Расширение возможностей измерителя АЧХ NWT-7

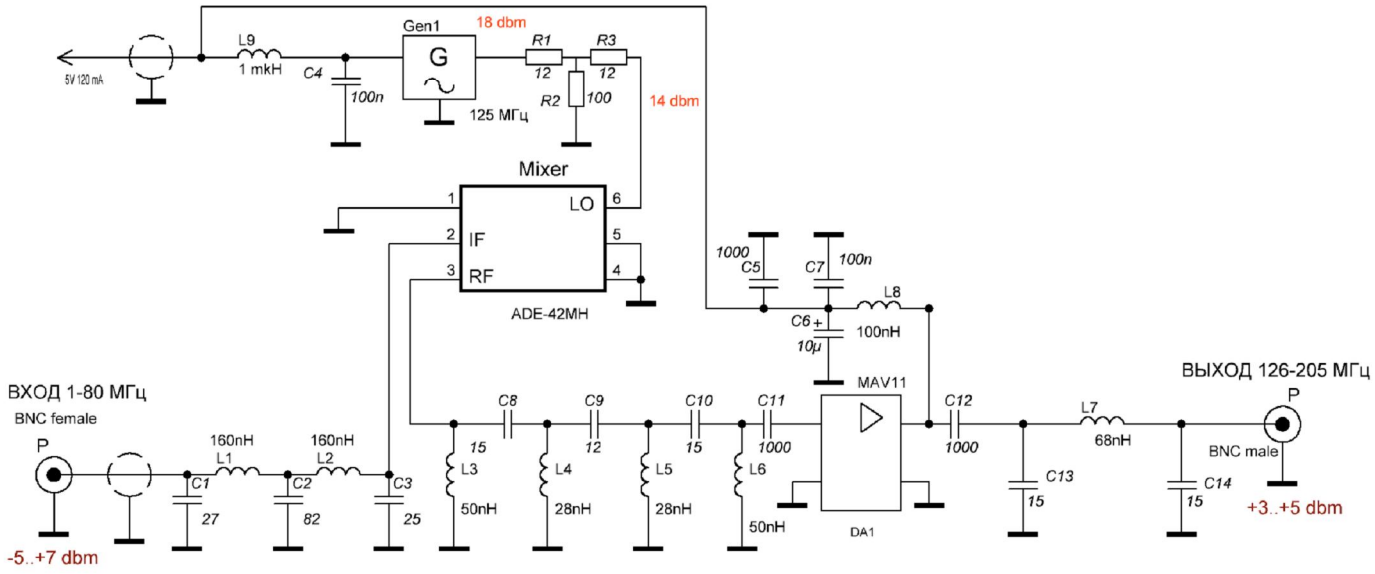
Измеритель АЧХ NWT-7 заслуженно пользуется популярностью среди радиолюбителей и конструкторов различной аппаратуры. Сейчас существует множество разновидностей данного измерителя АЧХ. Объединяет их одно – использование DDS в качестве управляемого с компьютера ГКЧ. Первые публикации данной схемы радиолюбителя DK3WX появились в немецком радиолюбительском журнале FUNKAMATEUR 12/1997 и 1/1998 . С тех пор изменились программное обеспечение и схемотехника прибора. Поддерживает проект также немецкий радиолюбитель DL4JAL. Появились и отечественные разработки, использующие ту же идею, в частности, измерительный прибор “СКАТ” .

С самого начала появления этого прибора радиолюбители стали использовать мосты для измерения КСВ, выносные высокоомные и 50 Ом головки.

Появились дальнейшие разработки прибора до 500 МГц NWT-502 (DL1ALT). Однако их стоимость и зачастую недоступность элементной базы сужают круг пользователей такими приборами.

Предлагается приставка для переноса диапазона частоты качания встроенного ГКЧ (AD9850/9851) с помощью переноса спектра выше – в интересуемый для измерения диапазон частот. Для измерения АЧХ фильтров и КСВ антенн двухметрового радиолюбительского диапазона разработан переносчик спектра ГКЧ 1-80 МГц в 126-205 МГц. При этом, используя этот принцип, такой же переносчик можно изготовить и для частоты 411-490 МГц, хотя относительный диапазон качания для этих частот становится уже мал.

Схема переносчика приведена на рисунке 1.



ФНЧ на входе прибора дополнительно с ФНЧ, который находится в приборе NWT-7, подавляет гармоники ГКЧ выше 80 МГц. На вход “IF” высокоуровневого смесителя ADE-42MH фирмы MiniCircuits подается отфильтрованный сигнал ГКЧ, а на вход “LO” подается сигнал опорного генератора. Уровень гетеродина подбирается исходя из требуемого уровня для смесителя (для ADE-42MH +13 dbm) и выходного уровня генератора. Опорный генератор может быть любого типа, причем не обязательно с синусоидальным типом выходного сигнала. Важно, чтобы его выходная мощность на нагрузке 50 Ом была не менее 14-15 дбм, иначе придется использовать дополнительный усилитель опорного генератора. Частота опорного генератора может быть от 100 до 125 МГц, самые удобные частоты 100, 110, 120 МГц, это позволит уменьшить уровень помехи зеркального канала и облегчает расчет частоты при измерении с программой NWT-7. Я использовал генератор 125 МГц с выходной мощностью 18 дбм и током потребления 50 мА.

На выходе смесителя (“RF”) для фильтрации зеркального канала установлен ФВЧ 7-го порядка с Чебышевской характеристикой. Это позволило ослабить зеркальный канал до уровня минус 30 дб для частоты качания ГКЧ 15-25 МГц и, соответственно, выходной частоты 140-150 МГц. Для частот ниже 140 МГц зеркальный канал ослаблен меньше, но это также не вносит заметных неудобств для настройки фильтров и измерени КСВ в диапазоне 130-200 МГц. При выборе частоты опорного генератора, равной 100 МГц подавление зеркального канала для частотного диапазона 140-150 МГц будет уже минус 35 дб.

На выходе ФВЧ установлен высокодинамичный усилитель MAV-11, имеющий максимальную выходную мощность 50 мВт. На его выходе установлен простой ФНЧ с частотой среза 210 МГц. Выходная мощность приставки для переноса спектра составила от +7 дбм до +3 дбм , при входной мощности ГКЧ от +9 дбм до +3 дбм. Причем, при включении встроенного аттенюатора прибора NWT-7 на значение минус 10 дб, сохраняется линейность коэффициента передачи приставки и уменьшается уровень паразитных спуров в полосе 130-200 МГц, это может быть полезным при настройке фильтров с высоким подавлением за полосой прозрачности. Выходного уровня приставки хватает для работы моста для измерения КСВ непосредственно с выхода приставки без использования дополнительного усилителя.

Смесители можно применить ADE-12MH, ADE-25MH, ADE-35MH фирмы MiniCircuits или любые другие с уровнем по входу “LO” (гетеродина) от 12 до 17 дБм. На выходе смесителя можно установить аттенюатор 3 дб или диплексор, при этом можно дополнительно понизить уровень паразитных гармоник, но при этом уменьшится уровень выходного сигнала приставки, хотя уровень выхода более важен для работы моста КСВ, чем для работы в режиме АЧХ.

При работе с приставкой можно провести калибровку коэффициента передачи и занести ее в память программы для NWT-7 под своим именем. Также можно сохранить калибровку и при работе совместно с мостом КСВ.

Для измерения КСВ можно применить мост, показанный на рисунке 2.

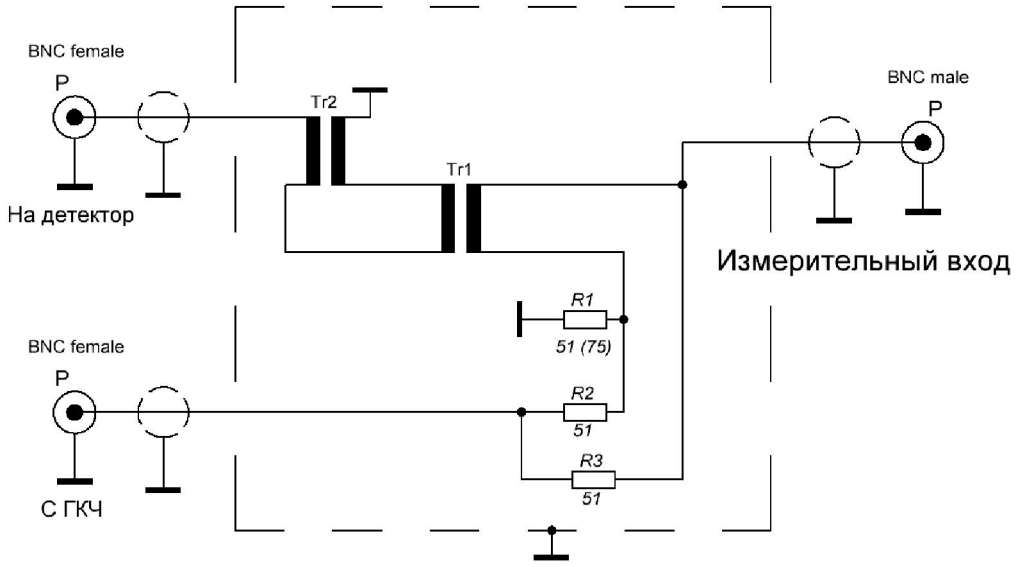


Рисунок 2

Конструктивно он располагается в корпусе от аттенюатора прямоугольной формы, его особенность в том, что используется трансформатор в диагонали моста и симметрирующий трансформатор, это позволило получить широкую полосу работы моста. Было изготовлено несколько таких мостов, причем было зафиксировано отсутствие завала на низких частотах от 100 кГц до 500 кГц. Были использованы готовые трансформаторы от сетевых карт и сетевых модулей материнских плат. При проверке, данные трансформаторы имели приемлимую АЧХ от 100 кГц до 500 МГц. Если не удастся демонтировать данные трансформаторы (они имеют тонкие обмоточные проводники) – можно использовать их ферритовый сердечник и намотать трансформаторы самому. Намотка производится бифилярным проводом (около 10 скруток на 1 см) диаметром 0,09 мм, количество витков 20-25. Расположение элементов внутри корпуса показано на рисунке 3. схема смонтирована навесным монтажом на платине из луженой жести, впаянной между двумя разъемами BNC. При монтаже важно соблюдать симметричность плеч моста. Трансформаторы закреплены каплями герметика.

Внешний вид расположения элементов в корпусе моста КСВ показан на рисунке 3.

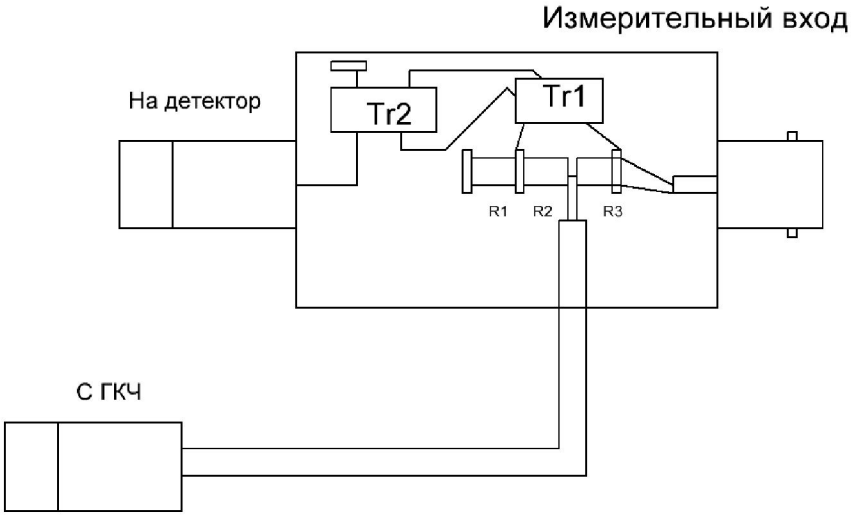


Рисунок 3.

График обратных потерь при присоединении нагрузки 50 Ом к мосту, измеренный на векторном анализаторе цепей, показан на рисунке 4 и 5

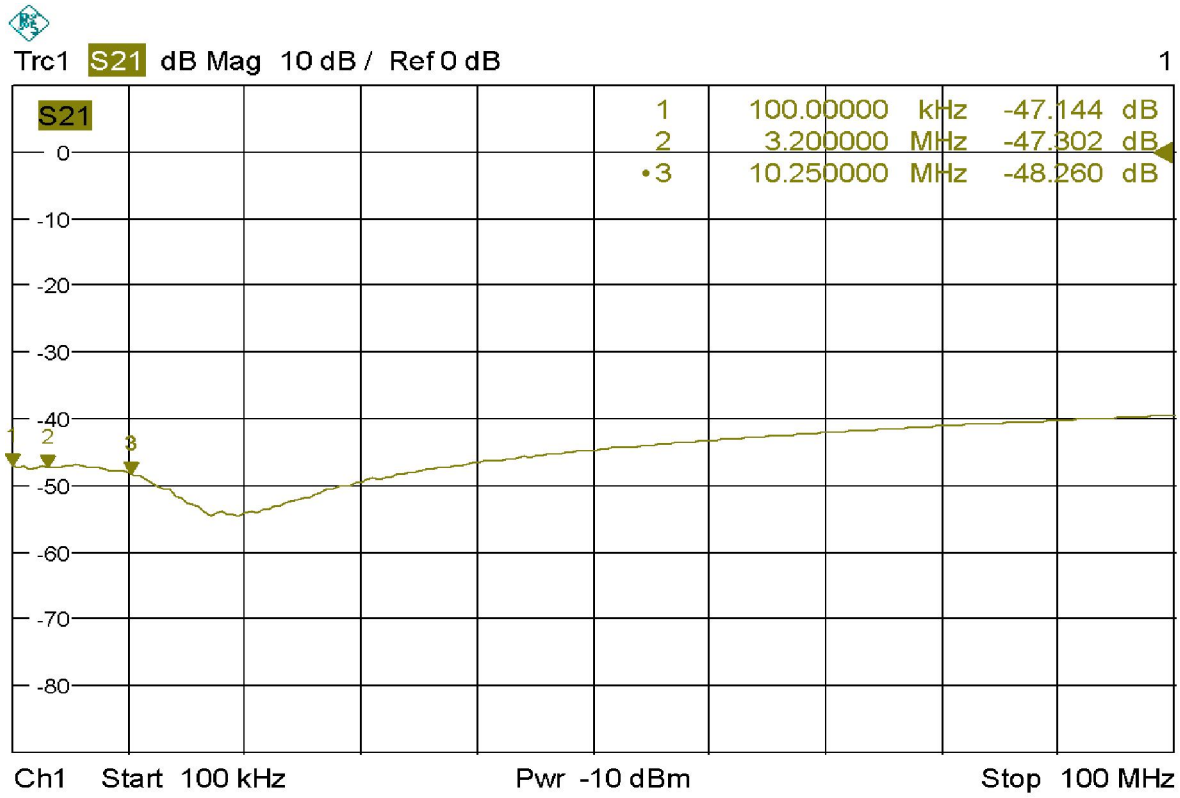


Рисунок 4.

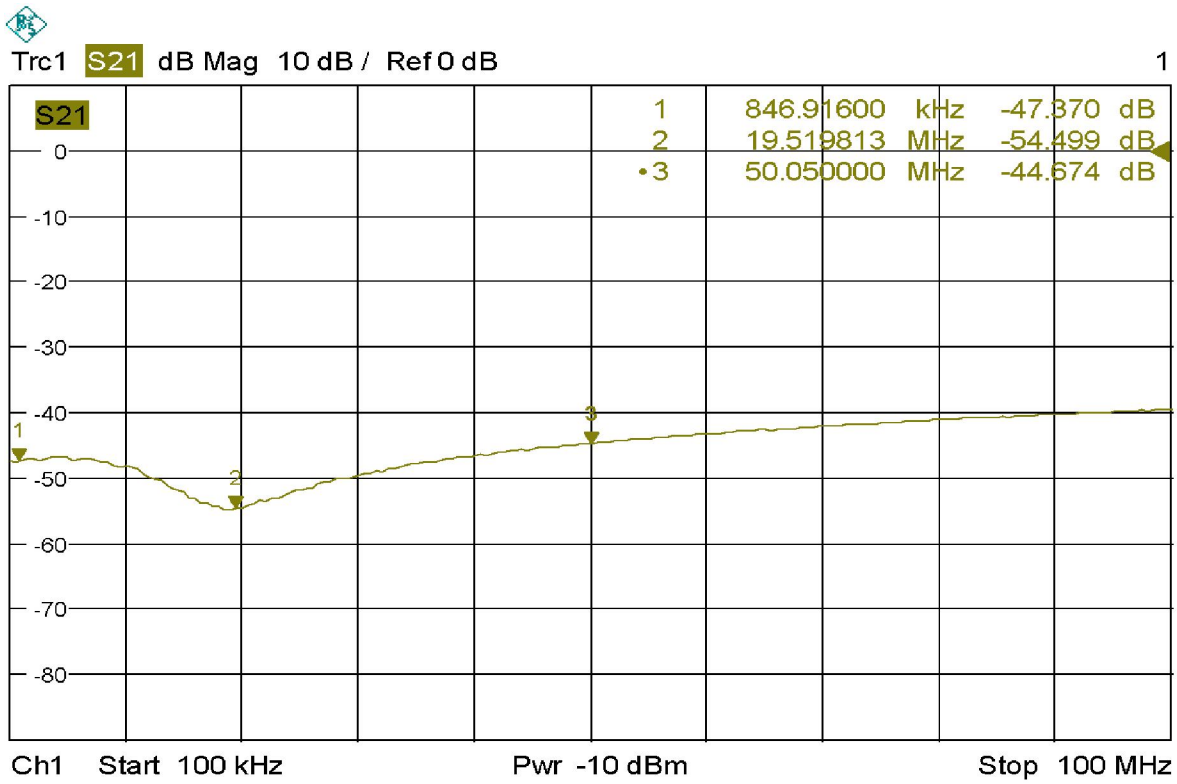


Рисунок 5

График обратных потерь при присоединении нагрузки 100 Ом к мосту, измеренный на векторном анализаторе цепей, показан на рисунке 6.

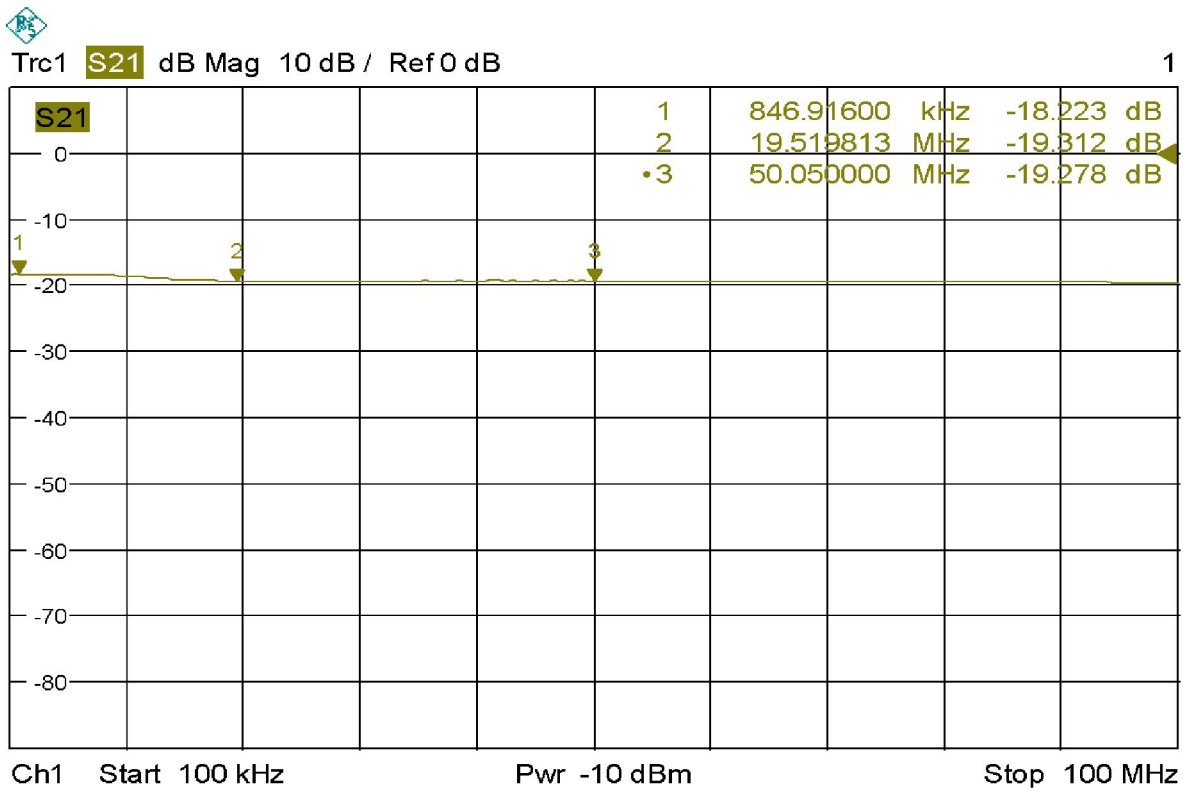


Рисунок 6

Для измерения в высокоомных цепях я изготовил ВЧ щуп в подходящем корпусе от щупа X1-48. Его схема приведена на рисунке 4.

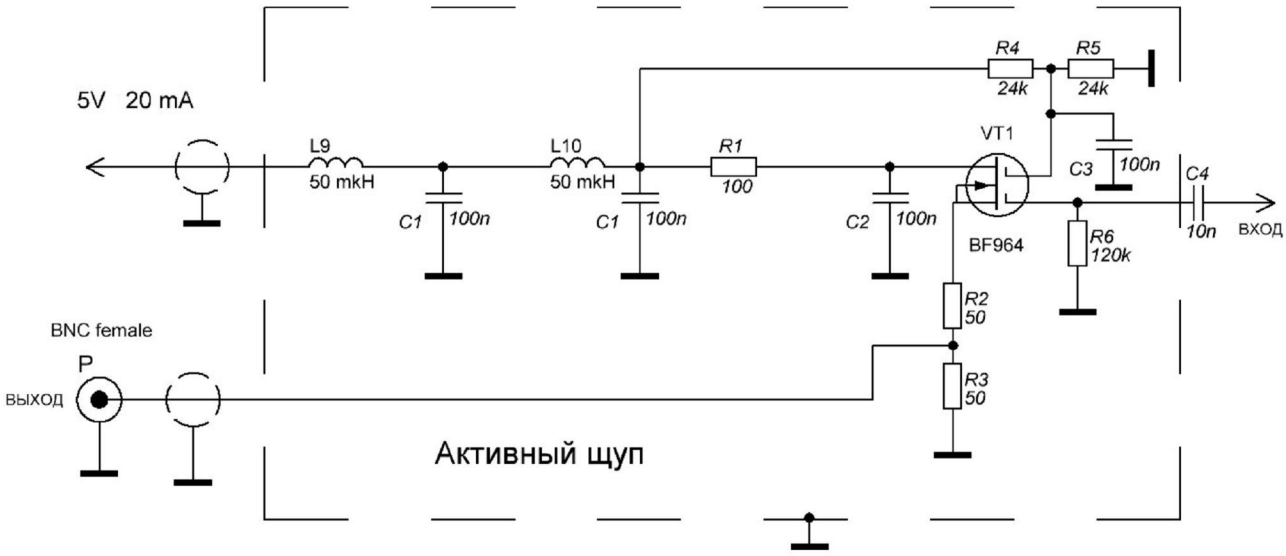
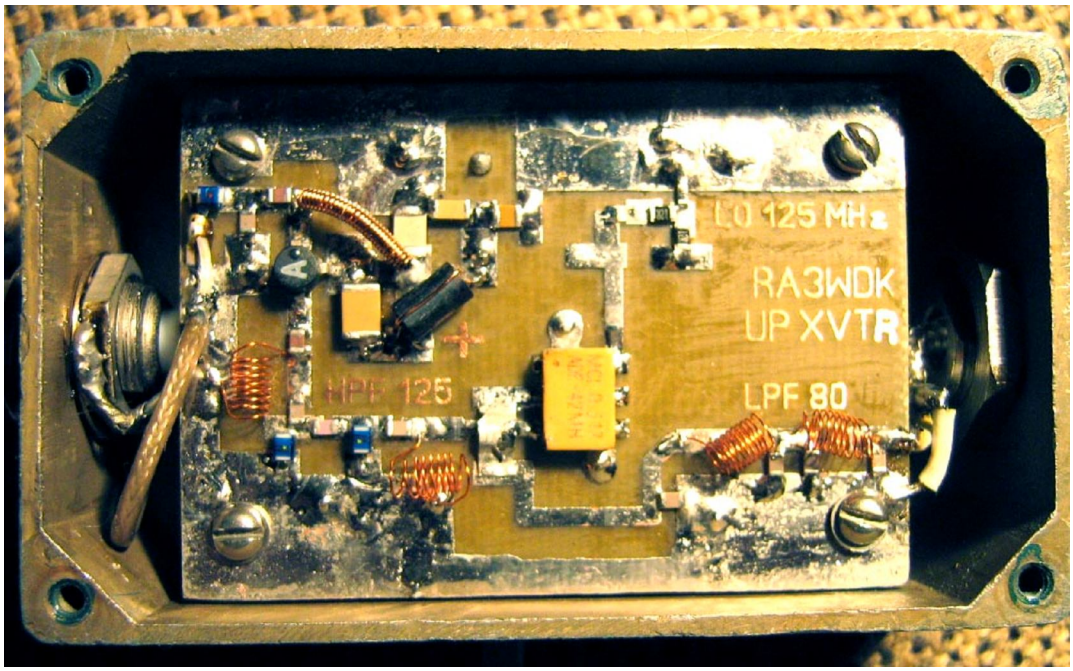


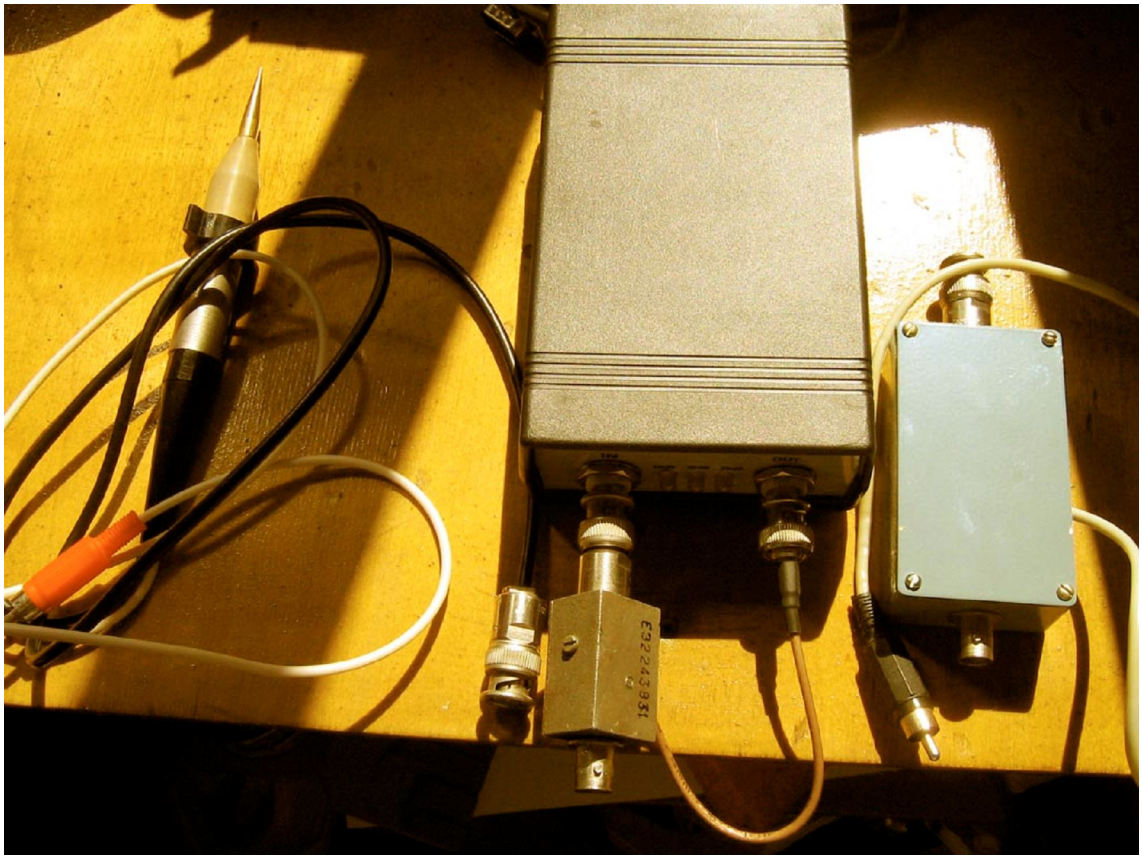
Рисунок 4.

На задней панели прибора NWT-7 я расположил гнездо (под “тюльпан”), на которое вывел +5 В через простейший фильтр питания и предохранитель на 100 мА. Приставку для переноса спектра и активный щуп я подключаю к этому гнезду.

Внешний вид приставки для переноса спектра :



Внешний вид прибора NWT-7 с подключенным мостом КСВ :



В качестве примера несколько графиков, измеренных с помощью переносчика и моста КСВ.

Фильтр от FM-301, перестроенный на 144 МГц, выше по частоте видны артефакты от побочных гармоник преобразования.

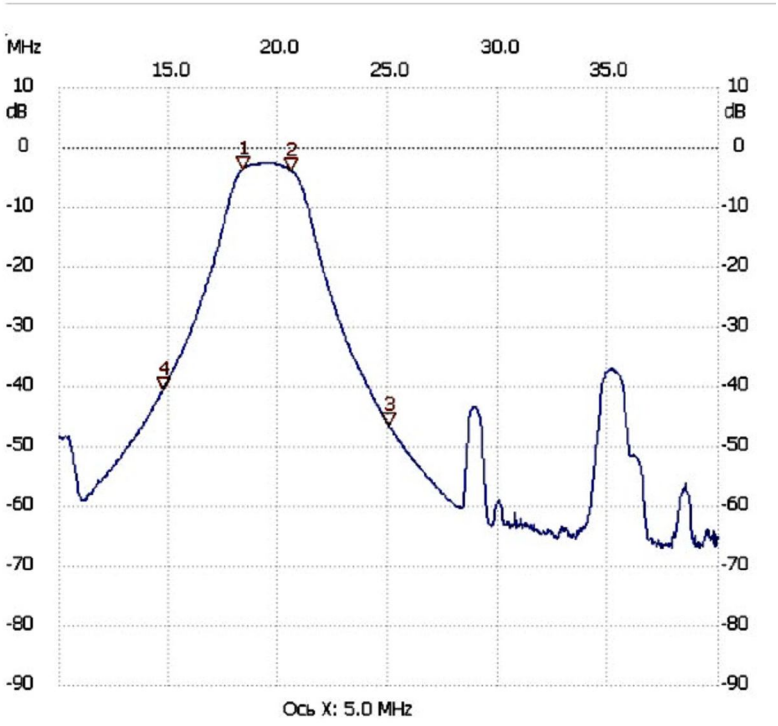
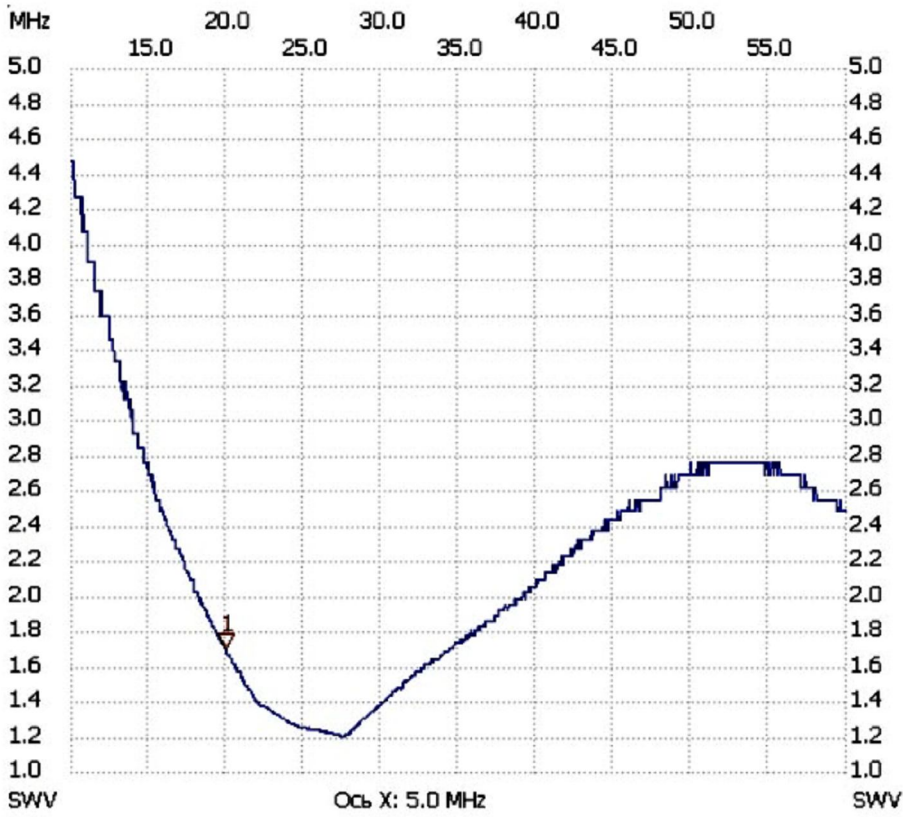


График КСВ укороченного штыря,(стальная спираль в резине) – самодельная антенна для DJ-180. Без специальнаого макета, изготовленного по размеру DJ-180, резонанс антенны выше 150 МГц.Но если использовать макет и держать радиостанцию перед собой, резонанс смещается на свое место (влияет система-оператор-станция –антенна)



RA3WDK 2011