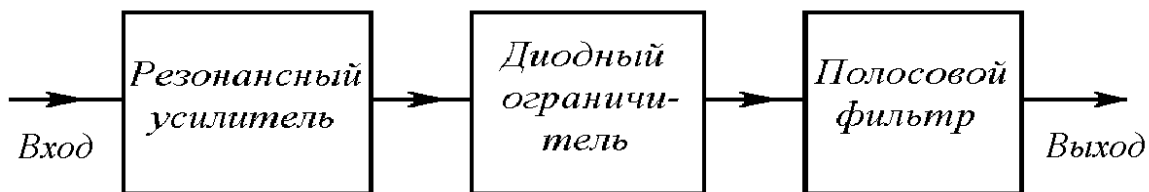


Рис. 2. Блок – схема РЧ усилителя – ограничителя

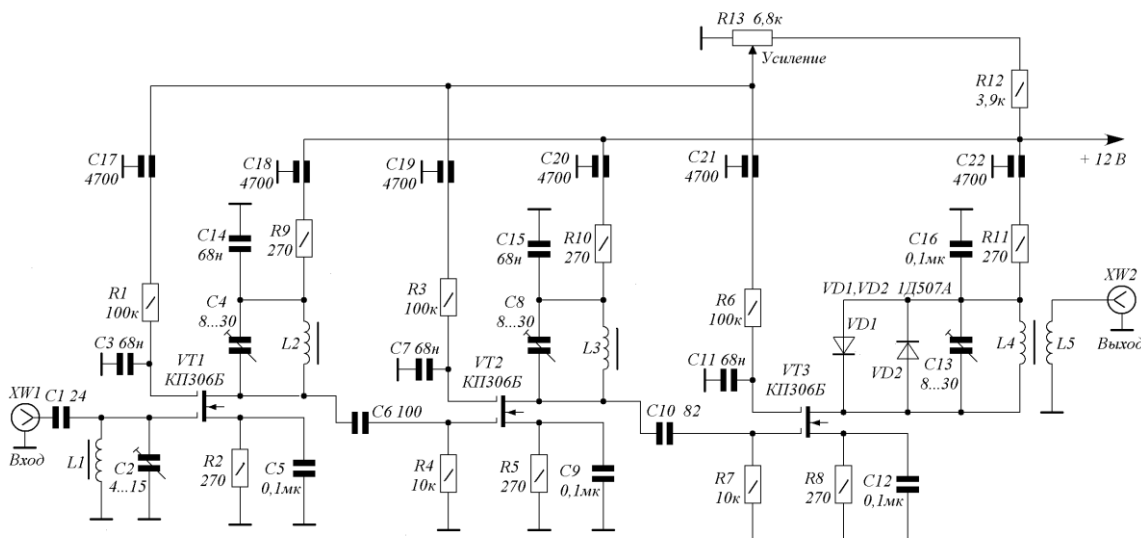


Рис. 3. РЧ усилитель – ограничитель. Схема принципиальная электрическая

Принципиальная схема РЧ усилителя–ограничителя (УО) приведена на рис.3. Входной сигнал в диапазоне 14 МГц, поражённый импульсной помехой, из приёмной части трансвертерной приставки поступает на РЧ розетку XW1. Разделительный конденсатор С1 малой ёмкости вместе с ёмкостью соединительного кабеля «трансвертер – УО» образуют делитель напряжения, способствующий согласованию низкого выходного импеданса приставки с более высоким входным импедансом РЧ - ограничителя. Отфильтрованный параллельным резонансным контуром L1C2, сигнал поступает на первый затвор полевого транзистора VT1 и усиливается им. Затем сигнал фильтруется контуром L2C4 в стоковой цепи VT1 и через разделительный конденсатор С6 поступает на вход следующего усилительного каскада, идентичного первому (за исключением наличия в нём резистора утечки в цепи первого затвора VT2, что обусловлено применением ёмкостной связи между каскадами). Усиленный в VT2 сигнал выделяется на его нагрузке – контуре L3C8 и через разделительный конденсатор С10 подаётся на вход третьего каскада, также идентичного предыдущему (с той разницей, что усиленный в VT3 сигнал выделяется контуром L4C13, параллельно которому включены диоды VD1 и VD2 – это и есть сам ограничитель). Усиленный и ограниченный сигнал через виток связи (катушку L5) поступает на гнездо XW2, и

далее через соединительный кабель – на вход трансивера для дальнейшей обработки. Поскольку вместе с импульсными помехами «подрезается» и полезный сигнал, то для увеличения динамического диапазона РПУ при отсутствии ИП (или малой их интенсивности) целесообразно регулировать порог ограничения. Это осуществляется путём изменения коэффициента передачи резонансного усилителя, т.е. подачей того или иного напряжения смещения на вторые затворы всех ПТ усилителя одновременно с движка потенциометра R13. Резистор R12 является в цепи регулировки ограничительным. Резисторы R2, R5 и R8 в цепях истоков задают режимы работы ПТ по постоянному току. Установленные параллельно им конденсаторы C5, C9, C12 устраняют отрицательную обратную связь в каскадах по РЧ току, снижающую коэффициент усиления (КУ) резонансного усилителя. Поскольку КУ достаточно высок и в полосе 100...200 кГц достигает нескольких тысяч (при установке движка R13 в крайнее правое по схеме положение), то при конструировании УО приняты меры для обеспечения его устойчивости: конструкция цельнометаллическая с навесным монтажом, закрываемым в коробку; входы каскадов отделены от их выходов экранами; сообщение между каскадами производится посредством выводов стоков ПТ, которые пропускаются через отверстия в экранах диаметром 2.5 мм. Цепи питания каскадов и цепи регулировки усиления развязаны с помощью проходных конденсаторов C18...C22 и RC-цепочками: R1C3, R9C14, R3C7, R10C15, R6C11, R11C16. Контурные катушки намотаны на кольцевых ферритовых сердечниках, что обеспечивает им малое поле рассеяния и возможность обойтись без дополнительных экранов, и достаточную добротность при малых размерах. Питание устройства производится стабилизированным напряжением 12 В. Максимальный потребляемый ток не превышает 25...30 мА.

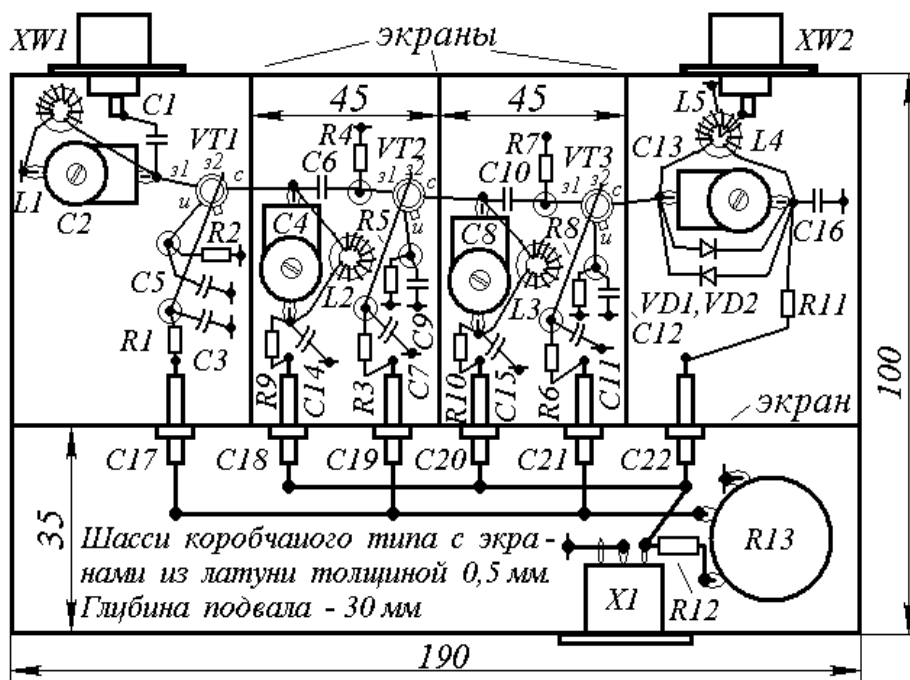


Рис. 4. Эскиз шасси РЧ усилителя-ограничителя

Для работы в ограничителе выбраны германиевые диоды с минимальным прямым сопротивлением переходов. Если есть возможность, желательно подобрать их равными для симметричного ограничения. Наилучшее на что я мог рассчитывать тогда (конец 70-х годов прошлого века) – это на пару выпаянных невесть откуда 1Д507А, вот их и установил. В УО до сих пор исправно работают ПТ КП306Б.

После правильного монтажа с использованием исправных деталей устройство потребует лишь настройки контуров на рабочую частоту. Поскольку в качестве переменной ПЧ я применил диапазон 14 МГц = 144 - 130 МГц, а работать приходилось, в большинстве своём, на частотах близких к CW DX частоте 144050 кГц, что в пересчёте на ПЧ даёт 14050 кГц, то на этой частоте я и настраивал усилитель. Подключив к входу УО генератор (ГСС), а к выходу УО – трансивер, установил движок R13 в положение на треть от заземлённого конца. Подал питание на УО, трансивер и ГСС. На ГСС установил частоту 14050 кГц, добавил такой уровень на выходе, чтобы обнаружить сигнал от ГСС на трансивере.

Затем, уменьшая выход ГСС, попытался настраивать контуры УО вращением роторов подстроечных конденсаторов и подбором витков катушек. Но, не тут-то было! Изрядно намучившись, понял, что дело здесь в недавно приобретённых «высокочастотных» кольцах, которые на поверку оказались изготовленными из материала 100НН и не работали на 14 МГц. Под руку попались «горшки» СБ-1а (серого цвета). Берёг их, да делать нечего, помехи «достали». Аккуратно выломал середину, получились маленькие колечки. Намотал на них по 25 витков провода ПЭЛШО-0.18. Впаял, настроил все каскады УО. Насколько мне помнится, даже диоды от выходного контура УО не отпаивал, так как при слабом сигнале они закрыты и не влияют на АЧХ контура.

Вечером «случилась» «аврора» и УО претерпел экзамен, который с честью выдержал! Без УО сплошная стена помех закрывала диапазон – связь невозможна, а при подключенном УО, по мере увеличения его усиления, всё больше стали выходить из помех сигналы станций. При полном усилении остался лишь мягкий шумок в наушниках и на его фоне прекрасно читающиеся сигналы корреспондентов вплоть до г. Кирова (а это 900 км!). Я остался доволен результатом и впредь исключал УО из приёмного тракта 144 МГц только для эксперимента.

Но, не всё так радужно. В самом принципе подавления импульсных помех методом ограничения заложено ухудшение динамического диапазона РПУ, и тем большее, чем выше коэффициент усиления УО. Попробуйте подключить к входу УО антенну, и Вы сразу почувствуете, что такое – динамический диапазон! Поэтому очень важно использовать УО в союзе с узкополосными входными фильтрами, так как УО защищает от QRN, но не от QRM!

Согласование с трансвертерной приставкой на входе УО можно осуществить и по-другому, вне зависимости от длины соединительного кабеля. Кстати, длина кабеля (РК-75) между концами центральных контактов РЧ-разъемов составила 280 мм. Это согласование достигается путём продёргивания одного-двух витков провода в кольцо входной катушки L1 для осуществления индуктивной связи.

Безусловно, что такое устройство, как УО, было бы более эффективно на входе РПУ (144 МГц), но тут встаёт масса проблем: как обеспечить синхронную перестройку всех высокочастотных контуров (резонаторов) во всём диапазоне принимаемых частот; как обеспечить стабильный высокий коэффициент усиления на УКВ без нейтрализации проходных емкостей транзисторов; где найти быстродействующие диоды для ограничителя; дополнительные органы перестройки сделают устройство неоперативным, а необходимость иметь высокочастотные резонансные системы (а значит покрытые серебром) сделают устройство ещё и дорогим.

При монтаже деталей на шасси использовались контакты на стойках из изоляционного материала (см. рис. 4). «Земляные» пайки осуществлялись непосредственно на шасси, покрытое припоем изнутри. Использовались следующие детали: постоянные резисторы типа МЛТ-0,25, переменный резистор – СП-1, конденсатор С1 – КД, С6 и С10 – КТК, С17...С22 – КТП, подстроечные конденсаторы – КПК-1, остальные – КМ. Катушки L1...L4 содержат по 25 витков провода ПЭЛШО-0,18, L5 – 1 виток ПЭВ-2 0,6 мм, продёрнут в кольцо с L4. Намотка катушек была произведена на средних кольцевых частях чашек сердечников СБ-1а (серого цвета). Позднее обозначение типоразмера этих «горшков» сменили на СБ-12а и изменили материал на хрупкий чёрный и более низкочастотный. Возможна намотка катушек на целой половинке чашки или на ферритовых кольцах диаметром 7...10 мм с проницаемостью 20 и с коррекцией числа витков.

Основные размеры шасси УО указаны на рис. 4. Используя закон симметрии, легко вычислить остальные недостающие размеры. Отверстия для прохода выводов стоков транзисторов в соседние отсеки имеют диаметр 2,5 мм и расположены в центре экранов по высоте на расстоянии 20 мм от стенки с РЧ гнездами. Высота экранов равна глубине подвала шасси, которая составляет 30 мм. При закрывании шасси крышкой она касается всех экранов по всей их длине.

Для подвода питания к УО используется розетка ОНЦ (соединителя СГ-СШ-3) и витая пара провода МГШВ. РЧ розетки могут быть любых типов, например, СР-75-66Ф. Для современной 50-омной техники больше подойдёт BNC. Устройство может быть закреплено с помощью дополнительных припаиваемых к шасси «ушей» на стенке. Например, на боковой поверхности тумбы стола оператора – там, где удобно дотянуться до единственного регулятора порога ограничения – потенциометра R13.

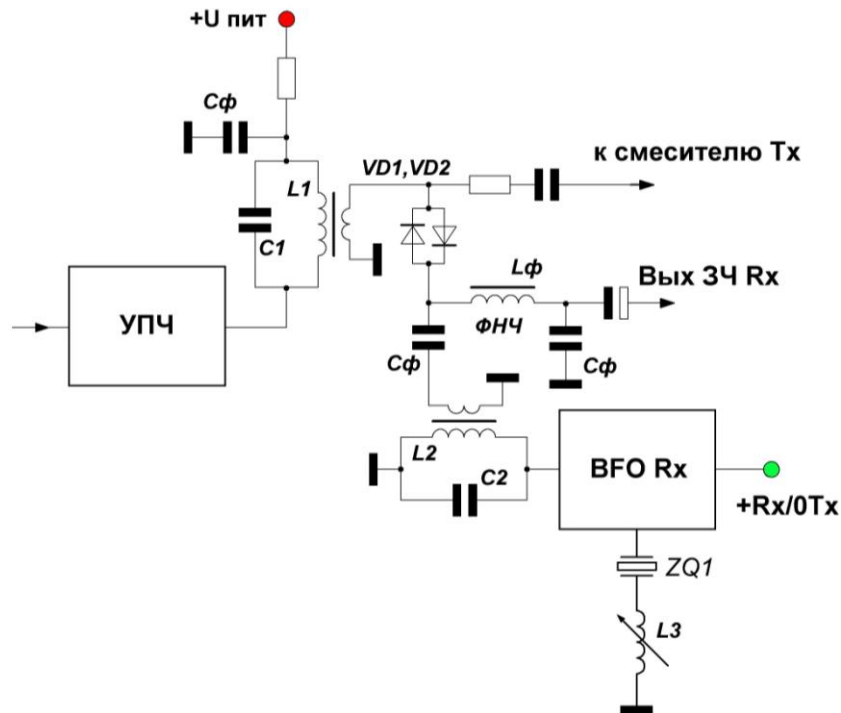
Надеюсь, что и такое устройство со стажем поможет радиолюбителю в благородном деле – охоте за DX на УКВ, в условиях всё возрастающего фона импульсных помех.

73! г. Тюмень

SSB детектор для трансивера.

Владимир Ульянов R3PAS

В классическом исполнении SSB детекторов трансиверов используются детекторы, работающие на основной частоте последней ПЧ. При проектировании малогабаритных (одноплатных) конструкций трансиверов частота ВFO неизбежно попадает в тракт УПЧ. Чтобы снизить это влияние, помогает правильная топология платы и дополнительная экранировка узлов. Для того чтобы снизить «просачивание» частоты ВFO и упростить тракт демодуляции SSB сигнала приемной части, предлагается следующая схема (см. рисунок).



С катушки связи контура L1C1 последнего каскада УПЧ, сигнал поступает на смеситель, выполненный на встречно параллельных диодах VD1 и VD2. Полученный НЧ сигнал отфильтровывается простейшим ФНЧ и поступает на основной УНЧ, АРУ и далее на оконечный УНЧ. Схема этих узлов не приводится. Сигнал с ВFO подается на смеситель через катушку связи контура L2C2. Частоту генератора подстраивают контуром L3, и она ниже частоты ПЧ в два раза, что как раз и снижает «просачивание» частоты ВFO на входную часть УПЧ трансивера. Если DSB сигнал при передаче подавать на вход кварцевого фильтра, то сформированный и усиленный SSB сигнал снимается с катушки связи контура L1C1 и далее поступает на смеситель TRX. При этом ВFO приемника отключается. Если же используется реверсивный УПЧ, то DSB сигнал подается на контур L1C1, при этом на диодах VD1 и VD2 можно будет реализовать клипирование сигнала DSB во время передачи. Во время приема генератор DSB модулятора отключается.

Эта схема была реализована на макете, показала хорошую работоспособность и возможность её применения в малогабаритных конструкциях.

73! г. Тула

Маяк диапазона 160 метров

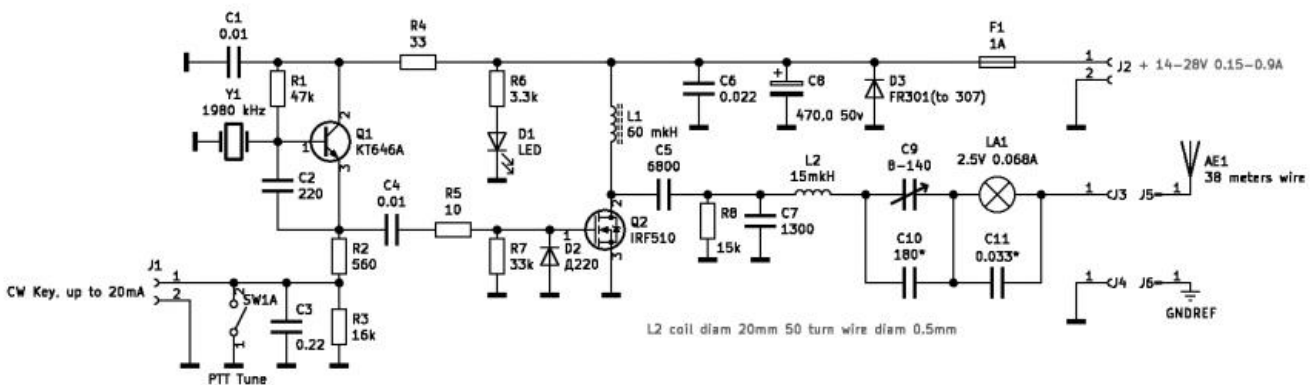
Алексей Костюк EW1LN

Материал взят с форума на клубном сайте:

<http://qrp.ru/forum/15-Маяки/11631-Маяк-EW1OZ-QRP?start=90>

06 сент. 2019. Прошла отладка, переделка и маяк теперь на 1980 кГц. Мощность 8 Ватт. Антенна – полёвка длиной 20 м. Высота подвеса над землёй – 5 м, горизонтально, вокруг дерева (старые тополя огромные, дома и т.д.) К прилагаемой схеме последовательно с антенной подключил дополнительный Г-контур состоящий из катушки на 8.7 мкГн на керамическом каркасе намотанной посеребренным проводом. Дополнительно домотал 2 витка медной проволоки, не хватало индуктивности. КПЕ – воздушный на 150 пФ в среднем положении.

Маяк расположен в Минске. Режим работы – круглые сутки до 16 сентября. Далее – по возможности, примерно 20:00-08:00 МСК.



02 дек 2019. Запущен в тестовом режиме новый маяк 5 ватт на 1974.7 кГц от EW1OZ (минский район)

Также напомним о своём маяке на 1980 кГц, 8 ватт. Антенна: LW 20 м.

Отзыв RA3IM: Алексей, огромное спасибо за информацию и маяк! Молодец! Обязательно буду слушать и доложу по всей форме. Ещё раз, большое спасибо за маяк на 160 метров. Если будет возможность и желание, поставь ещё на 80, 40 и 30 метров. Хорошо бы на 30 метров. Диапазон очень интересный и не забит всякими дачниками в SSB с дикими мощностями.

С уважением, Лев!

Примечание Редакции: это не только маяк, но и хорошо спроектированный QRP телеграфный передатчик на 160-метровый диапазон! Рекомендуем для повторения и дальнейшего усовершенствования.

Забывтый диапазон 160 метров

Виталий Тюрин UA3AJO

История этого радиолюбительского диапазона непростая. В 50-х годах прошлого века он закрывался, в 80-х вновь был открыт. Дипломы на этом диапазоне ценились выше, чем на других из-за сложности их выполнения. Многим радиолюбителям этот диапазон открыл путь в большой эфир.

Мне довелось активно работать на 160 м с 1980-го по 95 год, пока не оборвали мою дельту, которая висела на высоте 60 м. В настоящее время диапазон вновь опустел. Считаю, не заслуженно забыт. Чтобы ответить на вопрос, какие возможности даёт названный диапазон для радиолюбителей Подмосковья в период максимального поглощения земной радиоволны, в конце мая 2021 г. провёл ряд экспериментов с радиолюбителями RA3ABN (р-н Бронницы), RA3AMU (р-н Жилёво) и UA3AJO (р-н Михнево). Время проведения связей в 12.00. Т.о. образовались три трассы с протяженностями 22, 41 и 62 км. На трассе 22 км 5-ю Вт сигнал принимался на 5 баллов; 100 Вт – на 9 баллов. На трассе 41 км 100 Вт сигнал принимался на 5 баллов. 5 Вт связь не состоялась. На трассе 62 км 100 Вт сигнал принимался не более 3-х баллов, на пределе слышимости. Т.о. даже в сезон максимального поглощения, в условиях лесных массивов Подмосковья, 100 Вт можно обеспечить устойчивую, стабильную связь земной радиоволной на трассе протяжённостью около 40 км. Осенью протяжённость рабочей трассы возрастает в 1.5, а зимой – в два раза, что позволит проводить круглые столы в масштабах области, когда на 3.5 МГц зимой образуются «мёртвые зоны», значительно осложняющие проведение двухсторонних связей. В качестве антенн мои корреспонденты использовали полуволновые диполи на высоте 10-12 м. У меня работала четвертьволновая Г-образная антенна на высоте 8 м с хорошим заземлением: 6 сваренных свай, углублённых на 2 м с общей площадью 20 м².

Интересное о работе на горизонтальные антенны

Вряд ли кому придёт в голову работать в эфире в диапазоне 80 метров на горизонтальную низковисящую антенну. Волей же случая некоторое время мне пришлось использовать свой диполь без мачты, и полотно антенны в этом случае провисло до высоты 2-х метров от земли, т.е. ниже уровня садовых деревьев. Согласно мнению многих радиолюбителей, такие антенны имеют низкий КПД, высокий КСВ и максимум излучения в зенит. Но на деле оказалось не всё так просто. Практическая работа на упомянутой мной антенне утром, вечером и ночью, показала следующие результаты по установлению связей. Утром до 500 км RS 57. Вечером от 1000 до 1500 км RS-59. И ночью до 2000 км RS-58, на передатчик мощностью 100 Вт. При проведении ежедневных связей на круглом столе в 09:00 на 3625 кГц, никто из участников и не заметил, что мне приходится работать на такую малоэффективную антенну. Все позиции, с которыми устанавливались связи вечером и ночью, находились от меня в юго-восточном направлении (Донецк, Ставрополь, Дербент), которое соответствовало продольному направлению моего диполя. Это обстоятельство и послужило

импульсом к ответу на вопрос: как же на антенну зенитного излучения удаётся проводить связи средней, и для лета даже дальней протяжённости. По ходу размышлений мне вспомнился материал из [1] где на с. 68, 69 указывается, что горизонтальный вибратор помимо основного горизонтального поляризованного поля, максимум которого создаётся в направлении перпендикулярном оси провода, является так же источником вертикально поляризованного электрического поля, максимального в направлении провода. Вертикально поляризованное поле возникает только за счёт конечной проводимости земли. Сомневающимся рекомендую протестировать.

Итоги летних экспериментов на 160 м в 2021 г

Меня давно интересовал вопрос о предельной надёжной дальности радиосвязи на 160 м при максимально неблагоприятных условиях: жаркое лето, связь исключительно земной радиоволной в дневное время, на трассах с преобладанием лесных массивов. Данные, полученные в таких условиях, могут в дальнейшем служить отправными и иметь важное значение для определения протяжённости трасс в других, более благоприятных условиях. Например, в сезон осени и весны на широтах Москвы и области протяжённость трасс может увеличиться примерно в 1.5 раза, а зимой – в два и более раз. Летом отсутствие на трассе лесных массивов может увеличить протяжённость трассы от 1.5 до 2-х раз. В период с мая по июль 2021 г. довелось провести десятки радиосвязей на 160 м с радиолюбителями Москвы и Подмосковья в различных направлениях и с различными протяжённостями трасс, и различной энергетикой передатчиков. Обязательное условие: использование полноразмерных антенн на диапазон 160 м. Рабочая частота 1870 кГц, вид излучения SSB и CW, время проведения связей 13:00 выбрано не случайно. В ходе проведения экспериментов выяснилось, что в июне - июле на средних широтах вплоть до 11:00 на диапазоне 160 м ещё частично сохраняется ионосферное прохождение. В 13:00 сигнал практически стабилен в течении всего сеанса связи. В итоге многократных экспериментов по установлению предельных протяжённостей трасс, когда ещё сохраняется 100% разбираемость сигнала, получены такие результаты: мощностью 5 Вт дальность связи 20 км, 100 Вт – 40 км, 200 Вт – 60 км.

Вывод: Потери сигнала очевидные, для увеличения дальности связи в два раза мощность передатчика необходимо увеличить в 20 раз.

Замечание: В других регионах с другим характером подстилающей поверхности (лес, степь, тундра, пустыня), а также другими электрическими параметрами почвы или воды, данные по протяжённостям трасс будут другими.

Заключение. Благодарен всем, кто откликнулся и участвовал в экспериментах на 160 м: RA3AMU, RA3ABN, R3CK, RA5BH, RA3AKS, R2ATY.

Литература:

1. В.Е. Кашпровский, Ф.А. Кузубов «Распространение средних радиоволн земным лучом».— М., «Связь»,1971. с.78-84,167.
2. М.П. Долуханов «Распространение радиоволн»,– М., «Связь», 1972.

Новости науки (о нагревных стендах)

«EISCAT» Европейский Союз скинулся (не без настояния «старшего брата») и сейчас в Норвегии на той же площадке Рамфьордмоене строят установку нового поколения. Которая должна вступить в строй примерно в 2021 году.



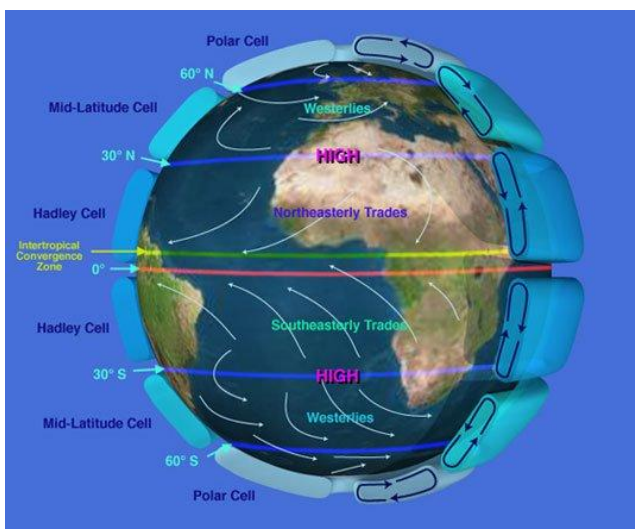
Источник: <https://cont.ws/@InfoOfficer/1838565>

«Сура» – единственный стенд, расположенный в средних широтах. Сравнительно спокойная здешняя ионосфера не позволяет ни «запустить» полярное сияние, ни увидеть многие сложные эффекты. Зато она помогает проводить эксперименты, слишком трудные для бурной ионосферы полярных широт. «С точки зрения физики "Сура" была и остается в одном ряду со всеми крупными станциями мира», – добавляет Владимир Фролов.

Так, именно на «Суре» были открыты колебания нейтральных частиц, которые возникают в ответ на возмущения заряженной плазмы. Получается, что не только ионосфера испытывает влияние атмосферы, но и наоборот – ионосферные ионы способны изменять поведение атмосферных газов. «Современные исследования меняют традиционную концепцию, в рамках которой отдельно рассматривалась атмосфера – тропосфера, мезосфера и т.д., отдельно ионосфера с ее слоями, отдельно магнитосфера, литосфера, биосфера, – говорит Владимир Фролов. – На самом деле все – от верхних слоев атмосферы и до ядра планеты – это единая система, которая определяет существование жизни и цивилизации на Земле».

Источник: <https://www.popmech.ru/science/484221-sovershenno-ne-sekretno-kak-rabotaet-nagrevnoy-stend-sura/>

Радио-юмор



Шутки метеорологов:

Каким будет лето 2021 года в Москве, рассказал синоптик. 31.05.2021. Лето в столице прогнозируется умеренно теплым и с небольшим недобором осадков. В этом году экстремальных погодных сценариев не ожидается. Об этом в понедельник, 31 мая, сообщил ведущий специалист центра "Фобос" Евгений Тишковец. Источник: <https://profile.ru/news/society/kakim-budet-leto-2021-goda-v-moskve-rasskazal-sinoptik-873973/>

Тишковец назвал аномально теплым лето 2021 года в Москве. 29.08.2021. Тишковец также сообщил, что текущее лето станет одним из рекордных за всю историю наблюдений по числу особо опасных стихийных гидрометеорологических явлений. Источник: <https://www.kp.ru/online/news/4418706/>

Золотые слова директора ЦАО Росгидромета: «Если кто попало будет управлять погодой, то как же мы сможем ее предсказывать?» (CQ-QRP #38, с.11)

Нешуточные шутки погоды. Сообщения в СМИ о природных катаклизмах: землетрясения, наводнения, цунами, извержения вулканов, ураганы, тайфуны и штормы, аномальная жара и засуха, торнадо, космические явления, пожары, мы в последнее время наблюдаем всё чаще. Не будем напоминать об ужасном: как сгорела Якутия, утонуло Приморье, в хлам снесены Черноморские курорты и т. д. Сотни тысяч оставались без жилья, электричества, радио и связи. Вот, где пригодилось бы и загубленное дальней радиовещание, и любительские службы!



Фото с сайта <https://cont.ws/@InfoOfficer/1838565>



ФРАЗЫ, ЗА КОТОРЫЕ 30 ЛЕТ НАЗАД МОЖНО БЫЛО ПОПАСТЬ В ДУРДОМ:

- Скинь мне фотки на мыло...
- Я буду в лесу, но ты мне позвони...
- У меня уже рука замёрзла с тобой разговаривать...
- Я случайно стёр "Войну и мир"...
- Я тебе письмо 10 минут назад отправил... Ты его получил?
- Положи мне деньги на трубу...
- Я прокачал своего эльфа...
- Давай подарим ему домашний кинотеатр...
- Да ты на телефоне посчитай...
- Переименуй папку...
- Пока ехал на машине, успел книгу послушать...
- Я телефон дома забыл...
- Я не могу с тобой говорить, ты всё время пропадаешь...



К вопросу о приеме звуковых волн, площади антенн и векторе Умова-Пойнтинга. Фото с сайта <https://pikabu.ru/>

Ошибки при приеме на-слух: — Говорит, что он блох в свитере завел....



Для тех, кто еще не знает: Достоевский Ф.М. - это не радио.



Zasmeshi.Ru

«Кто имеет уши слышать, да услышит!» — *Ев. от Мф. гл. 11, ст. 15.*

CQ-QRP # 75