Шестидиапазонная антенна InvertedVee.

А.Ф. Белоусов, Д.А. Белоусов UR4LRG г. Харьков, 2018

Антенна Inverted Vee достаточно давно придумана радиолюбителями и часто используется как простая ненаправленная антенна на несколько КВ диапазонов.
Антенна Inverted Vee имеет несколько преимуществ над другими многодиапазонными антеннами:

- использование одной мачты высотой 10-20 метров любой удобной конструкции, сама мачта не является излучателем. Излучатели антенны являются растяжками верхнего яруса мачты.
- антенна Inverted Vee хорошо работает над “плохой” землей (поверхностью с малой проводимостью), из-за того, что пучность тока (точка максимального излучения) диполей всех диапазонов оторвана от земли на максимальное расстояние, т.к. находится у верхушки мачты
- элементы всех диапазонов являются полноразмерными и обеспечивают максимальную эффективность излучения
- возможность раздельной настройки каждого из диполей снизу антенны (не надо залазить на мачту)
- антенна работает в нескольких диапазонах, питание по одному кабелю

Существует достаточно много вариантов выполнения антенны Inverted Vee. Обычно, это два диполя на диапазоны 80,40м, подвешенные на мачте 10-15 м. Диполь диапазона 40 м работает так же в диапазоне 15м (1).
Существуют описания конструкций с пятью- шестью параллельными диполями для увеличения количества рабочих диапазонов. Такое исполнение антенны нецелесообразно по нескольким причинам. При количестве диполей более трех, их влияние друг на друга будет очень сильным – настраивая один диполь, расстраиваем 1-2 других диполя. При установке, большое количество проводов трудно распутать и разнести подальше друг от друга.
Предлагаемая конструкция антенны Inverted Vee содержит три диполя, но обеспечивает работу в 6-и КВ диапазонах – 80, 40, 30, 20, 15, 10 м

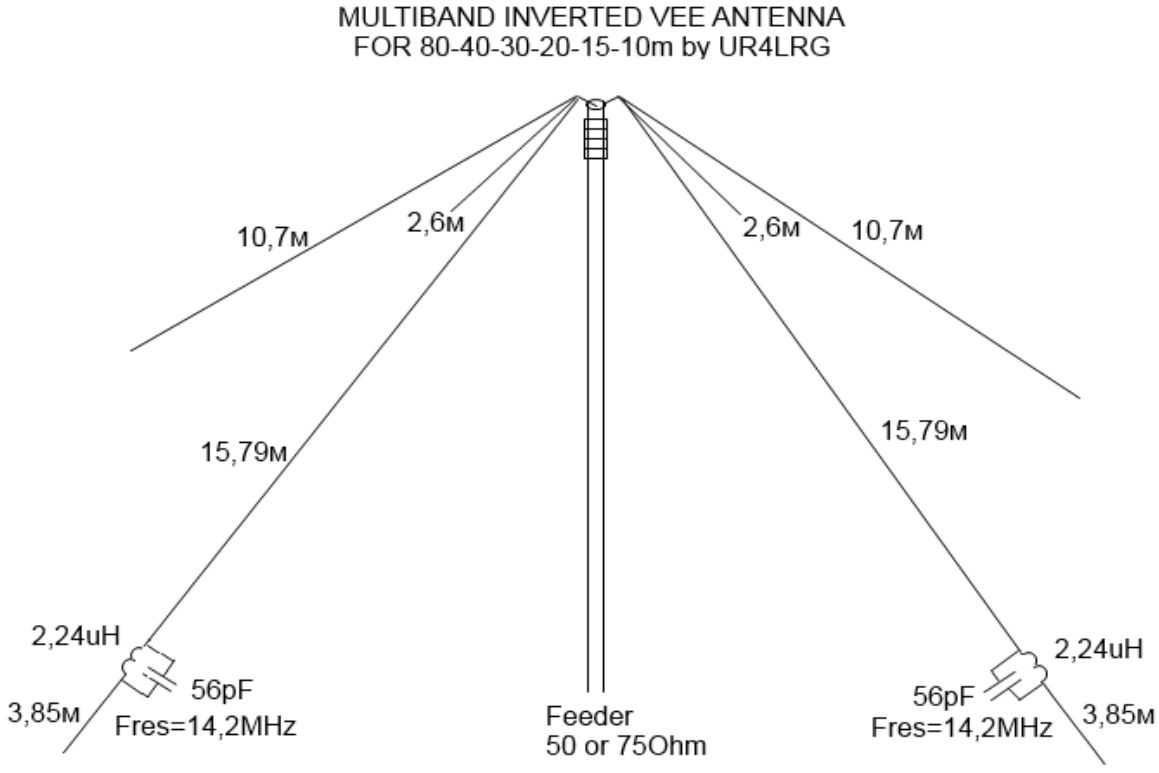


Рис.1. Схема многодиапазонной антенны Inverted Vee

Показанная на рис.1. антенна содержит три параллельно включенных диполя – диполь 28 МГц, диполь 7 и 21 МГц и диполь 3.5, 10, 14 МГц. Антенна содержит пару трапов, настроенных на частоту 14,2 МГц. Все вибраторы выполнены из медной проволоки диаметром 2,12 мм

Антенна работает в шести диапазонах следующим образом.

80 м - работает самый длинный диполь - почти полноразмерный на 80 м. Трап практически не укорачивает длину. Полоса антенны достаточно узкая – 50-60 кГц по уровню КСВ 2, сильно зависит от высоты подвеса и качества земли под антенной.

40 м - средний по длине, полноразмерный диполь. Полоса в этом диапазоне достаточно широкая – около 150-и кГц

30 м - снова работает диполь диапазона 80 м. Реактивность трапа подобрана таким образом, что бы получилась резонансная длина 3/4 λ для диапазона 30 м. Резонанс достаточно узкий, но полностью перекрывает диапазон 30 м.

20 м - снова работает диполь диапазона 80 м. Трапы настроены на 14.2 МГц. В этом диапазоне работает только часть диполя до трапов, являясь резонансной длиной 3/4 λ для диапазона 20 м

15 м - работает диполь 7 МГц. На этом диапазоне имеется резонансная длина 3/4 λ для диапазона 15 м

10 м - работает самый короткий диполь.

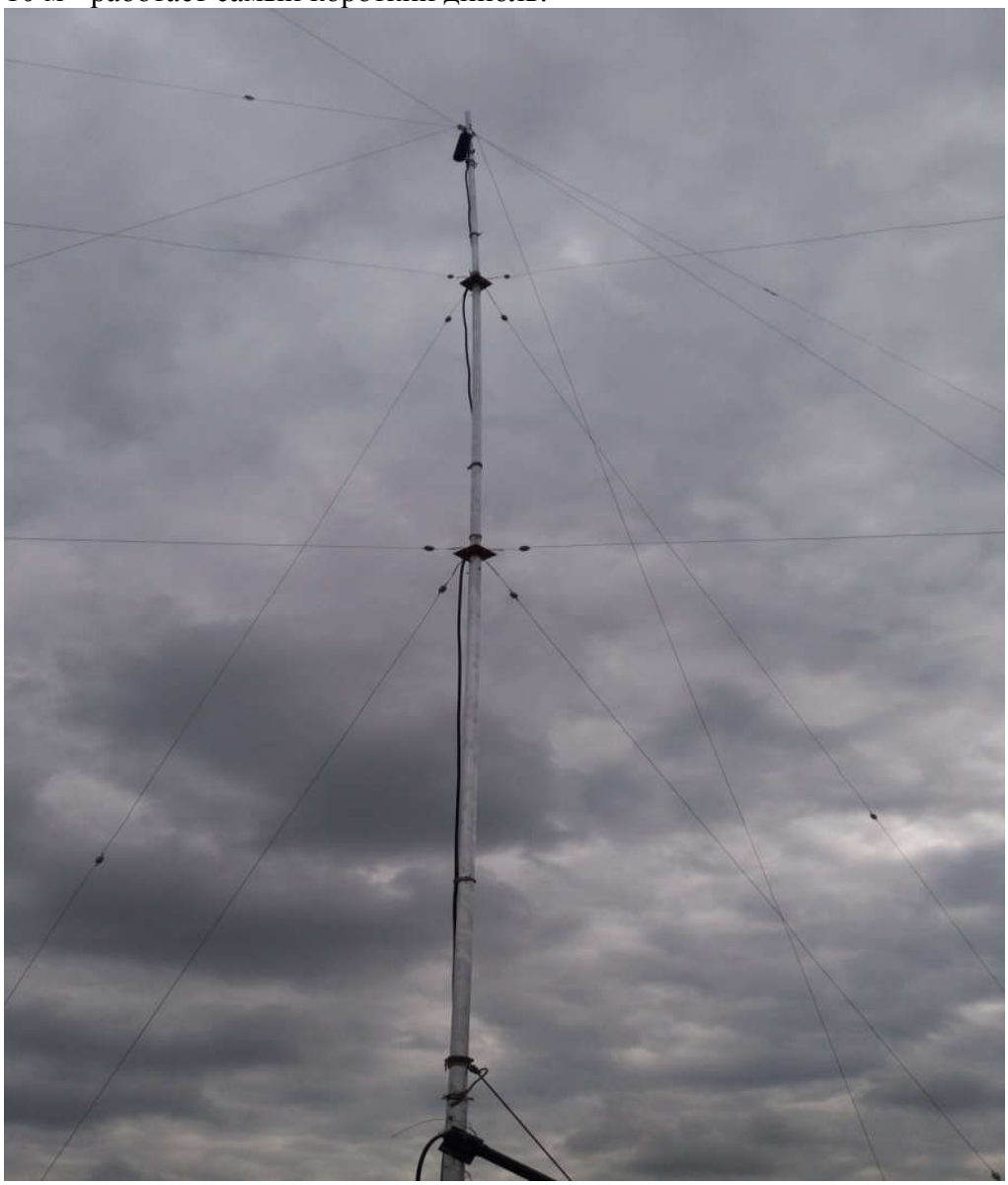


Рис.2. Пример установки антенны.

Антенна может быть установлена на мачте 10-15 м высотой. Как отмечалось выше, мачта не является излучателем и может быть составлена из алюминиевых или стальных труб разного диаметра, входящих одна в одну. Мачта имеет три яруса растяжек, верхним ярусом являются излучатели. Нижние ярусы выполняются из оцинкованной проволоки диаметром 2 мм, разбитой через 3 м изоляторами. Растяжки крепятся к мачте через пластину из толстого стеклотекстолита и не имеют электрического контакта с ней.
Для изготовления мачты, украинские радиолюбители могут приобрести на Броварском заводе алюминиевых конструкций четыре трехметровых трубы Д16Т, диаметрами 55,50,45,40мм, толщиной стенки 2мм. Эти трубы очень прочные и отлично подходят для мачтовых конструкций. Трубы вставляются одна в одну с напуском в 30 см и фиксируются сквозными винтами диаметром 6 мм.

Питание антенны осуществляется одним коаксиальным кабелем с волновым сопротивлением 50 или 75 Ом. В крайнем случае, можно использовать телевизионный кабель хорошего качества, например Finmark F690BV.
Применение запорного кабеля дросселя весьма желательно. Это может быть столбик из ферритовых колец проницаемостью 400-2000 материала НН или НМ высотой 40-50 см, закрепленных термоусадочной трубкой на коаксиальном кабеле. Так же, можно намотать 3 метра кабеля на пластиковую трубу диаметром 50-60 мм, после чего хорошо закрепить витки. В любом случае, дроссель располагается под площадкой подключения излучателей к кабелю. Все пайки диполей между собой и к кабелю, а так же сам кабель должны быть хорошо защищены от осадков. Я для этого использую сырую резину производства 3М. В крайнем случае, можно обмазать солидолом, особенно место выхода оплетки из кабеля. Пайки желательно забандажить медной проволокой диаметром 0,5 мм
В антенне используется пара трапов, установленные в полотна самого длинного диполя. Трапы изготовлены по ”почти безкаркасной” методике. Конструкция трапов показана на рис.3.



Рис.3. Конструкция трапа

Подготавливаются две площадки из стеклотекстолита толщиной 2,5-3 мм, шириной 50 мм, длиной 150 мм. На ребрах площадки напильником делается по семь пазов шириной 2мм с шагом 2 мм для укладки провода. Медным проводом диаметром 2 мм мотается катушка из восьми витков на вспомогательном каркасе диаметром 45 мм. Катушка снимается со вспомогательного каркаса и надевается на подготовленную пластину. Семь витков этой катушки ложатся в пазы. Таким же образом подготавливается катушка второго трапа. Далее необходимо приготовить густую эпоксидную смолу с отвердителем в пропорции 1:10, набрать ее в шприц без иглы и закрепить ею витки в пазах на обоих трапах. Через сутки, после полного отвердения эпоксидной смолы, концы катушек аккуратно формуют и подключают к конденсатору трапа. Катушка должна быть индуктивностью 2,24 мкГн, содержать 7 витков провода диаметром 2 мм, шаг 2 мм,

диаметр катушки 50 мм. Конденсатор трапа емкостью 56 пФ, тип К15У. Не советую использовать самодельные конденсаторы на основе медных пластин или площадки из материала ФАФ. Термостабильность у них будет плохая.
Трапы настраиваются на частоту 14.2 МГц бесконтактным способом. Суть этого способа приведена на Рис.4.

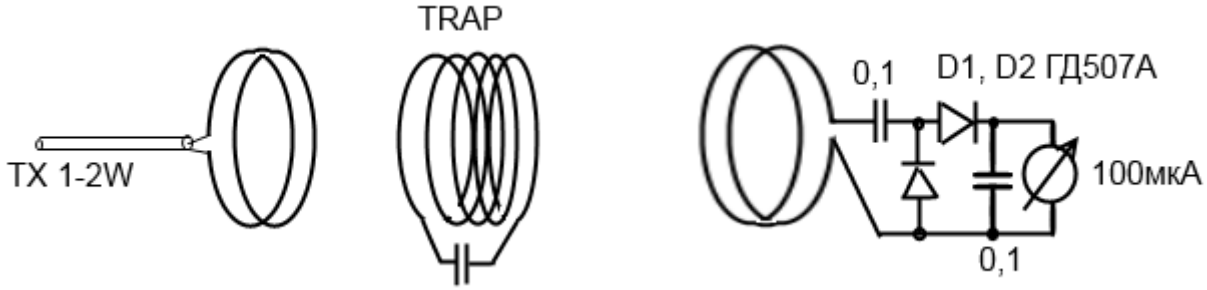


Рис.4. Схема бесконтактной настройки трапов
Необходим кусок коаксиального кабеля RG-58 длиной 1-2 м. На конец этого кабеля подключается двухвитковая катушка диаметром 50 мм из провода диаметром 1-1,5 мм. Так же, необходимо изготовить простейший детектор поля, состоящий из измерительной головки на 100 мкА, двух германиевых диодов, емкости и двухвитковой катушки диаметром 50 мм из провода диаметром 1-1,5 мм. Из трансивера в коаксиальный кабель подается сигнал соответствующего диапазона мощностью 1-2 Ватта. Коаксиальный кабель с катушкой подносится к трапу на расстояние 5-7 см. С другой стороны трапа, на таком же расстоянии располагается детектор поля. Все катушки должны находиться на одной оси. Включается передатчик трансивера и вращая ручку настройки, определяют резонансную частоту трапа. Это хорошо видно по показаниям микроамперметра. Осторожно сжимая или растягивая витки в небольших пределах, настраивают резонансную частоту обоих трапов на 14,2 МГц. Крайне желательно проверить термостабильность изготовленных трапов. Для этого их помещают в морозильное отделение холодильника на 8-10 часов. После этого их необходимо достать и немедленно проверить частоту резонанса. Она должна остаться в пределах диапазона 14 МГц, обычно на 14020-14040 кГц. После нагревания трапов до комнатной температуры их частота настройки должна вернуться на 14,2 МГц. На этом настройка трапов считается законченной. Провод диполя крепится к стеклотекстолитовой пластине длиной 200 мм. На эту же пластину, одним винтом крепится трап (что бы уменьшить механическую деформацию при ветре). Трапы помещаются в пластиковые бутылки со срезанным дном.

После установки антенны, ее необходимо настроить. К фидеру подключаем антенный анализатор.
Что бы лишний раз не опускать мачту, лучше сразу правильно отрезать диполь 28 МГц, т.к. до него с земли достать нельзя. В этом диапазоне полоса около 500 кГц, при указанных размерах резонанс будет в полосе 27900-28600 кГц.
Вторым этапом настраиваем диполь 7 МГц. Необходимо, что бы диполь резонировал на 7010-7020 кГц, при этом автоматически получается резонанс в диапазоне 21 МГц на частоте 21150 кГц.
Третьим этапом определяем резонанс на 14 МГц. Если он в стороне - слегка корректируем длину длинного диполя с обеих сторон, только тех частей, что до трапа. После того, как получен резонанс на 14150 кГц, смотрим, где резонанс в диапазоне 10 МГц. Если в стороне - слегка корректируем длины концов длинного диполя, добиваясь резонанса. Настройка в диапазоне 10 МГц достаточно острая. Настройка на 80 м получается автоматически, обычно около 3540 кГц (из-за влияния земли на концы диполя).
На этом настройку антенны можно считать законченной.

На сегодня, изготовлено три такие антенны - у меня, у UT5UY и на коллективной радиостанции Харьковского радиоклуба UR4LZZ. Получено хорошее совпадение результатов моделирование и реальной конструкции. Антенна хорошо выдерживает большую мощность даже в сырую погоду, в т.ч. в диапазоне 14 МГц.
Модель антенны приведена в файле InvV_80-40-30-20-15-10_ok.maa
В модели, в трапах, смоделирована оптимальная емкость 50 пФ и индуктивность 2,53 мкГн. В этом случае, при резонансе антенны в середине диапазона 10МГц, она резонирует так же в середине диапазона 3,5 МГц. Однако при изготовлении, у меня не оказалось такого номинала емкости, были установлены конденсаторы К15У-1 номиналом 56 пФ (указаны на схеме антенны). Так же, в трапах могут быть применены емкости номиналом 47 пФ.