

Усилитель мощности «Дружба» (UM-U-2017)

Данный широкополосный усилитель мощности широко используется в трансиверах «Дружба-М», «Десна», «Роса», «Клопик» и других конструкциях. Устройство позволяет получить пиковую мощность около 30-40 Вт на нагрузке 50 Ом при входном напряжении около 100 мВ. Неравномерность амплитудно - частотной характеристики УМ - не более 0,5 дБ в полосе частот от 1 до 30 МГц.

Принцип работы

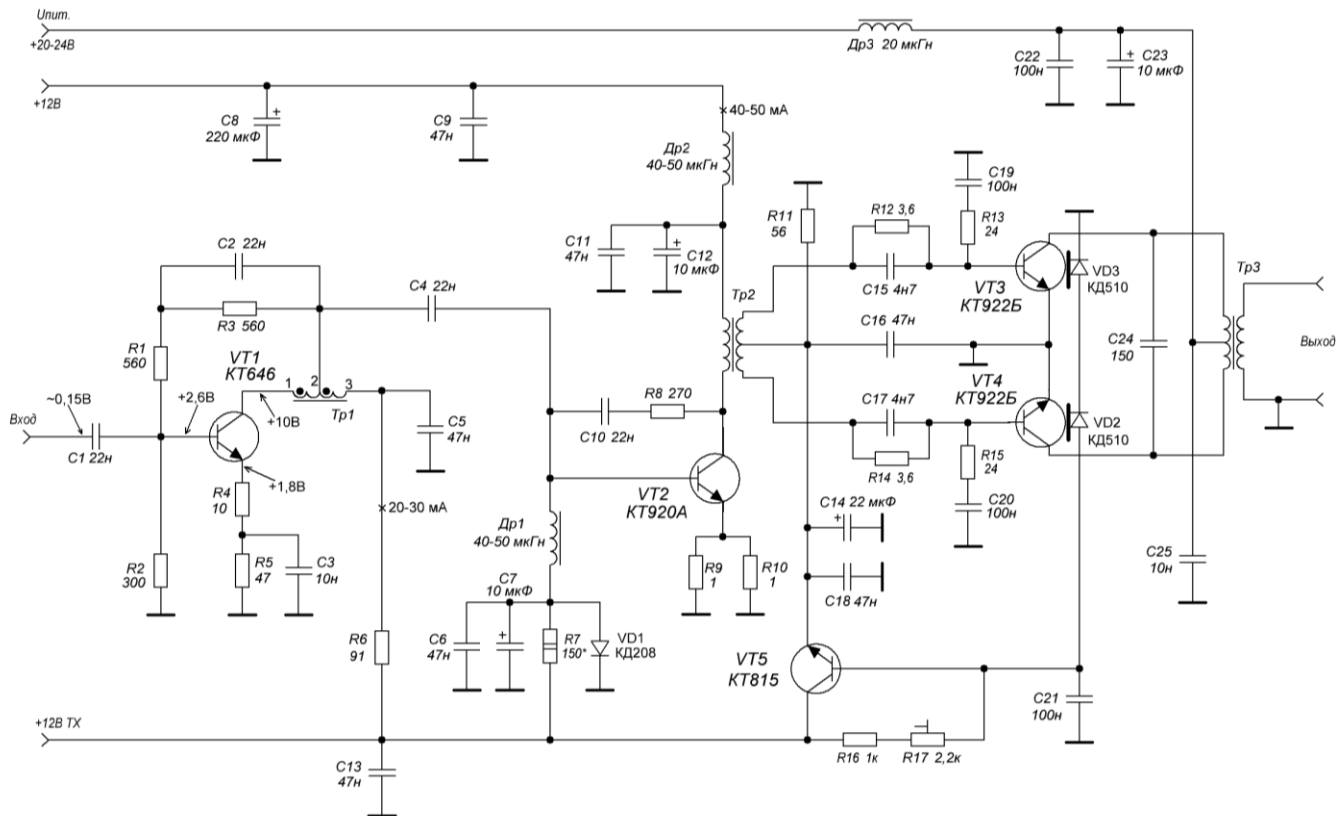
Радиочастотный сигнал со входа усилителя поступает на базу транзистора VT1 КТ646, на котором выполнен первый каскад УМ. В цепь коллектора транзистора включен широкополосный трансформатор TP1, изготовленный на ферритовом кольце проницаемостью 1000НН, размером 10х6х5. Обмотки содержат по 7 витков, их наматывают одновременно двумя свитыми между собой проводниками ПЭТВ-2 диаметром 0,28мм. Шаг скрутки 10 мм. Питается каскад напряжением +12V TX поступающим с блока управления RX/TX трансивера. Ток покоя каскада 20–30 мА.

На транзисторе типа КТ920А (VT2) выполнен пред-оконечный каскад усилителя, работающий в режиме класса АВ. Напряжение смещения задается диодом VD1 КД208. Ток покоя каскада 40-50 мА устанавливают подбором резистора R7. Резисторы R9 и R10 образуют цепь отрицательной обратной связи, повышающую линейность АЧХ и устойчивость работы каскада. При необходимости АЧХ можно скорректировать подбором элементов C10, R8. Питание каскада +12V. Нагрузкой каскада является широкополосный трансформатор TP2, изготовленный на ферритовых трубках размером 10х7х12 проницаемостью 850НН или ферритовых кольцах проницаемостью 1000НН, размером 10х6х5, которые надеты по три кольца на две латунные (медные) трубки длиной 18 мм с наружным диаметром 6 мм. Трубки нужно изготовить самостоятельно из полоски медной или латунной фольги размером не менее 18х18 мм. Трубки с кольцами вставлены в отверстия щечек, изготовленных из одностороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 1 мм. Концы трубок пропаяны. На одной из щек фольга электрически соединяет концы трубок, а на другой она образует две площадки. Таким образом, трубки с токопроводящей дорожкой на щеке образуют объемный виток, который подключают к коллектору транзистора. Выходная обмотка содержит два витка провода МГТФ-0,35, протянутого внутри трубок (см. рисунок).

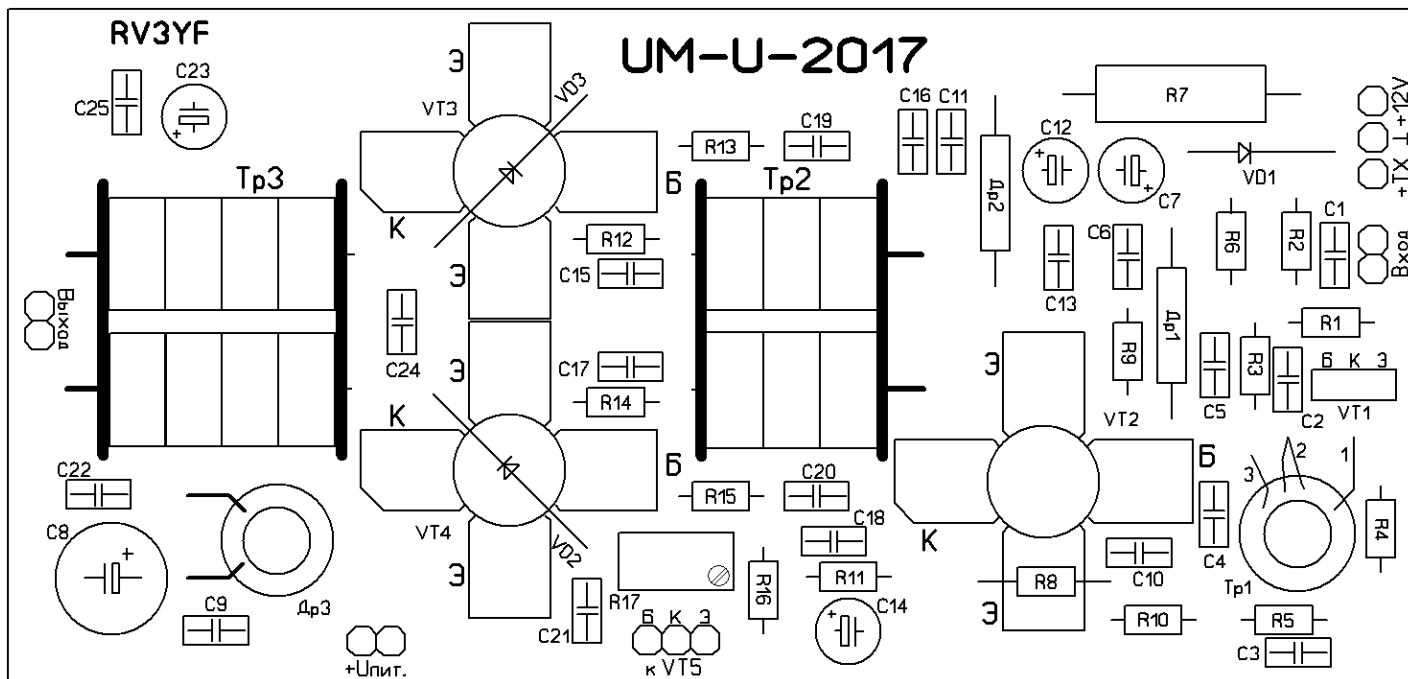
Оконечный каскад усилителя собран по двухтактной схеме на транзисторах VT3, VT4. В зависимости от комплектации и желаемой мощности усилителя применяют КТ920Б (до 10 Вт выходной мощности), КТ922Б (до 30-40Вт) или КТ922В (40-50Вт). Напряжение смещения задается стабилизатором на транзисторе КТ815 и диодами VD2 и VD3 типа КД510А. Ток покоя выходных транзисторов устанавливают резистором R17. Для термостабилизации режима работы каскада диоды VD2 и VD3 имеют тепловой контакт с корпусами транзисторов VT3, VT4, а транзистор VT5 с радиатором (охладителем), по мере разогрева окончных транзисторов напряжение смещения на базах выходных транзисторов уменьшается, что препятствует росту тока покоя окончного каскада. Корректирующие цепи C15, R12 и C17, R14 уменьшают коэффициент усиления в области низких частот, а C24 совместно с первичной обмоткой TP3 поднимают АЧХ вблизи верхней границы рабочего диапазона частот. Нагрузкой окончного каскада УМ является широкополосный трансформатор TP3, изготовленный аналогично TP2 на ферритовых трубках размером 10х5х20 проницаемостью 850НН или компоновкой по четыре ферритовых кольца проницаемостью 1000НН размером 10х6х5. Питание окончного каскада усилителя +20-24V. Максимальный ток выходного каскада 1,8 – 2,4 А.

Конструктивно усилитель мощности выполнен на двухсторонней печатной плате размерами 124х60 мм. Схема расположения элементов на плате показана на Рис.1. Транзисторы VT2, VT3, VT4 установлены на общем радиаторе – дюралеевой пластине толщиной 3-5 мм. Размер и расположение отверстий для изготовления радиатора (охладителя) показан на Рис.2.

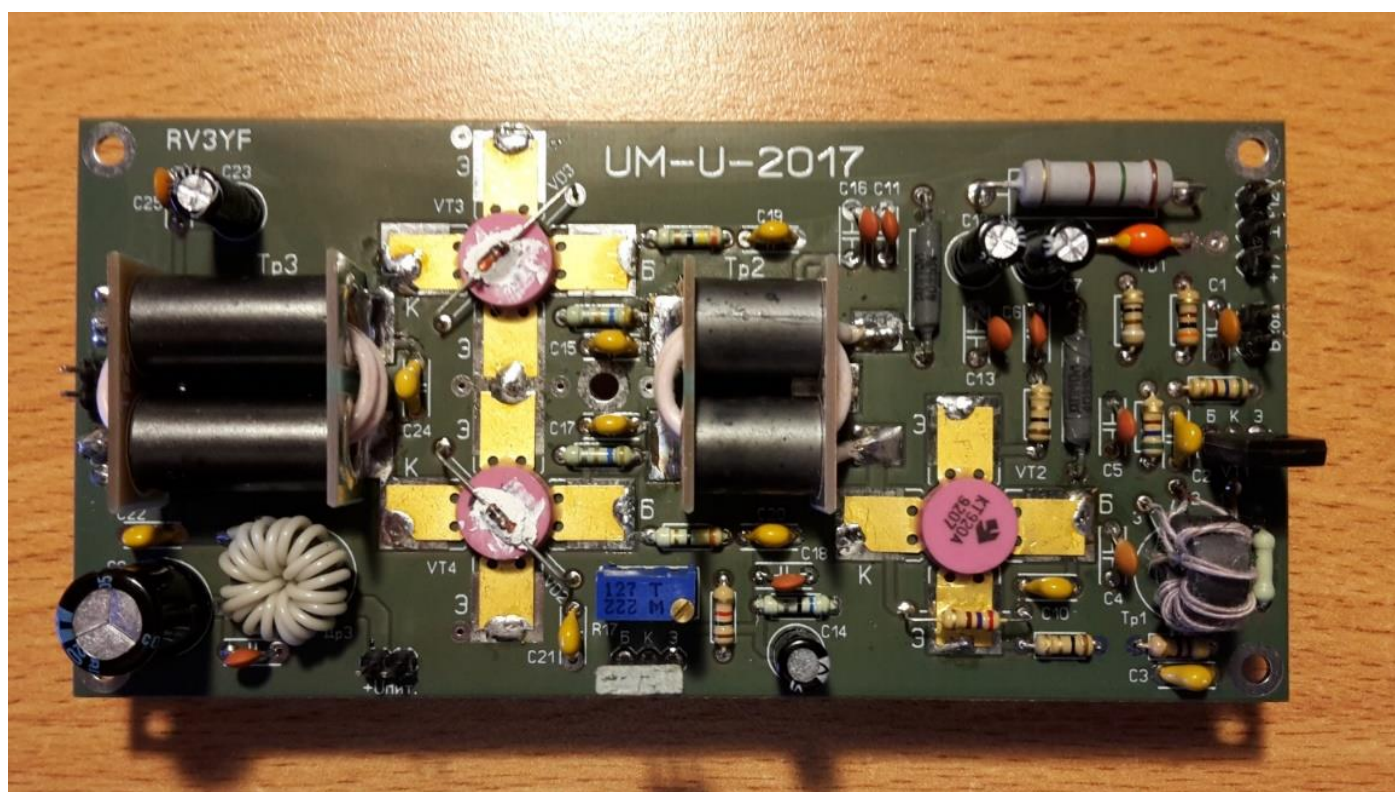
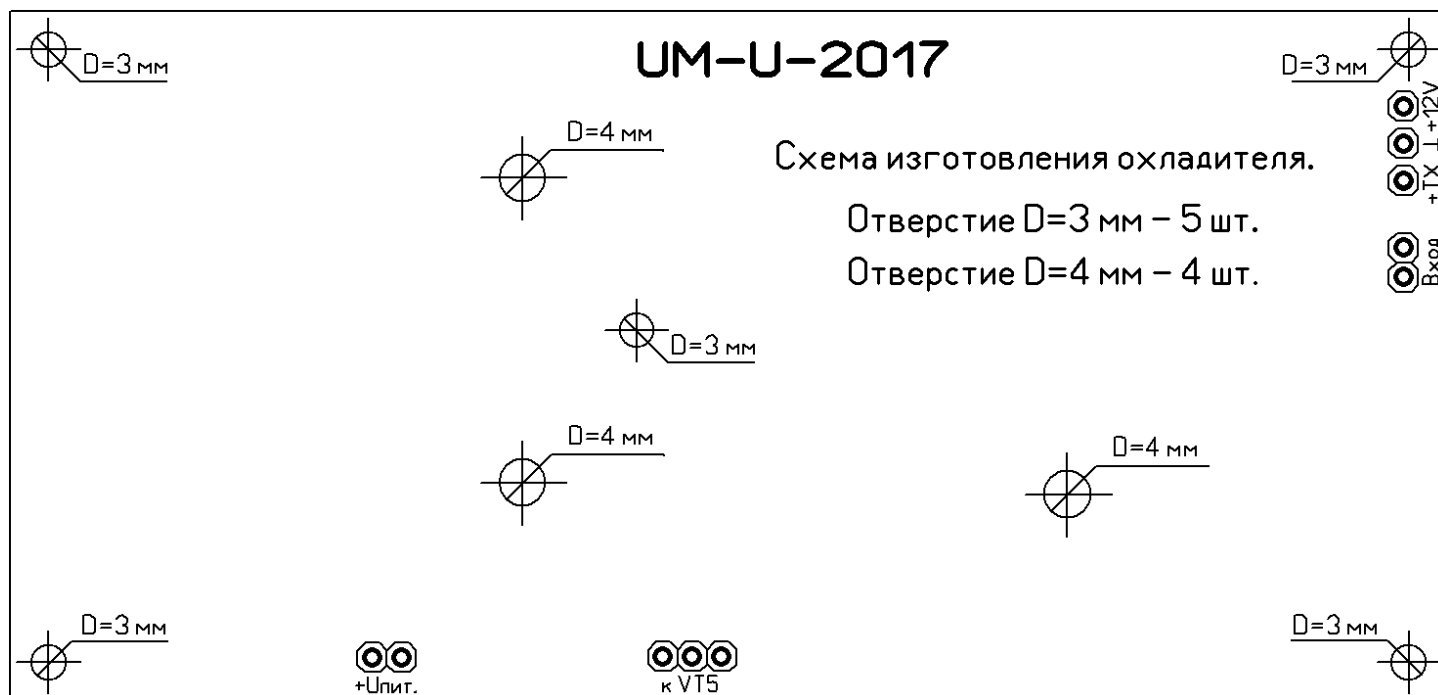
Широкополосные трансформаторы TP2 и TP3 припаиваются непосредственно к печатным проводникам платы. Для изготовления дросселя Др3 применяется ферритовое кольцо проницаемостью 1000НН с размерами 10х6х3. Обмотка содержит 18-20 витков провода МГТФ-0,35 (по максимуму наполнения кольца). Транзистор VT5 крепится к радиатору (охладителю), через изоляционную прокладку.



Монтажная схема



Чертеж для изготовления радиатора (охладителя). Рис.2:



Особенности монтажа

Сборка трансформатора Тр2

Необходимые элементы: ферритовые трубки размером 10x7x12 (2 шт.) или ферритовые кольца 10x6x5 (6 шт.), фольга 20x45мм (1шт.), платы (щёчки) для изготовления трансформатора - 2 штуки, провод МГТФ-0,35мм около 150 мм.

Порядок сборки:

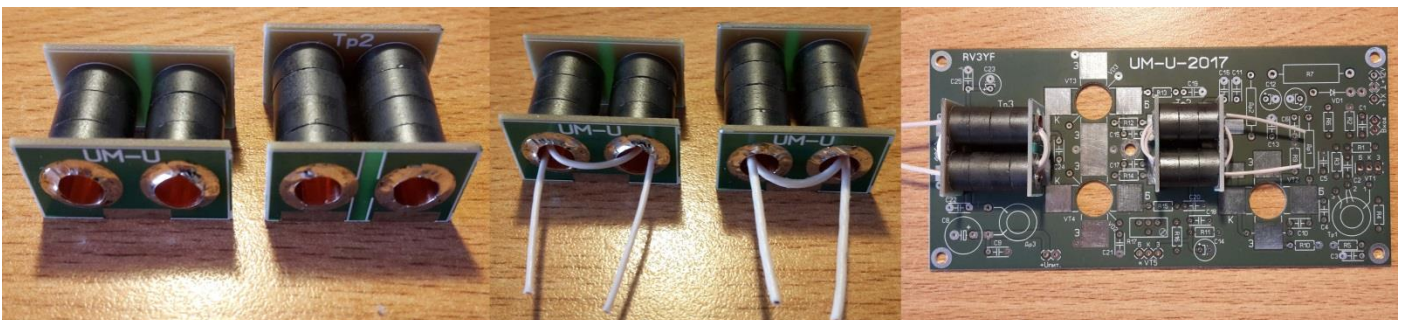
- Вырезать из фольги два прямоугольника размером 18x18 мм
- С помощью любого стержня диаметром 5-6 мм (можно взять сверло на 5-6 мм) аккуратно согнуть фольгу в цилиндр (изготовить 2 шт.)
- На полученные медные трубки одеть по ферритовой трубке 10x7x12. При использовании ферритовых колец 10x6x5 – соединить три кольца вместе как показано на фото ниже. Склеивать их необязательно
- Соединить конструкцию из плат и колец согласно образцу на фото. Обязательно необходимо выровнять конструкцию на ровной поверхности, а затем аккуратно запаять концы фольги с платами(щёчками)
- Выполнить вторичную обмотку (первичная – это медный стержень!) – 2 витка проводом МГТФ 0,35мм
- Разместить полученную конструкцию на плате усилителя согласно монтажной схеме, и запаять платы(щёчки), а также концы провода МГТФ в залуженных местах на основной плате усилителя

Сборка трансформатора Тр3

Необходимые элементы: Ферритовые трубки размером 10x5x20 (2 шт.) или ферритовые кольца размером 10x6x5 (8 шт.), фольга 20x45(1шт.), платы (щёчки) - 2 штуки, провод МГТФ-0,5мм длиной около 150 мм.

Порядок сборки:

- Сборка трансформатора Тр3 в целом аналогична сборке трансформатора Тр2
- Вырезать из фольги два прямоугольника размером 23x18 мм
- Согнуть фольгу в цилиндры и на них одеть ферритовых трубки 10x5x20 или по четыре ферритовых кольца 10x6x5
- Выполнить вторичную обмотку – 2 витка проводом МГТФ 0,5мм;
- Разместить полученную конструкцию на плате усилителя согласно монтажной схеме



Сборка трансформатора Тр1

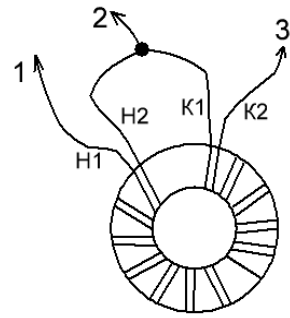
Необходимые элементы: Ферритовое кольца 10х6х5, провод ПЭТВ-2 диаметром 0.28мм

Порядок сборки:

- Отрезать два отрезка длиной 30-40 мм и соединить их вместе
- Выполнить скрутку проводов между собой – для этого в быту практично использовать дрель или шуруповерт: один конец проводов вставляется в патрон дрели, другой за какой-нибудь предмет, например, шариковую ручку. Медленно выполняем скрутку проводов, добиваясь шага примерно 2-3 витка на 1 см. Получается красиво и быстро!



- После скрутки проводов приступают к идентификации концов: зачищаем концы от лаковой изоляции, и с помощью мультиметра определяем концы проводов.
- Далее, соединяем «Начало» провода 2 с «Концом» провода «1». Это будет вывод #2 к основной плате усилителя мощности.
- Разместить полученную конструкцию на плате усилителя согласно иллюстрации и маркировки на основной плате усилителя мощности.

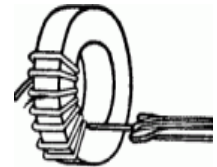


Сборка дросселя Dr3

Необходимые элементы: ферритовое кольца 10х6х3, провод МГТФ-0,35мм

Порядок сборки:

- Намотка производится одинарным проводом 18-20 витков, укладывая витки максимально плотно друг к другу до полного заполнения кольца
- Зачистить концы обмотки
- Разместить полученную конструкцию на плате усилителя согласно монтажной схеме



Настройка

Настройка платы усилителя выполняется последовательно по каскадам, регулируя токи покоя:

- Ток покоя первого каскада на транзисторе VT1 КТ646: 20-30мА
- Ток покоя второго каскада на транзисторе VT2 КТ920А: 40-50мА (устанавливают подбором резистора R7)
- Максимальный ток выходного каскада VT3-VT4:
 - на транзисторах КТ920Б (версия 10Вт, 12В): 1,6–2А;
 - на транзисторах КТ922Б (версия 30-40Вт, 20-27В): 1,8-2,4А.

Внимание! Подстроечный резистор R17 подключен к схеме по максимальному сопротивлению! Это не ошибка на плате, а предосторожность от выхода из строя выходных транзисторов при первом включении! Для подключения R17 в схему для последующей регулировки токов покоя выходного каскада необходимо предварительно установить перемычку между центральным выводом подстроечного резистора 3296W 2.2Кс базой VT5, выставить максимальное сопротивление резистора перед включением питания.

Подключать питание к плате усилителя разрешается только с установленным радиатором на всех транзисторах КТ920, КТ922 и подключенной нагрузкой 50 Ом или антенны с КСВ не более 2.

Без радиатора транзисторы работают от 2 до 5 секунд!