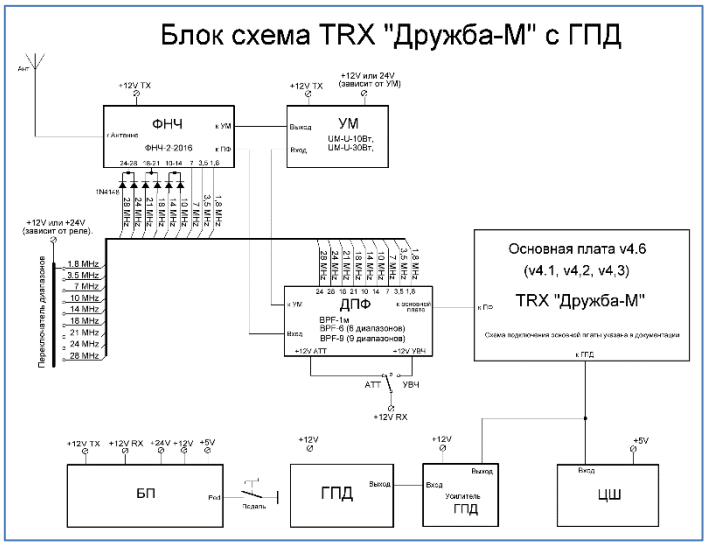
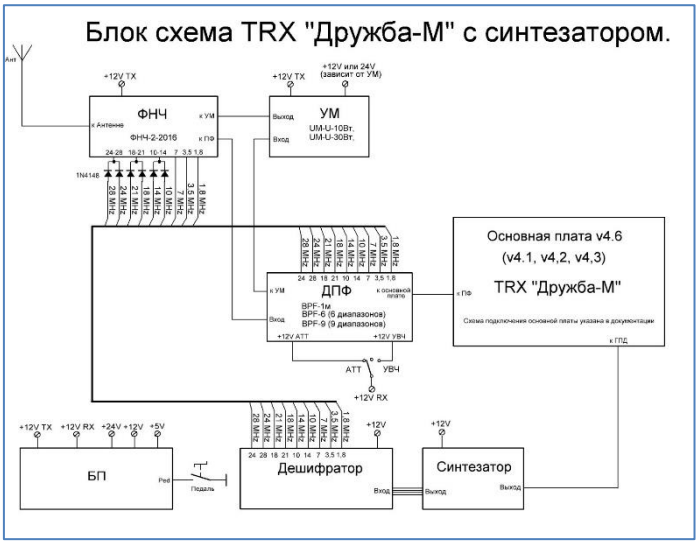
КВ Трансивер «Дружба-М»

Коротковолновый трансивер «Дружба-М» предназначен для проведения любительских радиосвязей SSB и CW на всех девяти КВ диапазонах от 160 до 10 м. Он является дальнейшей разработкой трансивера «Десна» («Дружба») и представляет собой конструкцию, доступную для повторения радиолюбителями средней квалификации. При проектировании трансивера «Дружба-М» ставилась задача создать недорогой аппарат с приемлемыми электрическими характеристиками, обладающий высокой повторяемостью и доступной для большинства радиолюбителей элементной базой. Данная конструкция не содержит каких – либо оригинальных схемных решений, это «сборная солянка» из узлов, ранее описанных другими авторами и хорошо зарекомендовавших себя при массовом повторении.

Трансивер имеет следующие основные технические характеристики:

- Чувствительность приемного тракта при соотношении сигнал / шум 10 дБ, не хуже 0,25 мкВ;
- Двухсигнальная избирательность при расстройке сигналов 20 кГц не менее 80 дБ;
- Диапазон регулировки АРУ не менее 80 дБ при изменении выходного напряжения на 6 дБ;
- Выходная мощность передающей части трансивера 10-30 Вт.





КВ - трансивер «Дружба-М» представляет собой трансивер с одним преобразованием частоты и содержит семь функционально законченных блоков или плат:

- Основная плата
- Плата полосовых фильтров BPF-9 (девять диапазонов) или BPF-6 (шесть диапазонов) с аттенюатором и усилителем высокой частоты, плата трехконтурного ДПФ «Дружба-3М»;
- Плата усилителя мощности Дружба (20-30 ВТ на IRF510) или плата усилителей мощности на платах серии UM-U (10Вт на КТ920Б или 30-40Вт на КТ922Б);
- Плата фильтров нижних частот ФНЧ-2, и плата трехзвенных фильтров ФНЧ «Дружба-3М»
- Синтезатор частоты или блок генератора плавного диапазона ГПД;
- Цифровая шкала (ЦШ), если используется ГПД;
- Блок питания (БП).
- Трансформатор ТПП-278 или аналог.

Основная плата КВ трансивера «Дружба-М» (вариант платы v6.0)

Основная плата КВ трансивера «Дружба–М» по повторяемости, простоте настройки прекрасно зарекомендовала себя и прошла испытания серийным производством на П.П. «Контур».

Первые каскады основной платы КВ трансивера «Дружба–М»:

- Высокоуровневый двойной балансный кольцевой смеситель
- Широкополосный усилитель ГПД (синтезатора частоты)
- Каскад согласования смесителя и восьми кристального кварцевого фильтра с использованием мощного полевого транзистора КП903 (VT1). Каскады, собранные на КП327 (VT2), и КТ315 (VT11) — это схемные решения, давно всем известные и прекрасно себя зарекомендовавшие (Урал Д-04).
- Два каскада УПЧ, выполнены на двухзатворных малошумящих полевых транзисторах КП327 (VT3 и VT4). Между ними включен четырехкристальный подчисточный кварцевый фильтр с изменением полосы пропускания (только на прием в режиме CW) при помощи варикапов КВ139А, на которые подается напряжение с транзистора КТ315 (VT18). При напряжении 12В полоса подчисточного фильтра равна 2,7 КГц. При отсутствии напряжения полоса для телеграфа – 1 КГц. Оба каскада УПЧ охвачены АРУ (автоматическая регулировка громкости).
- Модулятор–демодулятор (он же, - второй смеситель) это кольцевой смеситель на диодах КД514, в схему которого, для упрощения балансировки введен подстроечный резистор R67.
- Предварительный УНЧ двухкаскадный выполнен на малошумящих транзисторах КТ3102Е (VT15, VT16) с коэффициентом усиления порядка 600 – 800.
- После достаточного усиления сигнала предварительным УНЧ открылась возможность использования в оконечном УНЧ доступной микросхемы К174УН14 (DD2), как говорят радиолюбители - в легком режиме.
- В трансивере применяется самая простая и хорошо зарекомендовавшая себя схема АРУ выполненная на транзисторах серии КТ3102Е (VT13 и VT12), на VT14 собран усилитель АРУ, сигнал на который подается со второго каскада УНЧ в результате чего исключается зависимость работы схемы АРУ от положения переменного резистора «Усиление НЧ».
    - Уровень срабатывания АРУ выставляется подстроечным резистором R106

- Выключение АРУ производится замыканием на «корпус» базы транзистора VT13, но не на прямую, а через сопротивление 3,3к, что дает возможность защитить Вас от «любимого» соседа «подошедшего» с кВт–ом поздороваться. В этом случае, АРУ сработает.

- На базу транзистора VT12 через развязывающий диод подается напряжение с ручного регулятора усиления ПЧ, а к эмиттеру, через подстроечный резистор, подключается прибор S-метра (100-250 мкА).
- На транзисторах КТ315 (VT19) и КТ646 (VT20) выполнены кварцевый опорный генератор (КОГ) и широкополосный усилитель по стандартным, давно зарекомендовавшим себя схемам.
- Микрофонный усилитель выполнен на транзисторах типа КТ3102Е (VT6, VT7) с коэффициентом усиления 600 – 800. Входные цепи его подобраны для работы с динамическими микрофонами типа МД-66, МД80, МД382. Каскад на КТ815 (VT5) – эмиттерный повторитель. На первый каскад микрофонного усилителя питание подается с переключателя SSB/CW через электронный ключ на транзистор КТ361 (VT8), в режиме «передача» подключается питание ко второму каскаду с шины «+ТХ».
- Телеграфный генератор собран на транзисторе КТ315 (VT10) по схеме емкостной трехточки. Управление генератором CW производится ключом на транзисторе КТ361 (VT17). Самоконтроль в режиме CW реализован на микросхеме К561ЛА7 (DD1) – это RC генератор (800-1000 Гц), который запускается высоким логическим уровнем, поступающим на вывод 6 с коллектора транзистора VT17, а с выхода 10 уже звуковой сигнал подается на вход микросхемы УНЧ К174УН7 (DD2). Желаемый уровень сигнала устанавливается подстроечным резистором R57.
- Выбор промежуточной частоты трансивера зависит от примененного кварцевого фильтра. В литературе неоднократно описывались схемы и методики изготовления самодельных фильтров на различные частоты. Основная плата трансивера «Дружба-М» разработана, под восьмикристальный основной и четырехкристальный подчисточный кварцевые фильтры «Десна» или малогабаритная версия КФ-8м и ПКФ-4м (fc = 8,865 МГц). Эти КФ собраны на базе кварцевых резонаторов от телевизионных PAL/SECAM приставок. Как показали измерения, указанные кварцы имеют высокую добротность, резонансный промежуток составляет от 14 до 20 кГц. Восьмикристальный кварцевый фильтр из таких резонаторов имеет следующие параметры:
  - коэффициент прямоугольности по уровням 6 и 60 дБ – 1.5 – 1,7;
  - затухание за полосой пропускания более 80 дБ;
  - неравномерность в полосе пропускания – 1.5 - 2 дБ;
  - полоса пропускания по уровню 6 дБ – 2.4 кГц;
  - входное и выходное сопротивление 200 - 270 Ом.

- Схема формирования режима RX/TX выполнена на реле РЭС-49 (РЭК-23) с напряжением срабатывания не более 12 вольт. Все внешние соединения с основной платы производятся через соответствующие разъемы

Особенности сборки и монтажа

Основная плата имеет размеры 215×98 мм и выполнена из **двухстороннего** ф/стеклотекстолита толщиной **1,5мм**. При монтаже платы необходимо учесть, что некоторые цепи соединяются через перемычки, а на некоторые р/элементы «земля» подается через корпусные выводы кварцевых фильтров, которые необходимо тщательно пропаять.

На основной плате применяются:

- высокочастотные дроссели - типа ДМ, ДПМ или импортные аналоги с номинальным током не менее 0,1А.
- Разъемы однорядные типа PLS (ответная часть BLS) и WF, ответная часть HU.
- Постоянные резисторы 1/4Вт,
- Подстроечные резисторы – многооборотные 3296W,
- Конденсаторы типа К10-17 или импортный аналог.
- Реле типа РЭС-49 на рабочее напряжение 12-18В.

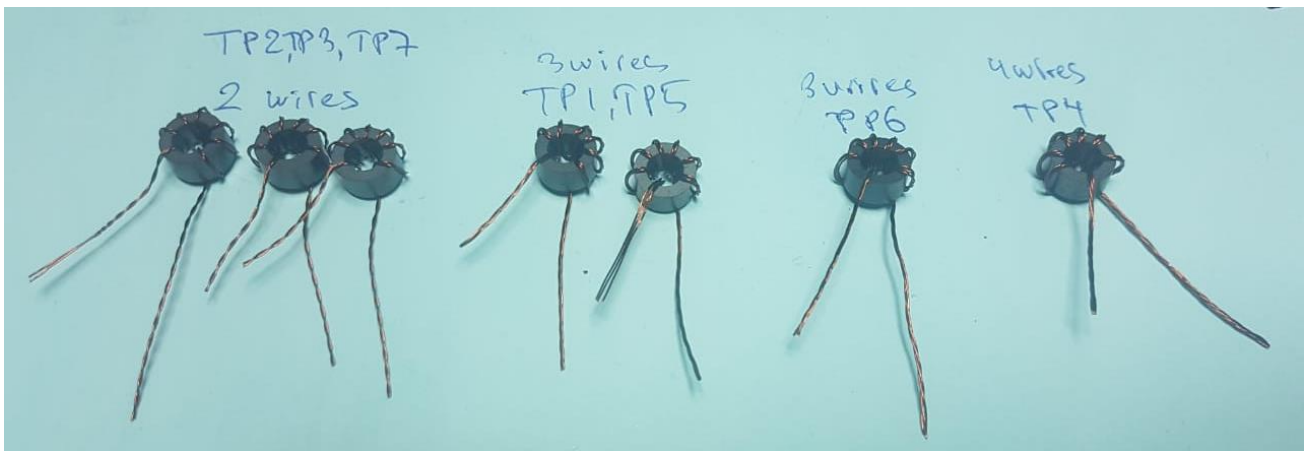
Внимание! Для монтажа удобно использовать спецификацию по соответствию номиналов на плате. Список номиналов и их соответствия поставляется в распечатанном виде к набору. Это значительно ускоряет монтаж без ошибок.

Корпуса кварцевых резонаторов и кварцевого фильтра для исключения фона переменного тока и микрофонного эффекта необходимо соединить с корпусом.

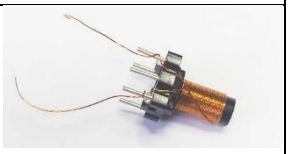
Катушки индуктивности выполняются проводом ПЭТВ-2 0,1-0,16 на каркасах диаметром 6 мм с подстроечными сердечниками. Каркасы заключены в экран.

Катушки L1, L4, L6 содержат по 28 витков, намотка виток к витку, катушки связи L2, L5, L7 содержат 5-6 витков, поверх L1, L4, L6 ближе к середине и фиксируются клеем БФ-2 (БФ-6). Катушки L3, L8 содержат по 25-35 витков (подбирается при настройке), намотка виток к витку.

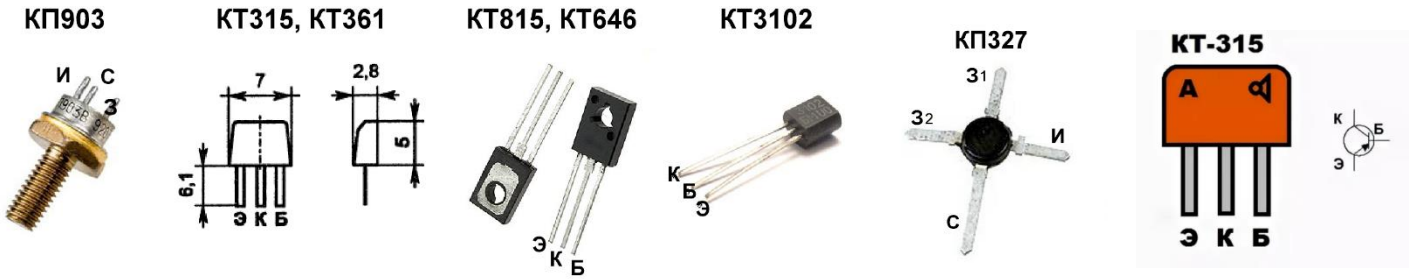
Широкополосные трансформаторы выполняются на ферритовых кольцах К10х6х5 (К10х6х3) 600-1000нн проводом ПЭЛШО-0,28-0,35 (ПЭВ-2 - 0,28-0,35). Трансформаторы Тр1, Тр5, Тр6 содержат по 7 витков в три скрученных провода, Тр4 содержит 7 витков в четыре скрученных провода, Тр2, Тр3, Тр7 содержат по 7 витков в два скрученных провода.



ВНИМАНИЕ! обращаю дополнительное внимание на правильное и качественное изготовление широкополосных трансформаторов, особенно соблюдения полярности при соединении обмоток.

Элемент	Порядок сборки	Фото
L1, L4, L6	28 витков (виток к витку) проводом ПЭТВ-2 0,1-0,16	
L2, L5, L7 (поверх L1, L4, L6 соответственно)	5-6 витков ПЭТВ-2 0,1-0,16, поверх L1, L4, L6 соответственно, ближе к середине и фиксируются клеем БФ-2 (БФ-6).	
L3, L8	25-35 витков ПЭТВ-2 0,1-0,16 (подбираются при настройке). Рекомендуем 28 витков первично, далее откорректировать при необходимости.	
Широкополосные трансформаторы Тр1, Тр5, Тр6	Выполнены на ферритовых кольцах К10х6х5 и содержат по 7 витков в три скрученных провода, т.е. Отрезаем три одинаковых отрезка от провода ПЭВ-2 - 0,28-0,35 длинной 25-30см. Делаем скрутку трех проводов с шагом 2-3 витка на сантиметр. В быту удобнее всего и практичнее воспользоваться ручным шуруповертом или дрелью: Оба конца временно завязываются. Один конец цепляем в патрон дрели, другой за какой-нибудь предмет. Медленно крутим дрель и контролируем шаг витков на сантиметр. Получается красиво и быстро. Далее, зачищаем концы, идентифицируем провода (где, какой конец), и устанавливаем на плату согласно выводам на принципиальной схеме	
Тр4	Содержит 7 витков в четыре скрученных провода ПЭВ-2 - 0,28-0,35	
Тр2, Тр3, Тр7	Содержат по 7 витков в два скрученных провода ПЭВ-2 - 0,28-0,35	

Цоколевка транзисторов не должна вызывать особых трудностей. Иллюстрации ниже.



Кварцевые фильтры «Десна»

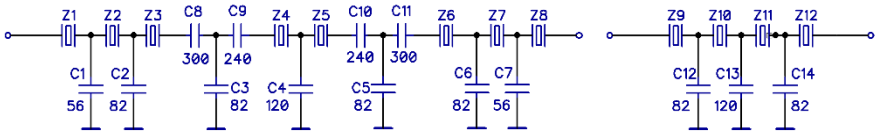
Сборка кварцевых фильтров производится на отдельных платах, которые крепятся к основной плате первым и последним выводом от кварцевых резонаторов – обратите на это внимание, и не отрезайте их во время монтажа кварцев. Также необходимо оставить выводы на подчисточном кварцевом фильтре для последующего подключения к основной плате (см. принципиальную схему 4-х кристального фильтра ниже).

Все кварцевые резонаторы подбираются на одну частоту из очень большой партии, и не требуют дополнительного подбора. Конденсаторы подобраны по номиналам под фильтры. В наборе мы разделяем резонаторы на три пакета: 8 кварцев и 4 кварца соответственно для фильтров, и два опорных кварца, которые устанавливаются отдельно на основную плату.

Кварцы устанавливаются на плату через прокладку. Корпус каждого кварца заземляется с помощью отдельных площадок. При установке кварцевых фильтров на основную плату необходимо соединить все выводы (по краям плат фильтров) с помощью небольших отрезков (удобно использовать остатки от монтажа резисторов)

Кварцевый фильтр, собранный из набора, соответствует заданным характеристикам, и в настройке не нуждается. При необходимости увеличить или уменьшить полосу фильтров в небольшом диапазоне можно немного скорректировать крайние номиналы конденсаторов (С1 и С7; и С1 и С3 соответственно).

При подключении к прибору для проверки АЧХ не забывайте согласовывать фильтр согласно характеристикам фильтра, так как выходы приборов измерения АЧХ, как правило, настроены на нагрузку 50 Ом. В этом случае АЧХ будет отображаться неверно, что может ввести Вас в заблуждение.



Принципиальные схемы 8-ми и 4-х кристильных кварцевых фильтров "Десна". Редакция от 26.10.2024

Настройка основной платы

Настройка основной платы осуществляется отдельно от остальных блоков трансивера. До включения питания плату необходимо отмыть от остатков флюса и канифоли, визуально проверить правильность монтажа всех элементов.

Помните! Установленные компоненты на плате – это 30% собранной платы. Плата считается собранной на 100% в тот момент, когда она полностью настроена. Поэтому к этапу настройки необходимо отнестись с максимальной аккуратностью и выдержкой. Иногда процесс настройки занимает больше времени, чем сам монтаж компонентов. Мы рекомендуем взять небольшую паузу между окончанием пайки элементов и этапом настройки; навести порядок на рабочем столе после монтажа, тщательно убрать со стола все обрезки от резисторов и прочих элементов. Ни в коем случае не нужно торопиться с подключением. Часто спешка, усталость от монтажа и желание поскорее услышать эфир у приводит к фатальным последствиям при настройке.

По завершению проверки основного монтажа приступают к сборке навесной части элементов: переменные резисторы, переключатели, наушники (динамик), прибор S-метра (при наличии) согласно схеме подключения.

На плате версии 6.0 реализована возможность подключать внешний сигнал опорного гетеродина, так и использовать штатный гетеродин, реализованный на плате. Для работы со штатным опорным генератором необходимо установить перемычки «Питание ОГ» и «Выбор ОГ – Внутренний». Для подключения внешнего гетеродина необходимо разъем «Питание ОГ» оставить разомкнутым (это питание штатного блока опорного генератора), установить перемычку на разъем «Выбор ОГ – Внешний» и подключить ВЧ сигнал к разъему SMA – «Внешний ОГ».

После проверки монтажа навесных элементов к плате подключают только источник питания +12В и синтезатор частоты (или ГПД) к входу «ГПД». После включения источника питания первым проверяют узел переключения прием – передача, при включенном режиме «RX» на шине «TX» напряжение должно быть равно 0 и наоборот, в режиме «TX», на шине «RX» напряжение должно быть равно 0.

С помощью частотомера проверяем работу кварцевого опорного генератора на выходе из TP7. Сердечник катушки L8 временно зафиксируем в серединном положении. Не лишним будет проверить сигнал ГПД после усилителя на VT9.

На варикапах кварцевого фильтра VD27-VD29 в режиме SSB должно быть напряжение 12В. Это означает, что полоса подчисточного фильтра около 2.7КГц. При переключении на телеграф CW напряжение с транзистора КТ315 должно быть равно «0», и полоса фильтра снизится до 1 кГц.

Далее с помощью генератора НЧ и осциллографа проверяют прохождение неискаженного сигнала (1000 Гц) в каскадах тракта НЧ трансивера. Для проверки НЧ приемного тракта генератор с частотой 1000 Гц подключают к R87 со стороны трансформатора TP5. Щуп осциллографа подключают на выход предварительного УНЧ. На экране осциллографа должен быть «чистый синус» без каких-либо искажений. Здесь важен не максимальный уровень прохождения сигнала, а его «чистота». Настройка производится подстроечным резистором R101.

После настройки УНЧ приступают к регулировке микрофонного усилителя. Тот же генератор 1000Гц подключается на микрофонный вход, а щуп осциллографа к R87. Регулировкой подстроечных резисторов R90 (регулировка усиления) и R96 (регулировка уровня сигнала с микрофона) добиваются «чистого» синусоидального сигнала.

К входу «ПФ» подключаем антенну, или генератор частоты с уровнем, не более 20-30мВ. Далее уровень нужно уменьшать в процессе настройки контуров.

Следующий шаг: с помощью ВЧ генератора и вольтметра настраивают в резонанс контура ПЧ. В принципе, при правильном монтаже контуров ПЧ и при сердечнике, закрученном примерно наполовину, настройка контуров может быть произведена без приборов – на слух по максимальному уровню.

Чаще всего нюансы в запуске основной платы возникают в правильности включения в схему трансформатора TP4. Это несложно проверить, если при отключении, например, вывода 1 трансформатора TP4 от резисторов R7 уровень сигнала на выходе основной платы уменьшается, то TP4 включен правильно, если увеличивается, значит необходимо поменять местами выводы 1 и 2. Такая же операция проводится с выводами 3 и 4 этого же трансформатора.

Далее, вернемся к настройке опорного генератора. На этом этапе основная плата уже способна принимать эфир. Необходимо перестроится на громкую, и желательно постоянно работающую станцию. На данном этапе не обязательно добиваться на синтезаторе ровных значений по частоте на экране синтезатора, так как частота ПЧ нам с большой точностью неизвестна. Кстати, не забываем на этом этапе проверить настройки значений ПЧ на синтезаторе, в противном случае на выходе синтезатора будут неверные значения, и эфир Вы не услышите. После настройки на громкую станцию настройкой контура L8, а также подстройкой по частоте синтезатором с небольшим шагом добиваются четкой разборчивости речи оператора. Собственно, катушкой L8 мы выставляем желаемую полосу приема от 1 КГц до 2,7-3.0КГц (в зависимости от максимальной полосы кварцевого фильтра).

По завершению настройки опорного генератора удобно настроить катушку L3 телеграфного генератора, а также проверить работу тонального сигнала. При работающем узле самоконтроля в динамиках должен быть громкий тональный сигнал. Уровень подстраивается резистором R15 и R57.

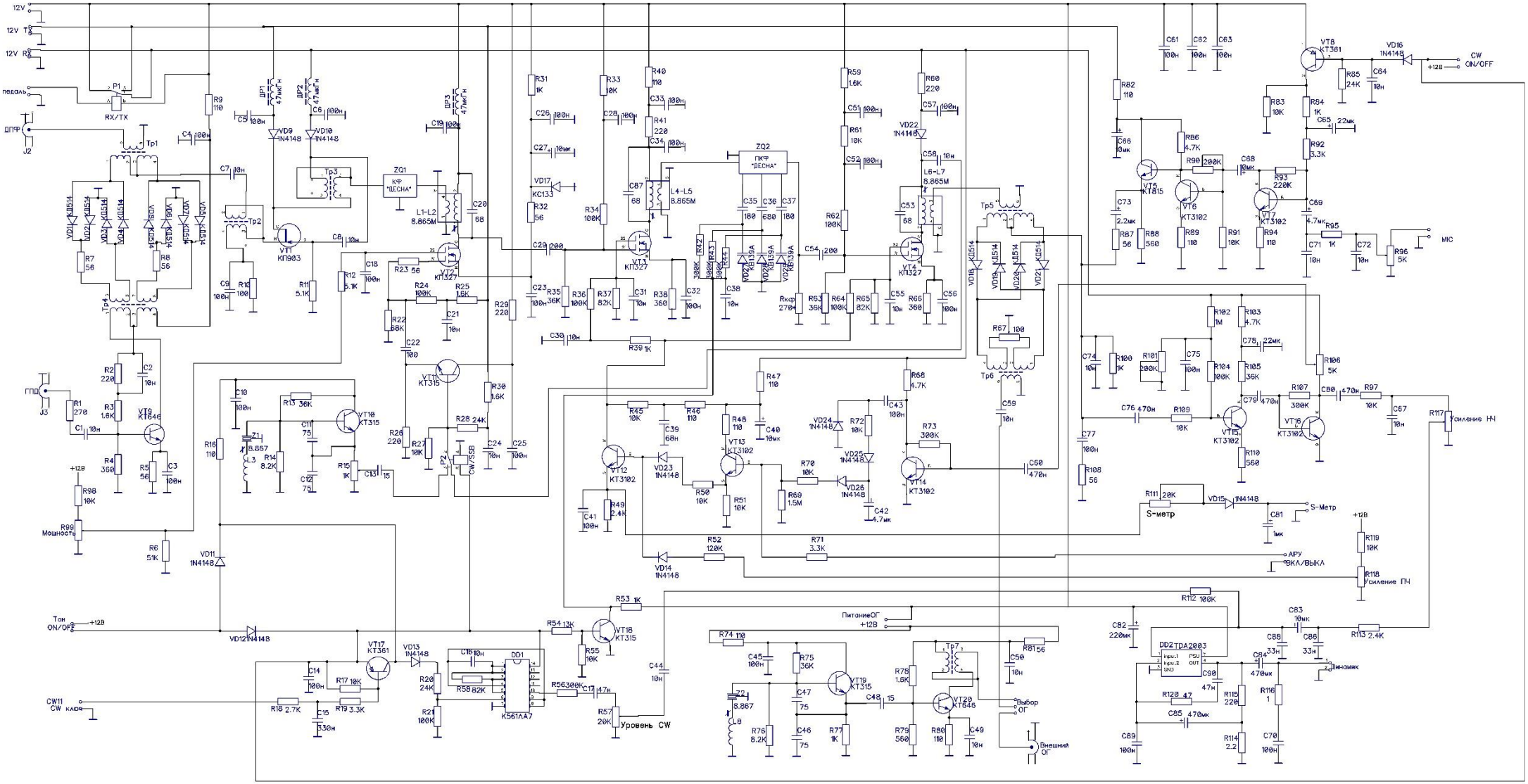
На следующем шаге необходимо настроить уровень работы Автоматической регулировки Усиления (АРУ). Часто при стандартных заводских значениях подстроечных резисторов при прослушивании эфира невозможно выставить максимальную громкость на динамике – происходит резкое «возбуждение» и рост потребляемого тока! Будьте внимательны. Не перегружайте данный узел во избежание уничтожения микросхемы TDA2003. Данный дефект устраняется настройкой АРУ с помощью подстроечного резистора R106.

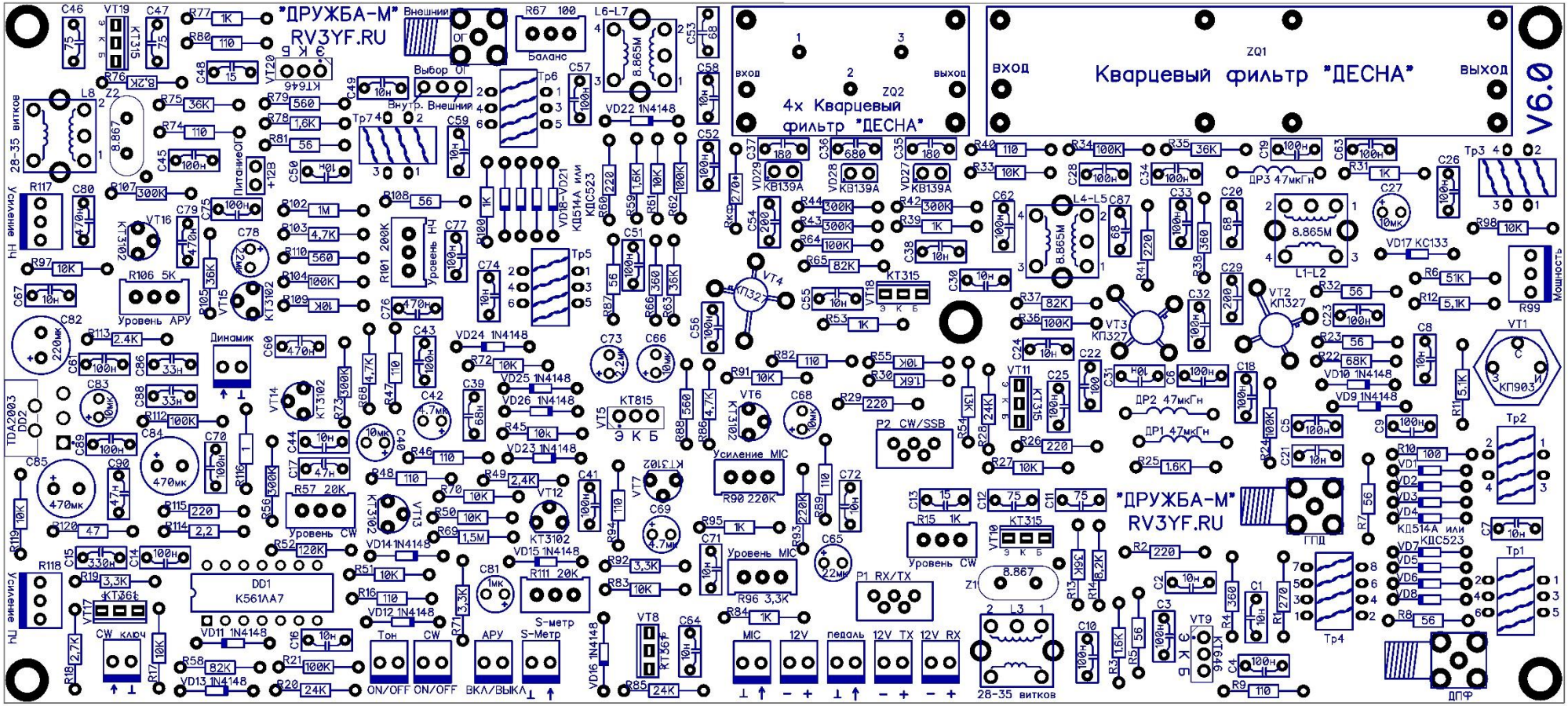
Балансировка модулятора TP5 для подавления «несущей» выполнятся с помощью подстроечного резистора R67.

В последнюю очередь можно настроить уровень работы прибора S-метра с помощью R111.

По окончанию настройки основной платы необходимо проверить уровень и «чистоту» выходного сигнала в режиме передачи, а также убедиться в правильной конфигурации балансировки модулятора.

По завершению можно поэтапно подключать остальные блоки трансивера в следующем порядке: добавляем настроенные полосовые диапазонные фильтры, настраиваем переключение между диапазонами с помощью дешифратора (или галетного переключения, если используется ГПД), и в последнюю очередь подключаются настроенные платы усилителя мощности и ФНЧ.


12V
12V TX
12V RX
педаль
ДПФР
J2
RX/TX
P1
Tp1
Tp2
Tp3
ДР1 4.7мкГн
ДР2 4.7мкГн
ДР3 4.7мкГн
ZQ1
КФ "ДЕСНА"
L1-L2 8.865М
ZQ2
ПКФ "ДЕСНА"
L4-L5 8.865М
L6-L7 8.865М
VT1 КП903
VT2 КП327
VT3 КП327
VT4 КП327
VT5 КТ315
VT6 КТ3102
VT7 КТ3102
VT8 КТ361
VT8 КТ846
VT9 КТ315
VT10 КТ315
VT11 КТ315
VT12 КТ3102
VT13 КТ3102
VT14 КТ3102
VT15 КТ3102
VT16 КТ3102
VT17 КТ361
VT18 КТ315
VT19 КТ315
VT20 КТ846
VT8 КТ815
DD1 К561ЛА7
DD2 TDA2003
VD1 КД514
VD2 КД514
VD3 КД514
VD4 КД514
VD5 КД514
VD6 КД514
VD7 КД514
VD8 КД514
VD9 1N4148
VD10 1N4148
VD11 1N4148
VD12 1N4148
VD13 1N4148
VD14 1N4148
VD15 1N4148
VD16 1N4148
VD17 КС133
VD18 КД514
VD19 КД514
VD20 КД514
VD21 КД514
VD22 1N4148
VD23 1N4148
VD24 1N4148
VD25 1N4148
VD26 1N4148
ГПД
J3
Тон ON/OFF
CW11 CW ключ
Мощность
АРУ ВКЛ/ВЫКЛ
S-метр
Усиление НЧ
Усиление ПЧ
Уровень CW
Выбор ОГ
Внешний ОГ
ПитаниеОГ +12В
CW/SSB
CW ON/OFF
МИС
Динамик
+12В


"ДРУЖБА-М"
RV3YF.RU
Кварцевый фильтр "ДЕСНА"
4х Кварцевый
фильтр "ДЕСНА"
вход
выход
V6.0
Баланс
Выбор ОГ
Внутр. Внешний
Внешний ОГ
Питание ОГ +12В
Уровень НЧ
Уровень АРУ
Динамик
Усиление MIC
Уровень MIC
Уровень CW
P1 RX/TX
P2 CW/SSB
Тон
CW
АРУ
S-метр
ВКЛ/ВЫКЛ
ON/OFF
MIC
12V
педаль
12V TX
12V RX
Мощность
ГПД
ДПФ
DD1
K561ЛА7
TDA2003
КП903
КП327
КТ315
КТ3102
КТ361
КТ644
КД514А или
КДС523
КВ139А
КС133
28-35 витков
Усиление НЧ