

## АНТЕННА «ВОЛНОВОЙ КАНАЛ» 9 ЭЛ. НА 430 МГц.

г. Пенза

RK4FX

Данный технический материал рассчитан на радиолюбителей, которые не имеют опыта или не в полной мере имеют опыт по изготовлению, настройке и работы с направленными антенными системами на VHF и UHF частоты и в частности на 70 см. радиолюбительский диапазон. Что представляет собой определенную трудность для неподготовленных и начинающих свою деятельность радиолюбителей – укавистов.

Представленная в данном материале 9-элементная УКВ антенна «Волновой канал» (Уда-Яги) представляет собой эффективную направленную антенну, состоящую из параллельных резонансных элементов в антенной решетке.

Отличительной особенностью данной антенны «Волновой канал» от других антенн является ее простота и доступность в изготовлении, Минимальная ее длина, а так же значительный коэффициент усиления данной антенны при сравнительно небольших ее геометрических размерах, что составляет при этом порядка 11.0 ДБД (децибел) по отношению к симметричному полуволновому вибратору. Оптимальная полоса пропускания для работы на данных частотах, а так же незначительные материальные затраты на приобретение материала при изготовлении данной антенны. У антенны «Волновой канал» применен разрезной вибратор как наиболее простой и надежный элемент данной конструкции.

**70-САНТИМЕТРОВЫЙ** диапазон интересен тем, что на нем можно с успехом проводить дальние устойчивые радиосвязи как прямой - поверхностной волной в зоне прямой видимости (по принятому стандарту считается порядка 40 км.), так и за счет рассеивания электромагнитной волны (ЭМВ) на тропосферных неоднородностях. При этом объем неоднородностей на сантиметровом диапазоне для устойчивой связи имеет гораздо меньшее значение, чем на 2х-метровом диапазоне, а дальность связи при этом может достигать не одну сотню километров. Тем более на данных частотах практически отсутствуют различного рода помехи в отличие от двухметрового диапазона, где их спектр весьма широк и разнообразен. Что также значительно и положительно влияет на дальность, надежность и качество связи. Следует учитывать, что на дальность связи и прохождение ЭМВ в пространстве также влияют погодные условия, как и на двухметровом диапазоне. Подробно об этом освещено в моем материале: Антенна «Диамонд» Ф-23 М2, с которым вы можете также ознакомиться в интернете.

Определенной сложностью антенны «Волновой канал» является ее настройка на необходимый вам частотный спектр, с минимальным значением КСВ и высокой добротностью и минимальной реактивной составляющей, - при этом входное сопротивление антенны рекомендуется удерживать в районе 50 Ом.

Данная антенна, работающая с вертикальной поляризацией имеет разрезной вибратор питаемый коаксиальным кабелем с волновым сопротивлением в 50 Ом. И имеет следующие параметры на частоте 433,5 МГц (лямбда= 0.692 м).

**R 49.76 Ом; Jx -1,823 Ом; KSW 1,02; DBD - 11,00, F\B 23,06 DB**

Входное сопротивление антенны желательно выдерживать к приближенному значению в 50 Ом. Так при сопротивлении менее 50 Ом, которое ведет к максимальному коэффициенту усиления, - но такое пониженное входное сопротивление антенны крайне не желательно, так как оно ведет к уменьшению полосы пропускания антенны, увеличения значения тока в элементах антенны и как следствие увеличение потерь. Кроме того возникают значительные трудности и с согласованием подводящей линией питания. В связи с чем, необходимо отказываться от максимального коэффициента усиления в пользу получения необходимого входного сопротивления антенны. Здесь следует отметить особенность антенны «Волновой канал», так В.К. с большим числом элементов (как в нашем случае) не могут иметь заранее абсолютно рассчитанных электрических параметров (они имеют лишь наиболее приближенное к точному значение, как бы вы не старались), так как все элементы взаимно связаны и незначительное изменение как их длины, так и диаметра элементов и расстояния между элементами значительно меняют электрические параметры всей антенной системы. Необходимо помнить что как бы не верны и не идеальны были производимые вами расчеты в различных программах, все же настройка антенны «Волновой канал» с количеством элементов более трех обычно всегда доводится до наибольшего совершенства методом проб и ошибок, и при тщательной «подгонки» элементов (несмотря на значительные затраты во времени) обязательно приведет вас к необходимым вам положительным результатам. Которые неизменно окупятся превосходной работой самой антенны.

При построении В.К. с применением трубок из алюминия, - максимум усиления антенны (как и минимум шума, см. таблицу ниже) смещается на меньший диаметр вибратора и рефлектора 6–8 мм. При изготовлении данных элементов из дюралюминия максимум усиления будет при несколько большем диаметре в 8–9 мм. И будет зависеть от уровня потерь в металле и от характеристики сплава. Не следует забывать при этом о возросших значительно сопротивлениях потерь в данном материале из-за скин-эффекта, который практически не учитывается различными программами при разработке антенн из различных материалов. Так в диапазоне 70 см рабочий слой (скин-эффект) в материале намного меньше, чем на 2-х метровом диапазоне. В связи с этим применяемый материал не должен иметь шероховатости, сколов, многочисленных царапин, что отрицательно скажется на работе антенны. В идеальном варианте элементы антенны должны быть все отполированы. Таблица потерь в цветных металлах при использовании в антенных системах имеется в интернете в материале об антенне «Диамонд» ф-23м2. Так при расчете антенн «Волновой канал» многочисленные программы в большинстве своем, не учитывают чистоту поверхности и сопротивление материала, из которого сделаны элементы и кроме того с увеличением диаметра материала в программах падает точность расчета. Также при изготовлении и установки антенны «Волновой канал» растет влияние и самой конструкции изделия и металлических и железобетонных конструкций находящихся в непосредственной близости от нее.

Следует учитывать, что потери уменьшают усиление и увеличивают общую шумовую температуру антенны, уменьшая отношение  $G/T$  антенны. Ниже в таблице приведены данные по соотношению диаметров материала в качестве которого используется алюминий - к потерям. Кроме того следует учитывать что

потери на данном 70 см. диапазоне в значительной мере обуславливаются и применением качественного с минимальными потерями коаксиального 50-омного кабеля, что требует его тщательного подбора.

Диаметр элемента	Усиление	Потери G	Шумовые T потери
1 мм	12.99 дби	0.56 дб.	Tlos 20 град.
2 мм	13.28 дби	0.29 дб.	Tlos 10 град.
4 мм	13.45 дби	0.14 дб.	Tlos 4.8 град.
6 мм	13.51 дби	0.08 дб.	Tlos 2.7 град.
8 мм	13.51 дби	0.07 дб.	Tlos 2.4 град.

Длина и расстояние пассивных элементов от вибратора сильно влияют на входное сопротивление антенны и на ее коэффициент усиления.

Длина траверсы антенны и расположенных на ней элементов антенны определяет коэффициент усиления всей системы. Коэффициент усиления при одинаковой длине антенны остается величиной постоянной (при правильно настроенной антенне) независимо от расстояния между директорами. Однако это утверждение верно лишь при расстояниях между директорами менее чем 0,4 лямбда (длины волны). В том случае, если расстояние между директорами имеет большее значение, то коэффициент усиления антенны В.К. резко уменьшается. Так при расстоянии в 0,3 лямбда коэффициент усиления уже начинает значительно уменьшаться. Что бы этого не допустить, необходимо включение первого директора от вибратора на минимальном расстоянии и установить его на расстоянии не более 0,1 лямбда. В связи с чем, связь между директорами и вибратором ослабляется незначительно.

Расстояние между вибратором и рефлектором в этом случае выбирается в пределах 0.25 лямбда. При настройке антенны следует учитывать определенную особенность антенны «Волновой канал» - она может быть настроена или на максимум излучения в прямом направлении или на наибольшее ослабление излучения в обратном направлении. Совмещение данных настроек в одной антенне не представляется возможным. Так же следует отметить, что расстояние между вибратором и первым директором является наиболее критичным размером у всех антенн подобного типа. Этот размер в основном определяет эффективность работы антенны.

Принцип работы антенны «Волновой канал» довольно прост. Директора в данной антенне принимают и переизлучают ЭМВ от вибратора, но в другой фазе. Электромагнитная волна проходящая от вибратора на ряд директоров накладывается и интерферируется и увеличивает тем самым излучение в прямом направлении, а также увеличивает усиление антенны, как в прямом, так и в обратном направлении при работе на передачу и на прием, чем и достигается ее эффективная работа в сравнении с обычным симметричным полуволновым вибратором. Антенна «Волновой канал» относится к антеннам, которые излучают линейно поляризованные волны. Следует также отметить, что полоса пропускания антенны сужается при большем количестве директоров. В этом случае расширить

полосу пропускания антенны возможно лишь за счет увеличения диаметра самого вибратора.

**Далее мы остановимся на более детальной информации в настройке элементов и принципе согласования общей конструкции данной антенны.**

1) Длина всех элементов антенны «Волновой канал» определяет ее активное и реактивное сопротивление.

2) Чем меньше расстояние между вибратором и другими элементами, тем меньше входное сопротивление.

3) Чем меньше расстояние между элементами, тем больше директоров используется в В.К. и тем уже полоса пропускания.

4) Чем больше директоров в антенне, тем больше увеличивается концентрация излучения в прямом направлении и тем больше коэффициент усиления.

5) При применении дополнительных элементов на рефлекторе в антенне «Волновой канал» какого-либо выигрыша в коэффициенте усиления антенны мы не получаем, кроме как некоторого увеличения общей «парусности» конструкции.

6) Последовательное уменьшение длины директоров в антенне В.К. применяют для подавления нежелательных боковых лепестков в диаграмме антенны.

7) **Общие закономерности для антенн «Волновой канал».** Обычно длина первого директора лежит в пределах на 5% меньше чем длина вибратора, а длина рефлектора больше на 6% чем вибратор.

8) Длина последующих директоров антенны выбирается из расчета на 1 % меньше, чем предыдущий директор.

9) Первые три директора находящиеся после вибратора устанавливают полосу пропускания внутри частотного спектра (для сравнения тот же принцип, что и ФСС в приемном тракте супергетеродина радиоприемника) от них так же зависит и КСВ.

10) С 3 по 7 директор - ими выставляют «качество» в - дБ и КСВ.

11) Чем дальше отстоят директора с 3 по 7 от вибратора, тем ниже по частоте будет смещение (настройка) полоса пропускания антенны.

12) И чем не ближе будут находится директора с 3 по 7 к вибратору, тем выше по частоте будет полоса пропускания антенны.

13) Укорочение разрезного вибратора уменьшает  $R$  и  $J_x$ .

14) Удаление рефлектора от вибратора увеличивает  $R$  - входное сопротивление и уменьшает  $J_x$  и на оборот.

15) Увеличение диаметра вибратора при одинаковой длине уменьшает частоту.

16) Увеличение диаметра вибратора (по сравнению с тонким проводником) приводит к уменьшению уровня шумовых потерь (до определенного значения), а при уменьшении диаметра возрастает уровень В.Ч. потерь и уровень шумов из-за увеличения сопротивления (скин-эффект) в тонком поверхностном слое элемента и особенно на 70 см. диапазоне. Сужается полоса пропускания вибратора, что неизменно скажется на уровне и качестве принимаемого сигнала дальнего корреспондента при работе в широкой полосе частот.

17) При небольшом расстоянии между директорами растет полоса пропускания, но мало усиление.

18) **ВАЖНО!** При полностью собранной и настроенной антенне все ее элементы должны находиться в одной геометрической плоскости.

19) Параметр  $F/V$  в таблице это отношение излучения антенны вперед – назад.

20) Все установленные на антенну В.К. металлические трубки (применять надо только материалы из цветного, не магнитного материала) должны быть в верхних участках (при вертикальной поляризации) герметичны, исключая попадания в нее воды. Для закрытия отверстий применяют крупнопористый поролон который пропитывают прозрачным клеем «Титан», после застывания и высыхания он превратиться в «стекло».

21) Все пайки на антенне необходимо производить как можно меньшим количеством припоя, так как его излишек резко влияет на конечный показатель КСВ, из-за больших потерь в оловянно-свинцовом переходном элементе.

22) При сборки антенны, центральная жила 50-омного коаксиального кабеля подключается к верхней половине разрезного вибратора (при вертикальной поляризации), а оплетка к нижней его части, но не на оборот. Это может отрицательно повлиять на дальность и качество связи на предельных дистанциях.

23) Любую настройку элементов антенны обязательно следует производить вне помещения, независимо от того какую площадь и высоту имеет помещение. В противном случае настройка антенны будет некорректна и ее параметры будут отличаться при установке на соответствующем рабочем месте и высоте.

24) **При тестовой настройке** данной антенны настроенный кабель необходимо брать с четным повторителем длиной не более нескольких метров, при этом хорошо будет просматриваться КСВ и другие параметры данной антенны.

25) Следует обратить внимание, что при подключении длинного кабеля к антенне, в анализаторе будут просматриваться многочисленные «горбы» направленные на дисплее вниз с низким КСВ за счет переотражения 70 см. электромагнитной волны в кабеле. Будет так же и просматриваться наличие «горбов» по различным частотам (выбранного вами участка 70 см. диапазона) направленных вверх, в которых КСВ будет завышено. А при применении тестового короткого кабеля должен просматриваться четкий основной одиночный резонанс вашей антенны без многочисленных «горбов», что будет свидетельствовать о ее основной резонансной частоте.

### **Переходим к установке и настройке.**

Более уточненную настройку элементов антенны В.К. производят следующим образом; вначале устанавливают все элементы согласно произведенным расчетам на траверсу. Антенну приподнимают над землей примерно на 2 метра и закрепляют ее на небольшой вертикальной мачте с тыльной стороны. Далее все элементы антенны кроме рефлектора и вибратора устанавливают в горизонтальное положение. Далее подключив антенный анализатор, возможно применение Nano VNA – F v2 к антенне через полуволновый повторитель и настраивают рефлектор относительно вибратора в вертикальном расположении элементов. Затем в вертикальное положение переводят первый директор (считая от вибратора) и вновь повторяют тщательную настройку,- затем второй, третий и так далее при этом производя подстройку между предыдущими элементами антенны контролируя весь данный процесс по подключенному к антенне анализатору. При этом следует периодически проводить коррекцию межэлементных расстояний при постоянном

контроле качественных показателей на анализаторе. В ходе настройки нужно следить за тем что бы КСВ антенны имело как можно меньшее значение также как и реактивное сопротивление на рабочих частотах. Применяв данный метод настройки антенны вы довольно успешно настроите антенну на рабочие частоты сократив при этом затраченное на нее время.

Необходимо помнить, что смещение элементов директоров друг относительно друга на данном диапазоне частот от расчетного значения (при настройке элементов) даже на 1,5 – 2.0 мм на траверсе изменит не только необходимые вам показатели в работе антенны, но и так же приведет к изменению добротности со смещением в полосе пропускания антенны. Нужно отметить,- что чем не выше диапазон частот (в сравнении 2-х метрового и 70-см диапазонов) тем более тщательная и точная настройка требуется для антенны

**При настройке антенны надо учитывать, что размеры даны между соседними элементами антенны, но не по центрам элементов как у некоторых авторов.** При данном способе отсчета упрощается настройка элементов и значительно понижен коэффициент ошибок что для СВЧ диапазона так же имеет большое значение при сборке и настройке антенной системы.

Вообще надо отметить что настройка на сантиметровом диапазоне весьма критична и нужно набраться определенного терпения и проявить настойчивость не бросая настройку антенны и не надеясь на «авось», что будет все работать, а доведя ее до необходимого вам логического уровня, так как в противном случае это приведет лишь к минимальным параметрам от желаемого результата.

Не следует забывать что качественная работы антенны «Волновой канал» во многом зависит от симметрирования. Симметрирование антенны необходимо для устранения «перекоса» при питании симметричной антенны,- несимметричной линией питания (то есть коаксиальным кабелем) и вносит значительные изменения в реактивную составляющую приближая сопротивление к его чисто активному. Это исключает протекание тока по оплетке кабеля, тем самым достигается симметричное возбуждение в точке подключения.

В связи с данным обстоятельством, на питающий кабель в непосредственной близости от вибратора обязательно нужно устанавливать четверть волновой **симметрирующий** «стакан», без которого вы не сможете правильно и в полной мере настроить вашу антенну. Диаграмма излучения будет при этом «косить» в одну либо в другую сторону и плюс ко всему за счет того что 50-омный кабель не является по своей структуре симметричным элементом,- по оплетке кабеля начнет в значительной мере «затекать» В.Ч. то есть увеличится КСВ и возрастет потери.

**Ниже приведена таблица длин четверть волнового симметрирующего «стакана» для 2-х метрового и 70-ти сантиметрового диапазонов.**

<b>Рабочая частота</b>	<b>Оболочка из ПВХ</b>	<b>Оболочка из ПЭ</b>
<b>145.5 МГц</b>	<b>304 мм</b>	<b>343 мм</b>
<b>433.5 МГц</b>	<b>102 мм</b>	<b>115 мм</b>
<b>435,0 МГц</b>	<b>101 мм</b>	<b>114 мм</b>

Симметрирующий стакан имеет резонансную частоту и его отклонение составляет порядка +/- 10-12 % от рабочей частоты. Симметрирующий стакан обязательно нужно защитить от внешних осадков покрыв его термоусадочной трубкой желателно светлых оттенков.

Проверить из чего состоит оболочка кабеля можно следующим образом : так оболочка из ПВХ при поджоге коптит, а ПЭ (полиэтиленовая) плавится и текёт.

В авторском варианте подводимый до антенного разъема (от вибратора) на антенне 50-омный посеребрянный кабель имеет внешний диаметр 5,3 мм, внешняя защитная оболочка изготовлена из ПВХ. Четверть волновой симметрирующий стакан в данном изделии изготовлен из алюминиевой трубки с внешнем диаметром 8 мм и имеет длину 102 мм, его длина подбирается опытным путем исходя из рабочих частот. Он расположен поверх траверсы подводимого кабеля питания рядом с антенным разъемом. При сборке и настройке антенна прекрасно работала в диапазоне необходимых нам частот 432,200 – 434,800 МГц. Сама же рабочая полоса частот простиралась от 432 до 439 МГц, но здесь при необходимости нужно вводить корректировку размеров симметрирующего стакана.

Расчет симметрирующего стакана можно произвести самостоятельно следующим образом :  $Y : 4 \times 0,667$  для полиэтилена. Для ПВХ по следующей формуле:  $Y : 4 \times 0,59$ , где  $Y$  – длина волны, 0,667 и 0,59 соответственно коэффициенты укорочения.

Антенна крепится за бум с тыльной стороны рефлектора,- на некотором удалении от него, что исключает возможность применения диэлектрика при креплении антенны в ее середине.

Траверса антенны выполнена из дюраллюминовой трубки диаметром 16 мм. На траверсе установлены винипластовые стойки, на которых крепятся элементы волнового канала, проходящие внутри винипласта. Винипластовые стойки должны быть обязательно несколько приподнятые над самой траверсой. Все активные и пассивные элементы антенны выполнены из алюминия.

**Таблица размеров 9 элементной антенны «Волновой канал» на длину волны в 70 см. радиолюбительского диапазона с разрезным вибратором.**

Наименование	Рефл	Вибрат Р.В.	1 дир.	2 дир.	3 дир.	4 дир.	5 дир.	6 дир.	7 дир.
Длина элементов, в мм.	344	2x159	310	304	300	297	294	292	272
Расстояние между элементами металла в мм	168	57	106	104	165	265	252	207	
Размер расстояния от лямбды	0,243	0,082	0,153	0,15	0,24	0,384	0,365	0,3	
Диаметр элементов в	8	8	3,8	4,3	4,3	4,3	4,3	3,8	3,8

мм									
----	--	--	--	--	--	--	--	--	--

При конструировании антенн В.К. характерно следующее правило, которое необходимо всегда соблюдать, - так при металлическом буме необходимо все элементы антенны **обязательно приподнимать над траверсой** в данном случае (авторский вариант) использовался в качестве диэлектрического материала – винипласт и в высоту в половине диаметра самого бума, при другом варианте вы не получите должных результатов от антенны как бы вы не старались.

#### **Зависимость К ус. «Волнового канала» от количества элементов в антенне.**

<b>Кол-во элементов</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>16</b>
<b>Ширина Д-Н в градусах</b>	<b>70</b>	<b>60</b>	<b>55</b>	<b>48</b>	<b>45</b>	<b>39</b>	<b>36</b>	<b>33</b>
<b>Кус ДБ. По отношению к полув.диполю</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>11.5</b>	<b>13</b>

Как мы видим из таблицы коэффициент усиления антенны после 9 элементов растет весьма медленно (**обычно не более 1 дб, и менее**), но при этом заметно сужается ширина диаграммы направленности, в этой связи наиболее приемлемым будет являться 9 элементная антенна. Для получения более высоких результатов в усилении сигнала на прием, так и при работе на передачу, необходимо применять две, либо 4 антенны. Но это уже другая тема, которую мы рассматривать в данном материале не будем. Так настройка и установка двух или четырех антенн имеет свои особенности и в частности важное значение имеет их сопряжение, что бы в.ч. складывалось в антеннах, а не вычиталось, как на прием, так и на передачу.

#### **Таблица размещения элементов антенны над металлическим бумом.**

<b>Диаметр металлического бума</b>	<b>Корректировка подъема элементов антенны над бумом.</b>
<b>10 мм</b>	<b>+5 мм</b>
<b>15 мм</b>	<b>+8 мм</b>
<b>20 мм</b>	<b>+ 11 мм</b>

Питание антенны «Волновой канал» желательно осуществлять коаксиальным кабелем со вспененными наполнителями либо полувоздушные с малыми потерями на 70 см. диапазоне. Конечно, желательно приобретенный вами кабель «прогнать» нагрузив его на 50-Омное нагрузочное безиндукционное сопротивление и посмотреть, что там остается на противоположном конце кабеля, если потери довольно велики, то не имеет смысла использовать данный коаксиальный кабель на 70 сантиметровом диапазоне.

Неплохо зарекомендовали себя такие коаксиальные кабели на 70 см. диапазоне, как 8 DFV, CNT- 400, (при относительно не большой длине) или с более улучшенными показателями 10DFV, еще более лучшими



**характеристиками обладают 50-Омные кабели большего диаметра находящиеся в медной гофре диаметром в 13 или 16 мм.**

При настройке волнового канала желательно использовать на расстоянии 25-30м от антенны индикатор напряженности поля, (чем дальше тем лучше) со стрелочным индикатором настроенный на необходимые вам рабочие частоты который должен показывать максимальное значение в.ч. либо приближенное к максимальному на рабочих частотах, что также поможет вам ускорить процесс настройки антенны на полосу рабочих частот. При этом кабель должен находиться вблизи от настраиваемой антенны, чтобы следить за показаниями настройки самой антенны.

**Пример расчета потерь в коаксиальном кабеле на 70см радиолюбительском диапазоне.**

1. Мощность на 50-омной нагрузке после полуволнового кабельного повторителя после трансивера составляет 30 ватт.
2. На выходе (на конце кабеля к которому будет подключена антенна) нагруженного на 50-омную нагрузку мощность составляет 8 ватт.

**Расчет: Подводимая мощность в процентном отношении к антенному разъему будет составлять  $8\text{Вт} \times 100 \% : 30 \text{Вт} = 26.667 \%$ .** Вся остальная мощность уходит на нагрев и другие потери в подводящем фидере в коаксиальном 50-омном кабеле.

С данной направленной антенной «Волновой канал» в течении ряда лет проводились стабильные радиосвязи с операторами индивидуальных радиостанций из Тамбовской, Саратовской, Воронежской, Ульяновской областями и Республикой Мордовия.

При первоначальной проверке работоспособности антенны,- «Волновой канал» последняя прекрасно зарекомендовала себя даже при приеме портативных радиостанций (типа Баофенг) на имеющиеся у них штатные антенны при расстоянии до них порядка 35-40 км при передающей у них минимальной мощности.

Антенн подобного образца было собранно несколько экземпляров и все они в работе показали прекрасные результаты.

Кроме того следует напомнить радиолюбителям, что дальность связи на 70 см. диапазоне во многом будет зависеть от высоты подъема антенны на местности. А работа антенны за линией горизонта с DX операторами будет зависеть не только от высоты подъема антенны на местности, но и еще от высоты вашего месторасположения от уровня моря. При этом карту ваших высот всегда можно найти в интернете.

В заключении нашего материала пожелаю начинающим и более менее опытным радиолюбителям набраться усидчивости, терпения при изготовлении данной антенны, максимальной точности в соблюдении всех ее геометрических размеров, а так же удачи в настройке и правильной установки данной антенны «Волновой канал» и конечно дальних устойчивых связей на осваиваемом вами UHF - 70 сантиметровом диапазоне.

**В настоящее время ведется проектирование разработка и сборка ряда высокоэффективных коллинеарных антенн ( без LC согласования у основания, где происходит довольно значительное падение В.Ч. как на прием так и на передачу ) для радиоловительского 70- см. диапазона. Так некоторые из данных антенн уже на первом этапе показали свою довольно высокую эффективность в зоне прямой видимости, а так же в радиусе более 50 км. в зоне полутени и тени.**

**Приношу свою благодарность Светлане RA4FMH за помощь в оказании размещения данного материала, в целях популяризации УКВ радиоспорта среди молодежи на сайте радиоловителей Пензенской области .**

**Материал подготовил RK4FX Юрий г. Пенза**

**Февраль 2024г.**