

РЧ ограничитель

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, 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 и по азимуту, с которого приходят отражённые “авроральные” сигналы. Несмотря на то, что “авроральные” сигналы лишены тональной окраски (напоминают звук при выпуске перегретого пара, например, на ТЭЦ), 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 помех, при условии понижения этого порога и его стабильности.

Описываемый РЧ ограничитель и 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 системы приведена на Рис.1).

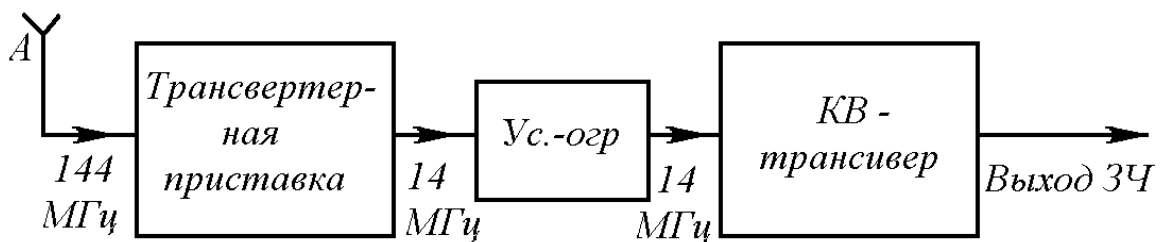


Рис. 1. Блок – схема комбинированного РПУ с использованием усилителя – ограничителя для приёма сигналов в диапазоне 144...146 МГц

РЧ ограничитель, блок-схема которого приведена на Рис. 2, состоит из 3-х каскадного маломощного 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

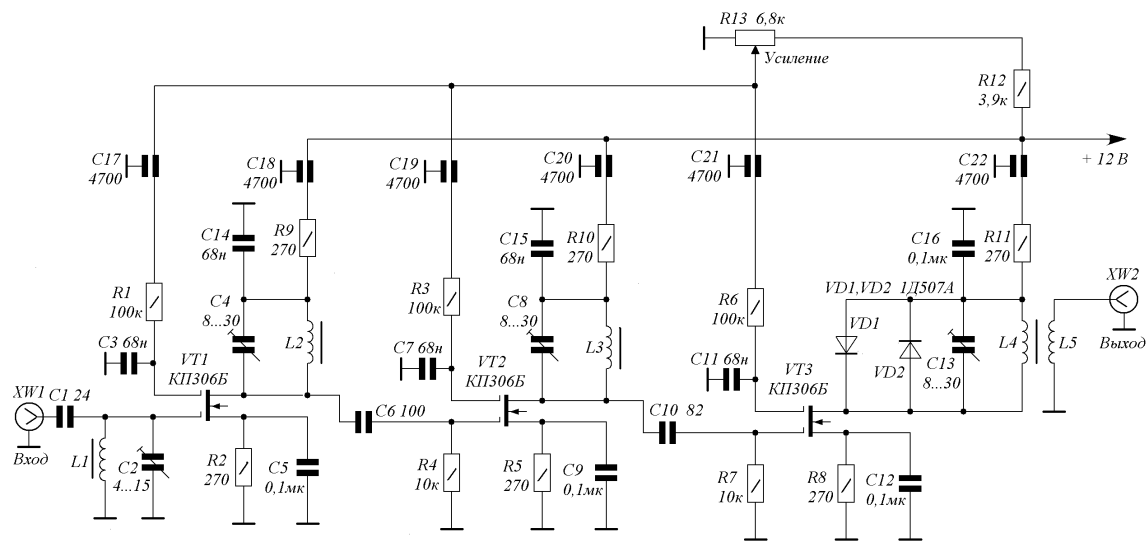


Рис. 3. РЧ усилитель – ограничитель. Схема принципиальная электрическая

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 УО - XW1. Разделительный конденсатор C1 малой ёмкости, вместе с ёмкостью соединительного кабеля “трансвертер - УО”, образуют делитель напряжения, способствующий согласованию более низкого выходного импеданса приставки с более высоким входным импедансом РЧ ограничителя. Отфильтрованный параллельным резонансным колебательным контуром L1C2, сигнал поступает на первый затвор полевого транзистора VT1, усиливается им, фильтруется контуром L2C4 в его стоковой цепи и, через разделительный конденсатор C6, поступает на вход следующего усилительного каскада, идентичного первому, за исключением наличия в нём резистора утечки в цепи первого затвора ПТ VT2, что обусловлено применением ёмкостной связи между каскадами. Усиленный

VT2 сигнал выделяется на его нагрузке – контуре L3C8 в стоковой цепи и через разделительный конденсатор C10 подаётся на вход третьего каскада, идентичного предыдущему, с той лишь разницей, что усиленный ПТ VT3 сигнал выделяется в цепи его стока контуром L4C13, параллельно которому включены диоды VD1 и VD2 – это и есть, собственно, сам ограничитель, которому для осуществления его функции необходимо иметь повышенный уровень сигнала, что связано, в свою очередь, с достаточно большим напряжением открывания диодов. Усиленный и ограниченный сигнал через виток связи – катушку L5, поступает на гнездо XW2 и 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, что и осуществляется в предлагаемом устройстве путём изменения коэффициента усиления 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 ограничителем. Резисторы R2, R5 и R8 в цепях истоков задают при этом режимы работы ПТ по постоянному току, установленные им параллельно конденсаторы C5, C9, C12 устраняют отрицательную обратную связь в каскадах по току РЧ, снижающую коэффициент усиления (КУ) резонансного усилителя. Поскольку КУ последнего достаточно высок, достигает нескольких тысяч в полосе 100...200 кГц при установке движка R13 в крайнее правое (по схеме Рис. 3) положение, то при конструировании УО приняты меры для обеспечения его устойчивости: конструкция УО – 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, 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.

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

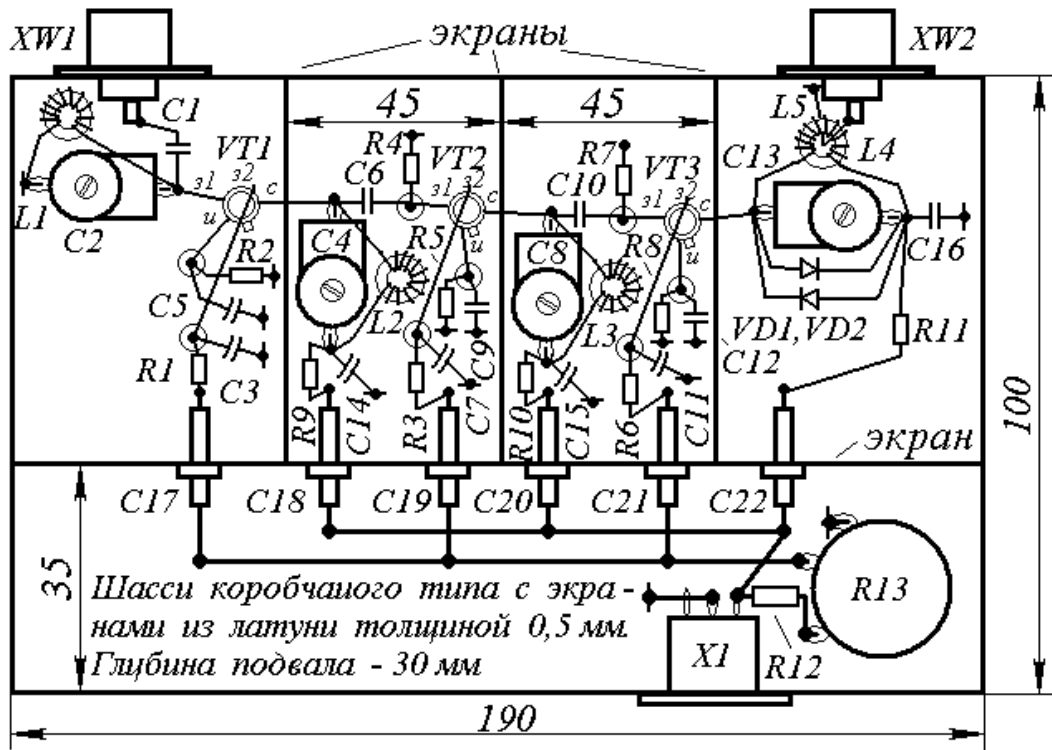


Рис. 4. Эскиз шасси РЧ усилителя-ограничителя

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 (144050 – 130000 кГц) даёт 14050 кГц, то на этой частоте я и настраивал усилитель. Подключив ко входу УО ГСС, а к выходу – трансивер, установил движок R13 в положение на треть от заземлённого его конца, подал питание на УО, трансивер и ГСС. На ГСС установил частоту 14050 кГц, добавил уровень выхода, чтобы обнаружить сигнал ГСС на трансивере (большой частью - напрямую), 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, да делать нечего, - помехи достали, аккуратно выломал середину, получились маленькие колечки, намотал на них по 25 витков провода ПЭЛШО-0,18, впаял, простроил все каскады УО, вращая роторы подстроечных конденсаторов, на минимальном уровне сигнала от ГСС, по мере настройки уменьшая усиление, по максимуму сигнала на выходе трансивера. 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, при подключенном УО, по мере увеличения его усиления, всё больше стали выходить из помех сигналы станций, при полном усилении УО, лишь мягкий шумок остался в наушниках и на его фоне прекрасно читающиеся сигналы корреспондентов вплоть до г. Кирова (а это 900 км!). Остался доволен результатом и впредь исключал УО из приёмного тракта на 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 ко 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 по-другому, вне зависимости от длины соединительного кабеля (кстати, его длина (РК-75) между концами центральных контактов РЧ-штеккеров составила 280 мм), а 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 без нейтрализации проходных емкостей транзисторов на УКВ, где найти быстродействующие диоды для ограничителя, дополнительные органы перестройки сделают устройство неоперативным, а необходимость иметь высокочастотные резонансные системы, а значит, с покрытием серебром, ещё и, - дорогим.

При монтаже деталей на шасси использовались контакты на стойках из изоляционного материала (см. Рис. 4), “земляные” пайки осуществлялись непосредственно на шасси, облуженное изнутри. Использовались следующие детали: постоянные резисторы типа МЛТ-0,25, переменный – СП-1, конденсатор С1 – КД, С6 и С10 – КТК, С17...С22 – КТП, подстроечные – 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 горшкообразных сердечников СБ-1а (серого цвета), позднее обозначение типоразмера 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 с коррекцией числа витков. Основные размеры шасси УО указаны на Рис. 4, используя закон симметрии легко вычислить недостающие. 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, последняя 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 подойдет ВНС. Устройство может быть закреплено с помощью дополнительных, припаиваемых к шасси “ушей” на стенке, 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!

Виктор БЕСЕДИН (UA9LAQ)
г. Тюмень