

Средневолновый радиовещательный АМ радиопередатчик малой мощности (школьный).

Сергей Комаров, UA3ALW,
Радиостанция «Зеленый глаз»¹

Радиопередатчик предназначен для индивидуального радиовещания на несколько соседних кварталов города или на несколько близлежащих поселков в сельской местности (для покрытия вещанием территории компактного проживания учеников одной школы), и разработан в порядке реализации Рекомендаций круглого стола «Индивидуальное (любительское) радиовещание в России»², прошедшего 18 ноября 2009 года при поддержке Федерального Агентства по печати и массовым коммуникациям.

Параметры. Радиопередатчик выполнен на базе синтезатора C9-1449-1800³ и обеспечивает работу во всей его полосе частот. Передатчик обеспечивает выходную мощность около 10 Вт в режиме несущей, около 25 Вт на пиках модуляции и максимальную глубину модуляции до 80% при нелинейных искажениях не более 2%. Передатчик имеет в своем составе трансформирующее и согласующее устройства, позволяющие работать на комплексные нагрузки с активным сопротивлением от 18 до 300 Ω и реактивным в пределах $\pm 300 \Omega$. Полоса модулирующих частот 50 – 8000 Гц. Сигнал в эфире 16K0A3EGN. Уровень побочных излучений передатчика не превышает минус 60 дБ от уровня несущей и соответствует нормам по Решению ГКРЧ от 24 мая 2013 г. № 13-18-03 для радиовещательных передатчиков.

Передатчик предназначен для работы на проволочную (открытую) антенну, в виде наклонного или горизонтального многопроводного расходящегося веером луча, типа «Треххвостка», длиной 30 – 65 метров (считая от клеммы «Антенна» передатчика), поднятого своими дальними концами на высоту 25 – 40 метров. Для городских условий желательно дальние концы антенны поднять хотя бы на 10 – 12 метров выше среднего уровня застройки. В сельской местности желательно поднять дальний конец антенны на дерево высотой 20 – 25 метров или выше. При работе передатчика на такую (несимметричную) антенну к нему нужно обязательно подключать заземление и систему из нескольких (как минимум, - трех) $\lambda/4$ противовесов активному полотну антенны. При использовании высокорасположенных протяженных проволочных антенн необходимо качественное заземление⁴, защищающее передатчик и вещателя от статического электричества и грозových разрядов. При использовании указанных антенн и заземления передатчик обеспечивает дальность уверенного вещания в условиях городской застройки не менее 5 км, а в сельской местности не менее 10 км при приеме радиопередач на встроенные магнитные антенны вещательных радиоприемников. Возможна также работа передатчика на коаксиальную линию с волновым сопротивлением 50 – 150 Ом, однако, поскольку в этом случае требуется дополнительное перестраиваемое устройство согласования, расположенное у вынесенной на крышу точки питания антенны, серьезно усложняющее эксплуатацию передатчика и антенны, в данной (рекомендованной) конструкции коаксиальный разъем не предусмотрен.

Чувствительность модуляционного входа передатчика 0 дБ и регулируется в пределах 0,7 – 1,8 В эффективного значения. Входное сопротивление около 8 к Ω , и при желании может быть установлено 600 Ом включением параллельно каждому входу резистора МЛТ-0,5-680 $\Omega \pm 5\%$.

Настройка радиопередатчика на рабочую частоту, согласование с антенной и контроль глубины модуляции осуществляется по электронно-световому индикатору настройки. Питается передатчик от бытовой однофазной электросети 220 вольт 50 Гц, и потребляет мощность менее 50 Вт. Размеры шасси передатчика 330 x 150 x 100 мм.

Поскольку одной из главных целей Индивидуального радиовещания, как любительской деятельности, является увлечение, воспитание и начальное образование будущих специалистов в области радиотехники, радиосвязи и радиовещания, данное описание выполнено с объяснениями

¹ Радиовещательный позывной, зарегистрированный, как название средства массовой информации: Радиопрограмма «Зеленый глаз». Свидетельство о регистрации СМИ: Эл № ФС77-37059 от 6 августа 2009 г. Подробнее здесь: <http://www.cqf.su/greeneye1.html>

² Полный текст Рекомендаций: <http://www.cqf.su/stuff/confrec.html>

³ С. Комаров, «Средневолновый радиовещательный синтезатор частоты», «Радио» 2012, № 9, 10.

⁴ С. Комаров, «Устройство заземления для средневолновой передающей антенны Индивидуального радиовещания»: <http://www.cqf.su/technics8-1.html>

теоретических аспектов, и детальным изложением принципов работы устройства. Оно может быть использовано, как одно из пособий при подготовке к квалификационному экзамену по радиотехнике для начинающих и опытных индивидуальных радиовещателей.

Структурная схема (Рис. 1). Передатчик выполнен по двухфазной схеме, с импульсным суммированием мощности ключевых радиоламп выходного каскада, с анодно-экранной модуляцией (АЭМ) и содержит лишь одну выходную колебательную систему. Промежуточных каскадов передатчик не имеет. Предварительным каскадом передатчика является выходной транзисторный каскад синтезатора С9-1449-1800, также работающий в ключевом режиме.

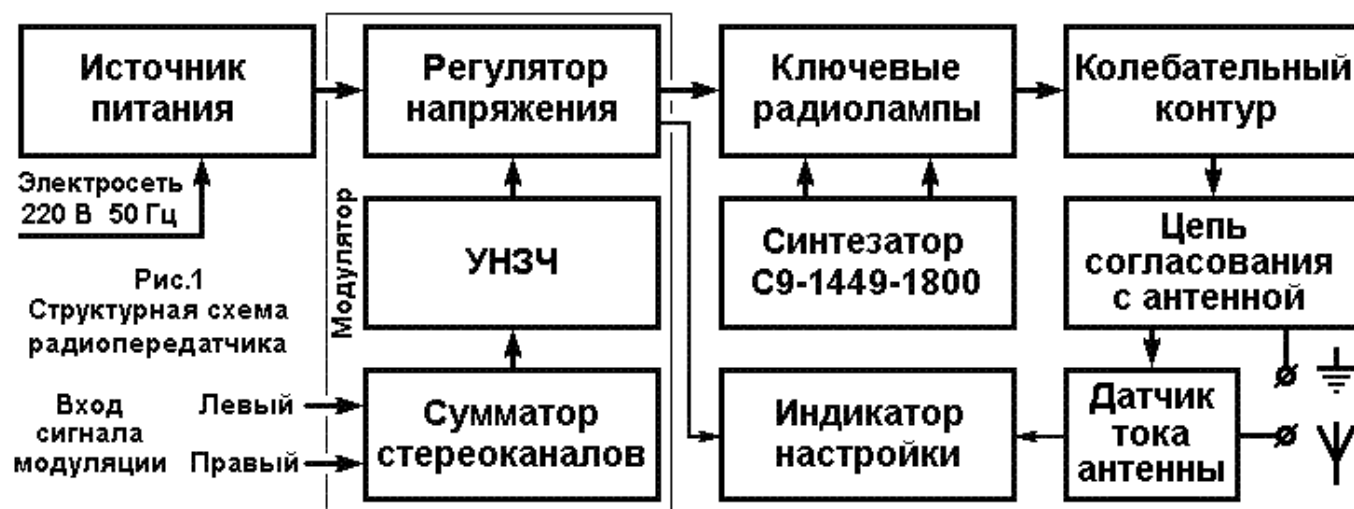


Рис.1
Структурная схема радиопередатчика

Источник питания радиопередатчика обеспечивает следующие напряжения и токи: + 400 вольт при пиковом токе до 100 мА для питания анодных и экранных цепей выходного каскада; + 220 вольт при токе до 5 мА для питания экранной цепи модулятора и анодной цепи индикатора настройки; +50 вольт при токе 16 мА для питания выходных транзисторов синтезатора; +18 вольт при токе 160 мА для питания самого синтезатора; переменное 6,3 вольта, смещенное относительно общего провода на +50 вольт, при токе 1,3 А, для питания цепей накала радиоламп выходного каскада; переменное 6,3 вольта, смещенное относительно общего провода на +30 вольт при токе 0,6 А для питания цепей накала радиоламп УНЗЧ и индикатора настройки.

Модулятор передатчика для упрощения схемы и достижения высокой степени ее повторяемости в любительских условиях выполнен в виде последовательного электронного регулятора напряжения на мощном полевом транзисторе и не содержит традиционного для АЭМ модуляционного трансформатора. Он состоит из трех функциональных звеньев: сумматор стереоканалов сигнала модуляции, усилитель напряжения звуковой частоты (УНЗЧ) и сам регулятор анодного напряжения выходного каскада по закону модулирующего сигнала.

Синтезатор С9-1449-1800. Представляет собой законченный узел, обеспечивающий на своем выходе две последовательности мощных импульсов со скважностью 5 половинной частоты, сдвинутых относительно друг друга на полпериода, предназначенных для непосредственной поочередной коммутации цепей катодов ключевых радиоламп выходного каскада.

Ключевой выходной каскад. Выполнен на двух импульсных лучевых тетрадах, включенных по схеме с общими сетками. Лампы работают поочередно (чем обеспечивается в два раза большая импульсная мощность), обеспечивая среднее значение импульса тока катода 270 мА.

Колебательный П-контур на выходе передатчика преобразует импульсные последовательности анодных токов радиоламп в синусоидальное напряжение несущей частоты.

Цепь согласования с антенной позволяет радиопередатчику работать на комплексное сопротивление антенны, обеспечивая при этом оптимальный режим работы выходного каскада. То есть, цепь согласования вместе с колебательным П-контуром трансформирует входное сопротивление антенны к анодной цепи радиоламп, обеспечивая им работу в граничном режиме.

Датчик тока антенны. Представляет собой единый конструктивный узел, собранный непосредственно на антенной клемме и включает в себя трансформатор тока и детектор. На своем выходе он обеспечивает постоянное напряжение отрицательной полярности, пропорциональное протекающему ВЧ току через винт антенной клеммы.

Индикатор настройки колебательного контура, цепи согласования с антенной и уровня модулирующего сигнала позволяет настраивать передатчик и в процессе работы оперативно наблюдать критичные параметры на экране лампы электронно-светового индикатора.

Принципиальную схему радиопередатчика (Рис. 2) рассмотрим по каскадам.

Источник питания. Выполнен на базе унифицированного силового трансформатора ТАН30-127/220-50. Этот трансформатор помимо сетевых имеет две обмотки по 80 вольт; две обмотки по 56 вольт, две обмотки по 24 вольта и две накальных обмотки 6,3 вольта. Выпрямители выполнены на двух диодных мостах КЦ405А или на аналогичных импортных.

Выпрямитель + 18 В для питания синтезатора радиочастот выполнен по двухполупериодной схеме на половине диодного моста и питается от двух 24-х вольтовых обмоток (выводы трансформатора 15 – 18). Напряжение выпрямителя +30 вольт снимается со средней точки обмоток (выводы 16 и 17) и подается на сглаживающий П-образный RC фильтр, состоящий из двух конденсаторов, емкостью 220 мкФ на рабочее напряжение 100 вольт и из двух резисторов МЛТ-2-110Ω ±5%, соединенных параллельно, на которых падают лишние 12 вольт. Один из этих резисторов можно заменить на вентилятор (на схеме показан пунктиром) с рабочим током 60 – 100 мА для лучшего охлаждения радиатора транзистора электронного регулятора напряжения.

С плюсового вывода этого же диодного моста снимается напряжение +60 вольт, для дальнейшего его суммирования с выпрямленными напряжениями второго диодного моста и, через гасящий резистор 470Ω, понижающий напряжение приблизительно до 50 вольт, – для питания цепей коллектора выходных транзисторов синтезатора.

Второй диодный мост, также, обеспечивает два выходных напряжения. Он подключен к двум парам обмоток трансформатора с напряжениями 80 + 56 = 136 вольт (выводы 7 – 14). С половины этого моста (двухполупериодный выпрямитель) снимается напряжение 170 вольт и в сумме с напряжением +60 вольт с первого моста обеспечивает напряжение +230 вольт, которое через сглаживающий фильтр на двух конденсаторах 47 мкФ на 450 вольт и резисторе МЛТ-1-2,7 кΩ ±5%, обеспечивает получение питающего напряжения +220 вольт для цепи экранной сетки лампы УНЗЧ модулятора и анодного питания электронно-светового индикатора настройки.

С плюсового вывода второго моста снимается напряжение +340 вольт, которое в сумме с напряжением +60 вольт с выхода первого диодного моста, обеспечивает напряжение +400 вольт для питания анодной цепи передатчика. Сглаживающий фильтр в цепи высокого напряжения состоит из четырех конденсаторов 100 мкФ на 450 вольт (включенных по два последовательно для увеличения рабочего напряжения), четырех выравнивающих резисторов МЛТ-0,5-300кΩ ±5% и унифицированного низкочастотного дросселя Д40-5-0,18.

На обе накальные обмотки через резисторы 150 кΩ поданы положительные потенциалы. Это сделано для того, чтобы паразитный диод, образующийся между нитью накала (катод диода) и катодом лампы (анод диода) был бы всегда заперт и переменный ток эмиссии нити накала не создавал бы в схеме фон переменного тока.

Модулятор. Поскольку современная звуковоспроизводящая и студийная аппаратура выполняется исключительно двухканальной (стерео), а АМ радиовещание на средних волнах одноканальное (моно), то необходимо на входе передатчика просуммировать оба канала в один. Эта функция выполняется с помощью двух резисторов по 3,9 кΩ. Одновременно, эти же сопротивления совместно с конденсатором 0,01 мкФ выполняют функцию фильтра нижних частот с частотой среза 8 кГц, чем ограничивается полоса модулирующих частот, чтобы передатчик занимал в эфире отведенную ему полосу в 16 кГц в соответствии с излучением 16K0A3EGN. Этот же конденсатор блокирует вход модулятора от наводок ВЧ колебаний с радиочастотной части передатчика. Выходной сигнал с аналогового сумматора поступает на потенциометр, регулирующий входной уровень сигнала модуляции усилителя напряжения звуковой частоты (УНЗЧ), выполненный на пентоде 6Ж3П по схеме с общим катодом. Резистор 160Ω в катодной цепи лампы обеспечивает автоматическое смещение рабочей точки на середину линейного участка при токе анода около 8,5 мА. Конденсаторы, электролитический 47 мкФ и пленочный 0,33 мкФ шунтируют резистор на нижних и верхних частотах модуляции. Резистор 2,2 кΩ в последовательной цепи потенциометра ограничивает диапазон регулировки чувствительности, не позволяя уменьшить до нуля сигнал модуляции, поскольку такой режим в радиовещательном передатчике не имеет смысла. Резистор 2,2 кΩ в цепи движка потенциометра – антипаразитный, он образует с входной емкостью лампы ФНЧ, предотвращающий возбуждение каскада на ВЧ.

Резистор 24 кΩ – убирает шуршание при перемещении движка потенциометра, а также в случае потери контакта в потенциометре, обеспечит работу передатчика с 25% глубиной модуляции. Резистор 24 кΩ в цепи экранной сетки 6ЖЗП, при токе 2,9 мА гасит напряжение с выхода выпрямителя +220 вольт до рекомендованных +150 для типового режима радиолампы.

В аноде лампы 6ЖЗП включено нагрузочное сопротивление 18,7 кΩ, образованное тремя резисторами МЛТ-2-56кΩ±5%, соединенными параллельно для увеличения допустимой рассеиваемой мощности, на котором на пиках модуляции развивается амплитуда модулирующего напряжения до ± 170 вольт. Коэффициент усиления каскада по напряжению около 95, чем, с учетом пик-фактора $p = 3$, обеспечивается чувствительность модулятора со входа около 0,4 вольта эффективного значения. Входной потенциометр «Уровень» вносит регулируемое затухание, что обеспечивает нормальную работу модулятора при входных сигналах от 0,7 до 1,8 вольта. В этот диапазон попадают два значения стандартных уровней сигнала: 0,775 вольта (0 дБ), принятый в студиях звукозаписи и 1,55 вольта (+6 дБ), принятый в советском радиовещании. Выходное напряжение УНЗЧ управляет мощным истоковым повторителем на полевом транзисторе CS2N60F с истока которого на выходной каскад передатчика подается постоянное анодное напряжение, меняющееся в такт с модуляцией от 40 до 380 В, что обеспечивает глубину модуляции до 80%. Между затвором и истоком полевого транзистора включен защитный стабилитрон КС210Б, ограничивающий амплитуду напряжения на уровне ± 10 вольт, что необходимо при переходных процессах. При нормальной работе транзистора его напряжение затвор-исток лежит в районе 3 В.

Выходной каскад работает в ключевом режиме класса F_{inv} со скважностью $q = 5$ близкой к оптимальной⁵ на двух лучевых тетрадах 6П43П и управляется непосредственно выходными транзисторами синтезатора радиочастот С9-1449-1800. Резисторы по 1,2кΩ в цепях катодов обеспечивают подачу запирающего напряжения +50 В на катоды ламп в промежутках между импульсами. Управляющие сетки соединены с землей, а экранирующие заземлены по ВЧ через конденсаторы 2400 пФ, каждая. На экранирующие сетки ламп через два гасящих резистора МЛТ-2-8,2кΩ±5%, включенных параллельно, с модулятора подается постоянное напряжение 175 вольт (в режиме молчания) изменяющееся в такт с анодным напряжением при модуляции.

Аноды ламп выходного каскада соединены вместе и в эту точку подключен **колебательный П-контур**, образованный катушкой L_1 , керамическими конденсаторами КТ-3 на 220 и 330 пФ, соединенными параллельно и одной секцией переменного конденсатора КПВ-2-12/495 пФ. Вторая секция КПЕ подстраивает по диапазону емкостной делитель напряжения, выполняющий роль выходного конденсатора П-контра и одновременно трансформирующей цепи согласования активной составляющей сопротивления нагрузки.

В анодной цепи передатчика применена параллельная схема подачи анодного напряжения через дроссель Др2. Его «холодный» вывод заземлен по радиочастоте через блокировочный конденсатор КСО-7-1000В-3000пФ. Помимо радиочастотной фильтрации этот конденсатор совместно с выходным сопротивлением модулятора выполняют функцию фильтра нижних частот, ограничивающего полосу модулирующих частот передатчика значением 8 кГц. Из аналогичных расчетов выбраны емкости ВЧ блокировочных конденсаторов в цепи экранных сеток ламп выходного каскада, также выполняющие двойную функцию.

Цепь согласования с антенной состоит из шестиступенчатого емкостного делителя напряжения (выходная емкость П-контра), переключателя его «отводов» Π_1 , «Связь», второй секции переменного конденсатора КПВ-2-12/495 пФ. Цепь согласования позволяет подключать антенны с активной составляющей входного сопротивления от 18 до 300 Ω и с реактивной до ± 300 Ω. В случае использования антенн типа ПЧС (повесили что смогли) на выход П-контра подключается цепь компенсации реактивной составляющей. При удлиненной антенне относительно $\lambda/4$ имеющей входное сопротивление индуктивного характера, для его компенсации использована гирлянда из одиннадцати последовательно соединенных конденсаторов с переключателем Π_4 на 12 положений. При укороченных антеннах, с емкостной составляющей входного сопротивления, с помощью переключателя Π_3 последовательно с гирляндой включается удлинительная катушка L_2 с заведомо большей индуктивностью и для ее компенсации используется подборная емкость гирлянды. Поскольку в выходной цепи П-контра и при компенсации реактивной составляющей антенны резонансы плавные (размытые), нет смысла

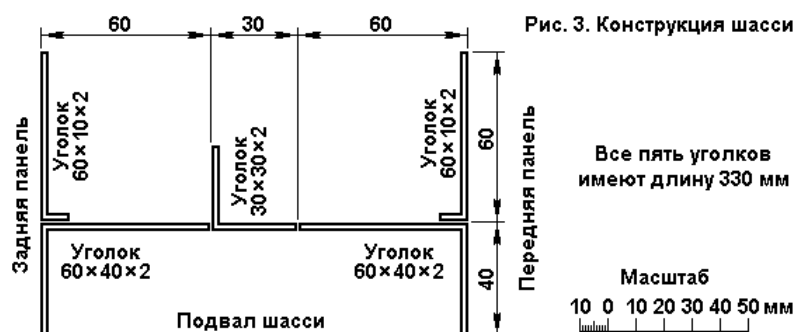
⁵ С. Комаров, А. Морозова «Исследование усилителя мощности радиочастотных колебаний с многофазным возбуждением» «Т-Comm Телекоммуникации и транспорт» № 10-2014 (Том 8).

использовать громоздкие и дорогостоящие переменные конденсаторы большой емкости (несколько тысяч пикофард), а можно применить многопозиционные переключатели и наборы постоянных конденсаторов. Такое инженерное решение получается более рациональным.

Датчик тока антенны⁶. Непосредственно на клемме «Антенна» установлен трансформатор тока Тр2. Его первичная «обмотка» представляет собой винт клеммы, проходящий сквозь ферритовое кольцо, на котором намотана вторичная обмотка, которая, в свою очередь, нагружена на активное сопротивление для выравнивания АЧХ и исключения паразитных резонансов. Далее радиочастотный сигнал выпрямляется однополупериодным диодным детектором, фильтруется конденсатором и по экранированному проводу поступает к индикатору настройки.

Индикатор настройки⁷. Поскольку в данном передатчике ключевой режим ламп выходного каскада выдерживаются достаточно жестко самой схемой (лампы либо открыты настежь, либо наглухо заперты – ток определяется сопротивлением нагрузки и регулировать по сути нечего), нет необходимости применять измерительные приборы. Настройку выходного контура передатчика и связи с антенной можно с успехом проводить по индикатору «больше – меньше». В его качестве используется вакуумный электронно-световой индикатор 6Е1П. Наличие подобного индикатора – это фирменная «фишка» в передатчиках разработки «Зеленого глаза» («Magic Eye»).

Конструкция. Передатчик сконструирован так, чтобы его можно было самостоятельно изготовить в домашних условиях или в условиях радиокружка. Передатчик выполнен на Н-образном шасси размером 330 x 150 x 100 мм, составленном из стандартных алюминиевых уголков 40 x 60 x 2 мм и 30 x 60 x 2 мм (узкая стенка спилена до 10 мм) с дополнительным продольным ребром жесткости из уголка 30 x 30 x 2 мм. (Рис. 3). Скрепляются продольные уголки – четырьмя поперечными, размером 30 x 12 x 2 и длиной по 145 мм, расположенными в подвале шасси и выполняющими роль экранирующих перегородок. Материал уголков – алюминиевый сплав АД31. Эти уголки свободно продаются на строительных рынках, не дорого стоят, и очень удобны для изготовления шасси разных форм под ламповые конструкции.



В зависимости от имеющихся у Индивидуального вещателя радиодеталей, компоновка передатчика может немного меняться (может увеличиться длина шасси, чтобы поместился переменный конденсатор или трансформатор большего размера), поэтому в статье даются чертежи только на принципиальные фрагменты шасси и приводится рекомендуемая компоновка (Рис. 4 и 9) и общая конструкция (Рис. 3). Компоновка прорисована в масштабе с разрешением до 0,5 мм (графические файлы⁸ формата .gif в которых два пикселя на чертеже соответствуют 1 мм в «железе»), поэтому, отталкиваясь от нее можно самостоятельно сделать нужные чертежи под свою конструкцию используя простой редактор Paint, входящий в стандартные программы Windows.

В верхней части шасси размещаются основные узлы передатчика: радиолампы, переменный конденсатор, катушки колебательного контура и цепи согласования, печатные платы с наборами конденсаторов емкостного делителя и согласующей «гирлянды», переключатели, датчик тока антенны, силовой трансформатор и дроссель фильтра, радиатор транзистора регулятора анодного напряжения. Радиатор для транзистора устанавливается над группой вентиляционных отверстий справа от силового трансформатора.

⁶ С. Комаров «Индикатор настройки передатчика на базе «зеленого глаза», «Радио» № ... 2015 г.

⁷ С. Комаров «Зеленый глаз» - хорошо забытое старое», «Радио» № 8 2010 г. Оригинал статьи размещен на сайте автора: <http://www.radiostation.ru/home/greeneye.html>

⁸ Их можно скачать на сайте проекта www.cqf.su в разделе «Комплект аппаратуры», где размещен оригинал этой статьи со всеми иллюстрациями.

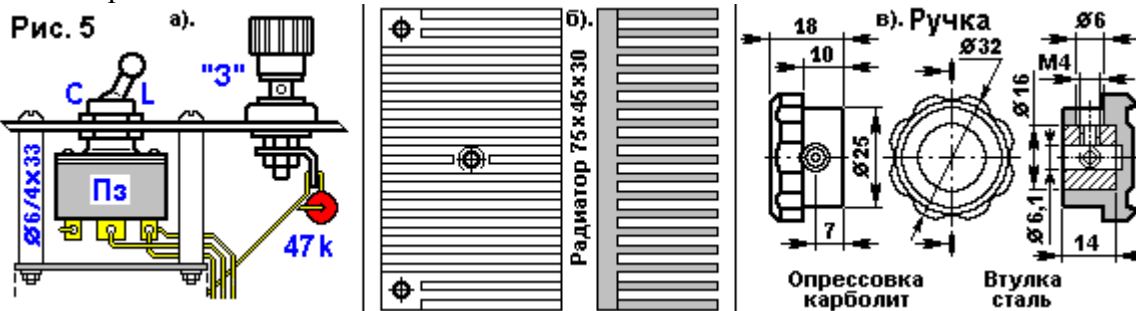
**Вещательный АМ передатчик мощностью 10 Вт.
Расположение деталей на шасси**

Рис. 4.



Под переключателем П₄ («Настройка антенны») и датчиком тока антенны, первым этажом, расположены переключатель П₃ характера антенны «Длинная – Короткая» и клемма для подключения заземления. Резистор МЛТ-2-47кΩ, снимающий с антенны статические заряды, припаян непосредственно между лепестками клемм «Земля» и «Антенна» (Рис. 5а).

В качестве радиатора для транзистора электронного регулятора напряжения может быть использована часть радиатора от старого компьютера подходящего размера (например, 75 x 45 x 30 мм) с площадью поверхности не менее 450 см² (Рис. 5б). Крепежный уголок радиатора 30 x 15 x 2 длиной 75 мм (7), показан справа от силового трансформатора, а его чертеж на Рис. 10. Электрически радиатор соединен с шасси передатчика, и поскольку у транзистора CS2N60F корпус полностью изолированный, он устанавливается на радиатор через термопасту без изолирующих прокладок.

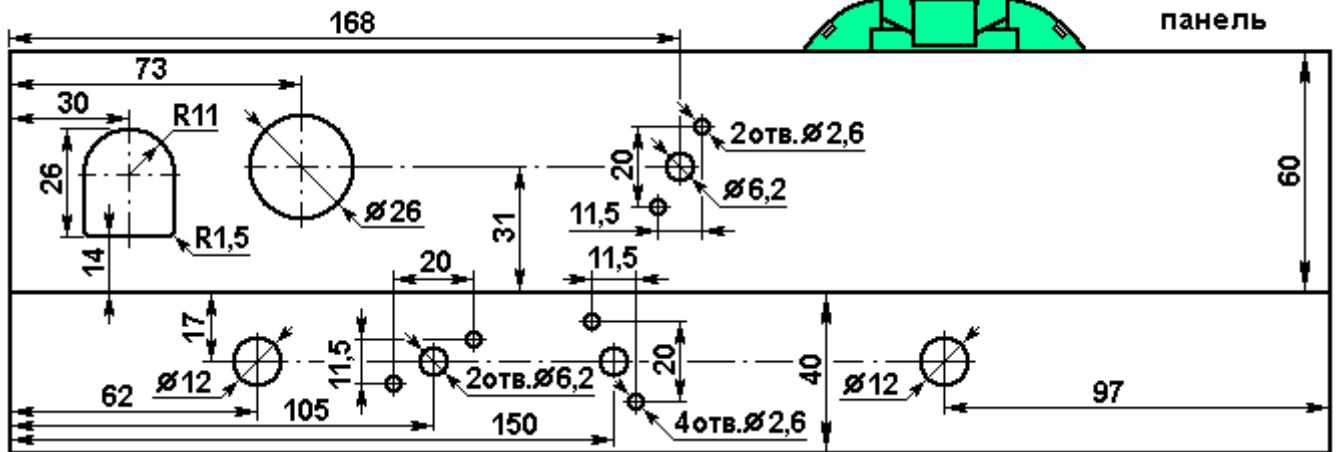


Для лучшего охлаждения радиатора при работе передатчика в районах с жарким климатом или при радиаторе меньшей площади, в подвале шасси, в отсеке модулятора, непосредственно под радиатором можно установить вентилятор размером 50 x 50 x 10 мм на напряжение 12 вольт с потребляемым током 60 – 100 мА (Рис. 8, справа). При этом в горизонтальной панели шасси вместо группы вентиляционных отверстий необходимо сделать одно большое диаметром 44 мм по внутреннему диаметру кольца, в котором вращается крыльчатка вентилятора.

Регулировочную ручку для переменного конденсатора КПВ-2, можно взять от старого, еще лампового, измерительного прибора (Рис. 5в), которые последнее время в больших количествах выбрасываются с разных предприятий. Поскольку у переменного конденсатора ось короткая, то отверстие в передней панели делаем под юбочку ручки (в моем случае она имеет диаметр 25 мм, а отверстие, соответственно, 26 мм), чтобы ручка, пойдя сквозь переднюю панель, оделась вплотную к корпусу конденсатора (Рис. 4, слева-внизу).

Чертежи передней и задней панели передатчика показаны на рисунках 6 и 7.

Вещательный АМ передатчик мощностью 10 Вт. Рис. 6.



Вещательный АМ передатчик мощностью 10 Вт.

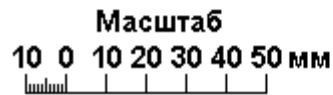
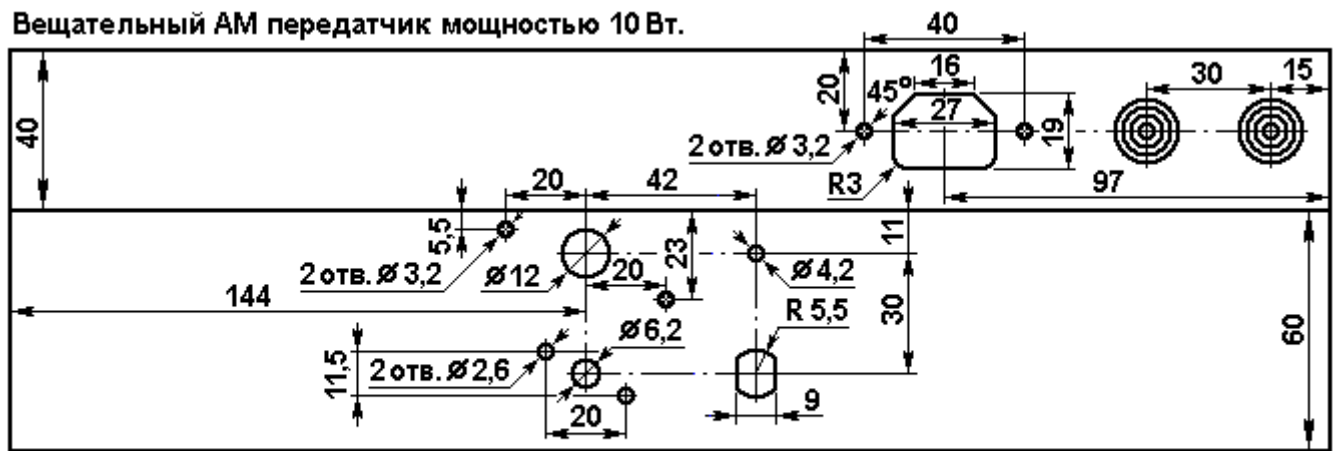


Рис. 7.

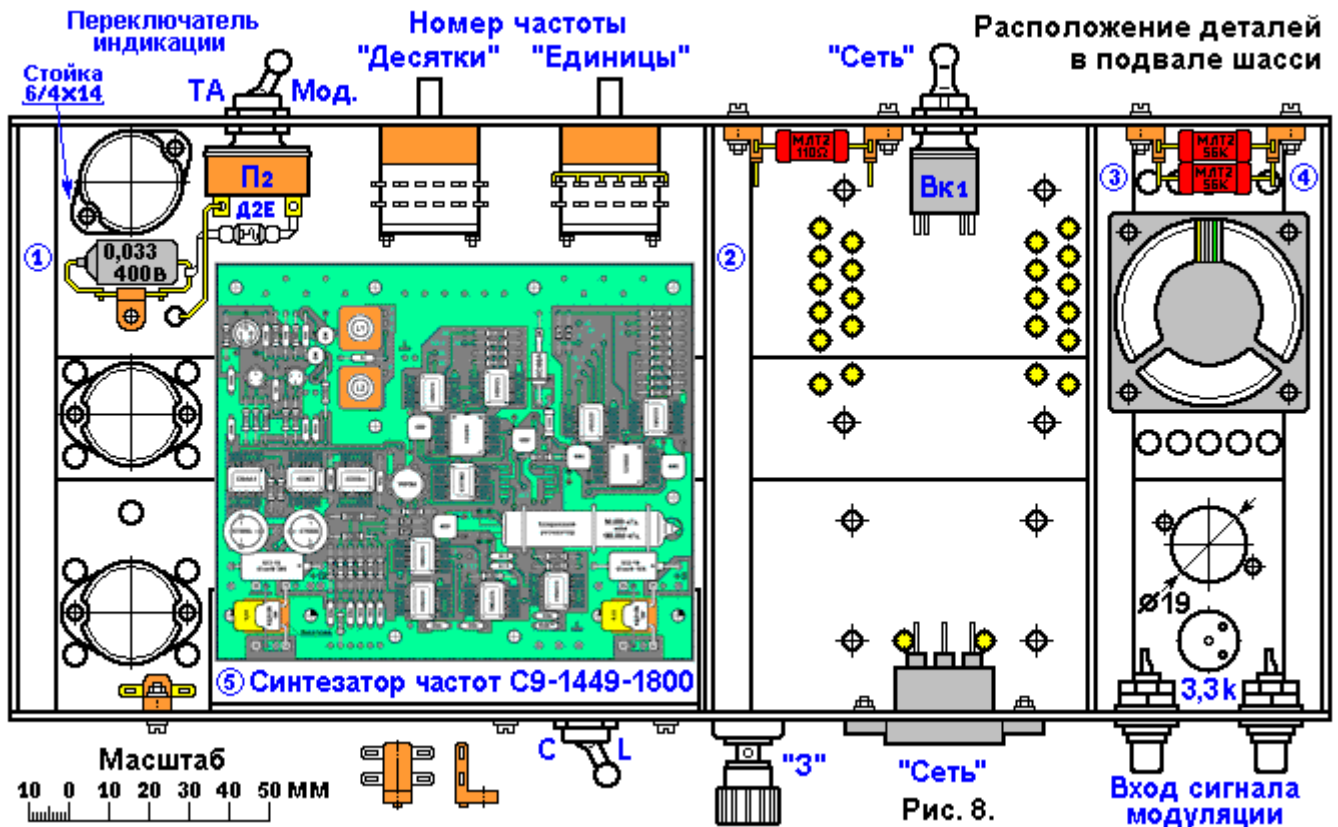


Рис. 8.

Подвал шасси разбит перегородками на 3 отсека: модулятор, выпрямитель, синтезатор.

В отсеке синтезатора размещаются также панельки выходных радиоламп, и лампы индикатора, детали схемы индикатора, переключатель индикации, катодные и экранные цепи выходного каскада. Ламповые панельки в отсеке синтезатора установлены на стойках из дюралевых трубок, внешним диаметром 6 мм, внутренним – 4 мм и длиной 14 мм (на чертеже обозначены «Стойка 6/4 х 14»). Утопление панелек в подвал шасси сделано для уменьшения вертикального размера радиоламп, выступающих над шасси на высоту менее 60 мм.

Глубина подвала составляет 38 мм (внутренний размер узкой грани алюминиевого уголка 40 х 60 мм). В подвале шасси расположены четыре поперечных уголка, скрепляющие конструкцию шасси (Рис. 5). В качестве заготовок для них используется стандартный уголок 30 х 15 х 2. Узкая стенка поперечных уголков обрезана по ширине до размера 12 мм. Уголки, выполняющие функцию внутренних перегородок, имеют торцевые вырезы в широкой стенке для прокладки проводов между отсеками.

Детали 1-4: Уголок 30×12×2, длина 145 мм.



Рис. 9.

В качестве основного крепежа шасси и большинства деталей и узлов используются метизы М3. Трансформатор Т₁ и дроссель Д₁ крепятся винтами М4. Микросхемы стабилизаторов крепятся к радиатору винтами и гайками М2,5. Синтезатор в подвале шасси крепится к задней панели с помощью уголка 30 х 30 х 2, длиной 122 мм, на который устанавливаются через термопасту своими теплоотводящими поверхностями микросхемы стабилизаторов напряжения 142ЕН5А и 142ЕН8Б.

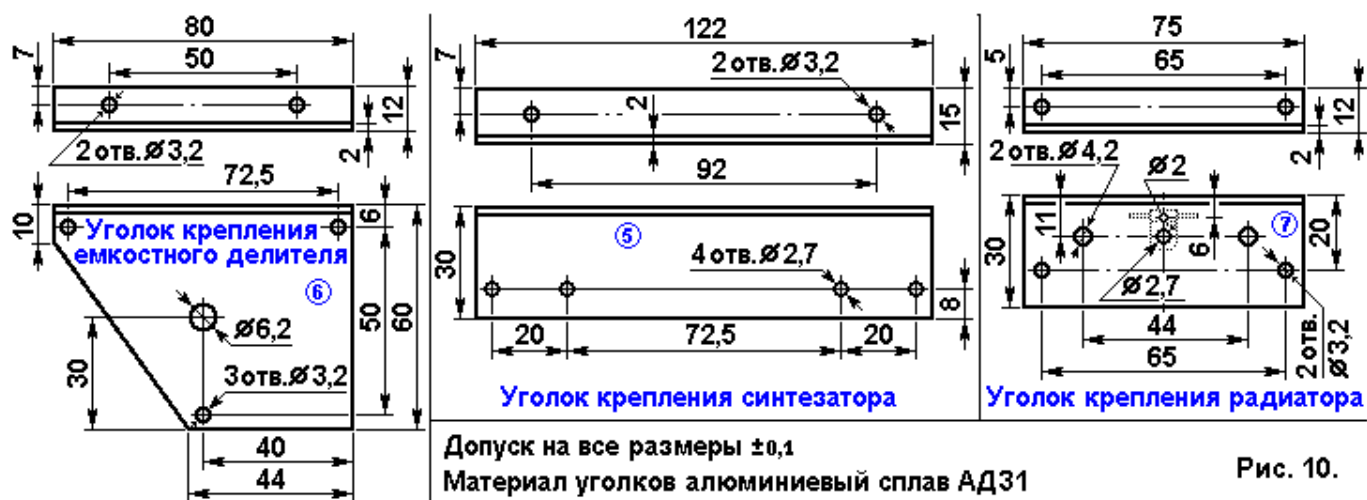
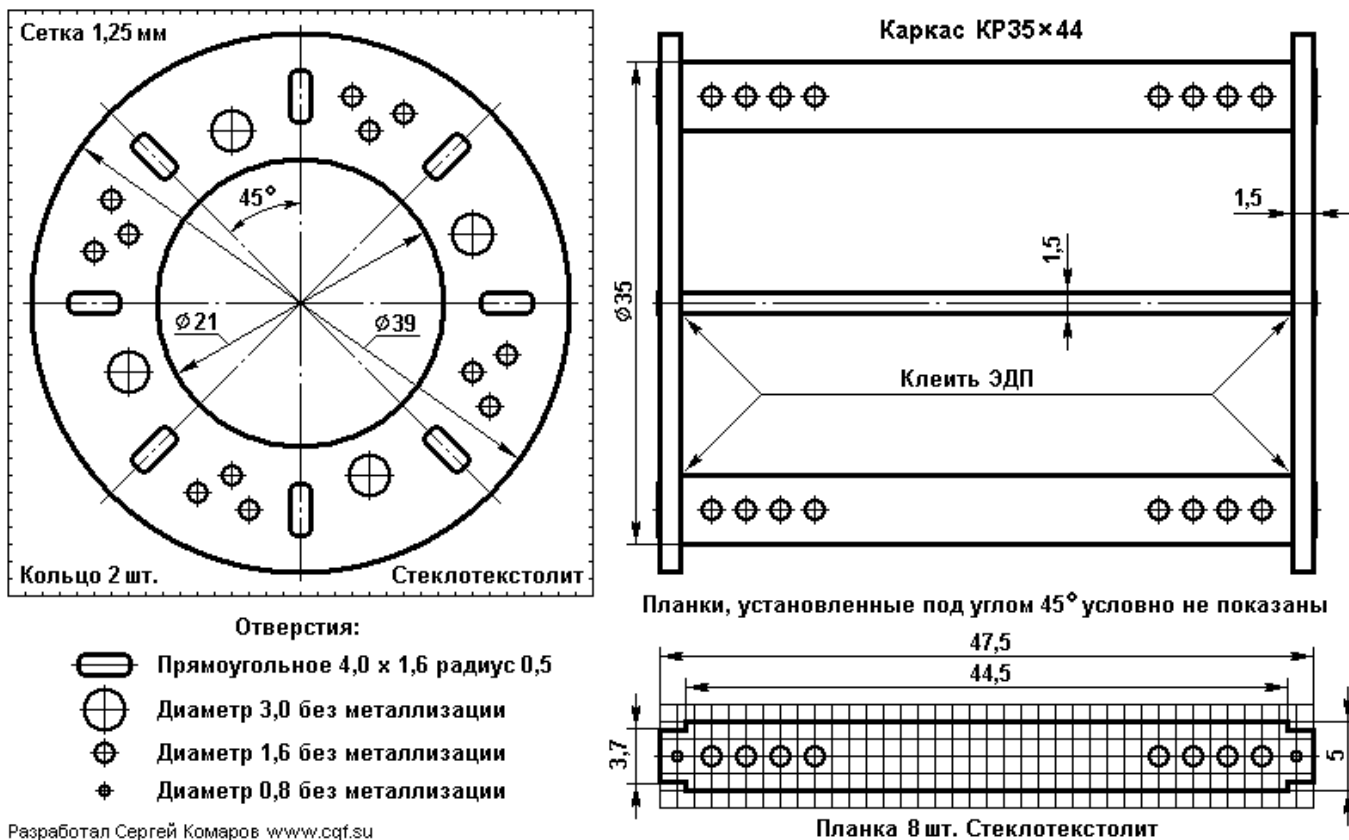


Рис. 10.

Со стороны переключателей плата синтезатора крепится к дну подвала шасси винтами М3 х 20 через трубчатые стойки длиной 10 мм из алюминиевой или пластмассовой трубки, внешним диаметром 6 – 8 мм с внутренним отверстием 3,0 - 3,5 мм, под винты М3.

Катушка П-контура L₁ содержит 30 витков провода ПЭТВ-1,0, намотанных виток к витку в средней части ребристого каркаса КР35х44. Намотка ведется с сильным натяжением провода. Выводы заделываются в отверстия, имеющиеся в ребрах каркаса.

Удлинительная катушка L_2 мотается на таком же каркасе и содержит 42 - 43 витка (от щетки до щетки при полном заполнении каркаса) того же провода при плотной намотке виток к витку. Такой удлинительной катушки (индуктивность 40 мкГ) вполне достаточно, чтобы на нижней частоте диапазона 1449 кГц согласовать укороченный наклонный луч, длиной 30 метров. Каркасы КР35х44⁹ можно купить или сделать самостоятельно по прилагаемому чертежу (Рис. 11).



Устанавливаются катушки на центральную продольную перегородку шасси с использованием нефольгированных стеклотекстолитовых подставок 8 и 9 (Рис. 13). При установке катушки L_2 используется две подставки 9, сложенные вместе для увеличения толщины. Метизы для крепления катушек желательно использовать латунные.

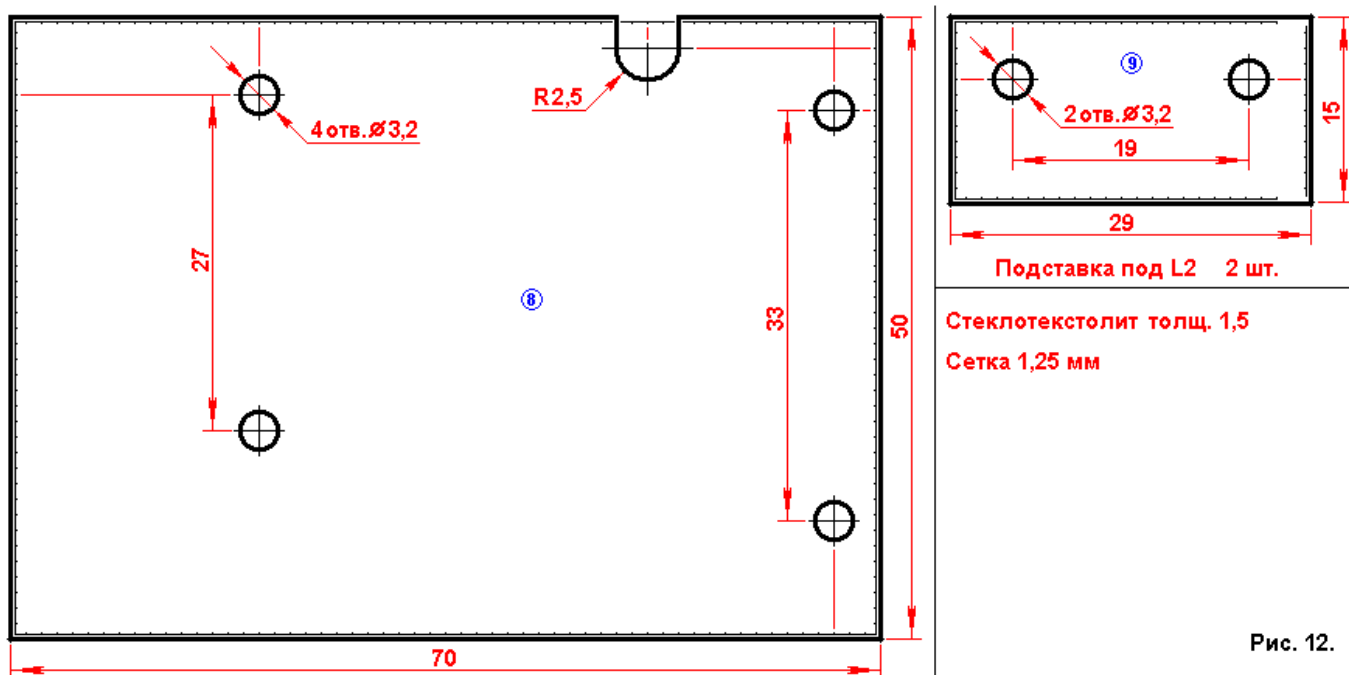


Рис. 12.

⁹ С. Комаров «Самодельные ребристые каркасы для катушек передатчика» «Радио» № 5 2015. г.

Сборочные узлы. Конденсаторы фильтра выпрямителя анодных и экранных напряжений установлены на печатной плате из одностороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм и размером 25 x 93,75 мм (Рис. 14). На ней же, со стороны печатных проводников, устанавливается мост КЦ405А и выравнивающие резисторы МЛТ-0,5-300кΩ ± 5%.

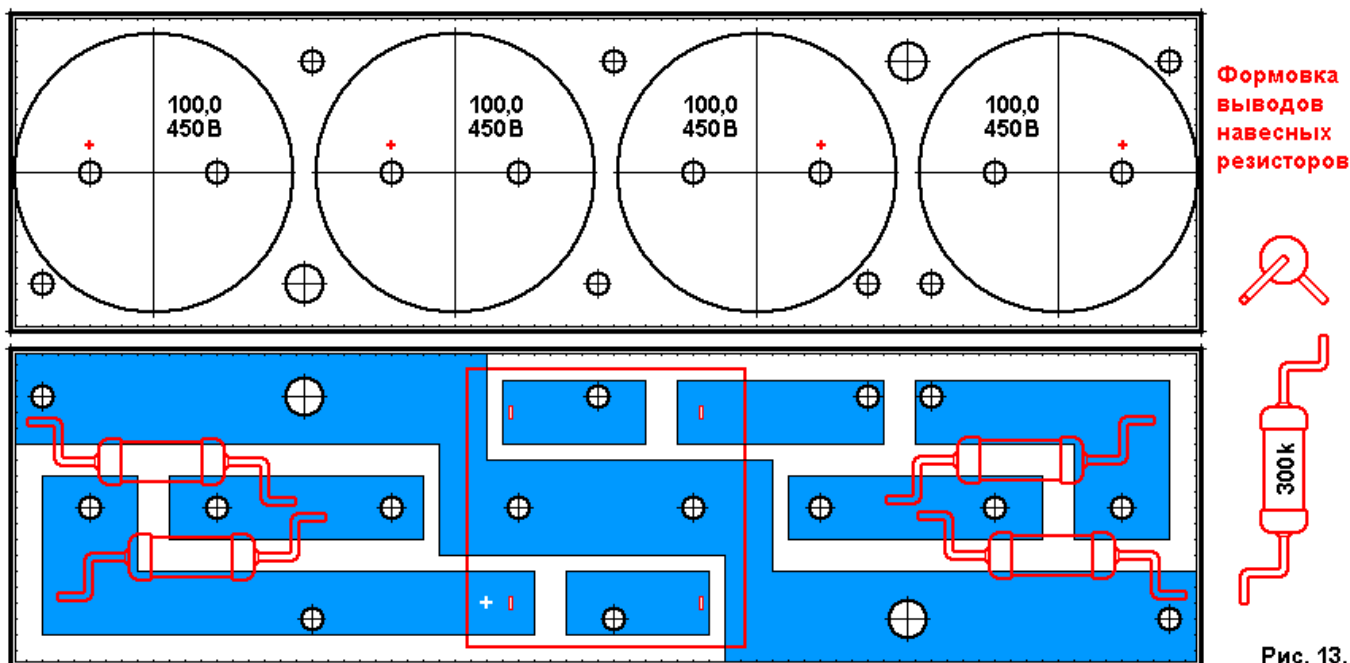


Рис. 13.

Выпрямитель низких напряжений собран на печатной плате из стеклотекстолита толщиной 1,5 мм и размером 25 x 82,5 мм (Рис. 15). Мост КЦ405А устанавливается на плату со стороны печати (показано красным цветом). На рисунке также показана в масштабе формовка выводов резисторов и моста КЦ405А.

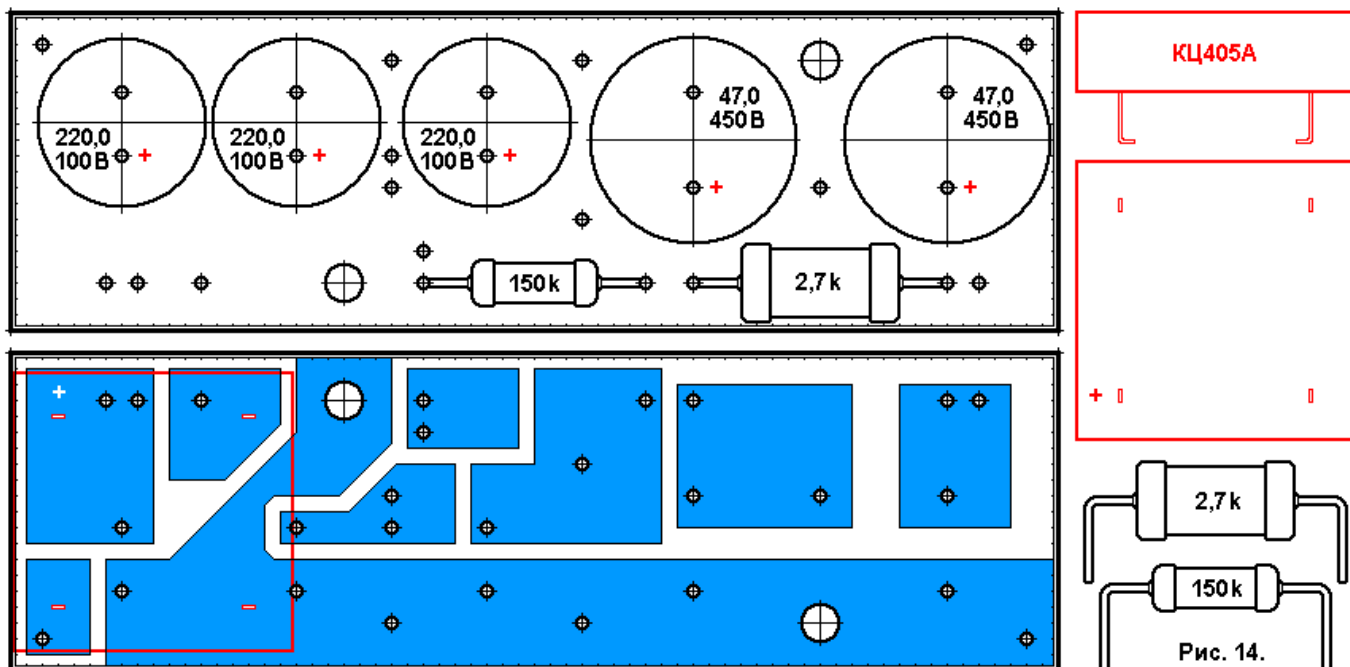


Рис. 14.

Платы фильтров крепятся к стенкам отсека с помощью стоек из дюралевого трубки, внешним диаметром 6 мм и внутренним 4 мм. Длина стоек анодного фильтра 38 мм, низковольтного – 33.

Измерительный трансформатор высокочастотного тока антенны Тр₂ выполняется на базе стандартной клеммы с винтом М6. Винт у клеммы должен быть латунным, как и шайба с гайкой. Использование в ВЧ полях стальных метизов нежелательно, поскольку приводит к потерям на перемагничивание и стальные детали разогреваются. К деталям клеммы дополнительно изготавливаются две шайбы из фторопласта (Рис. 15), между которыми зажимается ферритовое кольцо 600НН размером К20x12x6 со вторичной обмоткой. Вторичная обмотка трансформатора

тока содержит 100 витков провода ПЭЛШО 0,25, намотанных в один слой виток к витку. Диаметр провода не критичен. В качестве первичной обмотки трансформатора тока выступает непосредственно латунный винт клеммы, проходящий через отверстие ферритового кольца.

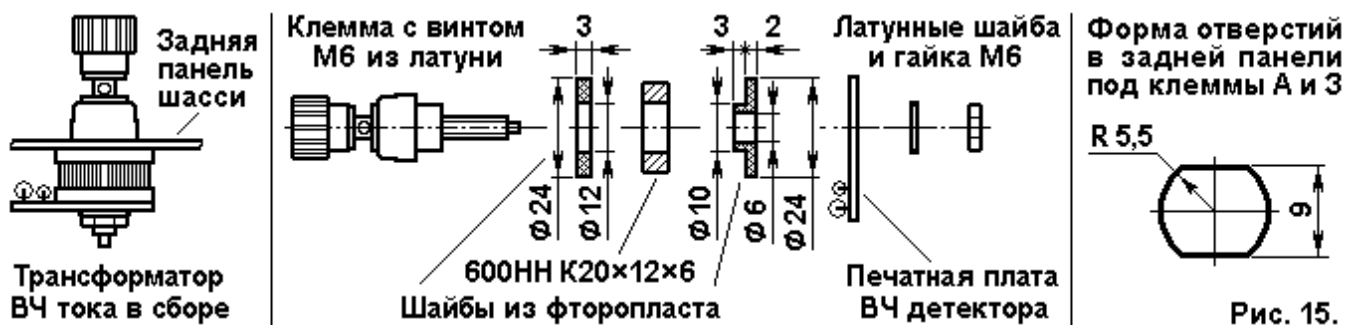


Рис. 15.

Печатная плата ВЧ детектора (Рис. 16), размещенная непосредственно в конструктиве трансформатора тока, имеет размер 25 x 35 мм и выполнена из односторонне фольгированного стеклотекстолита, толщиной 1,5 мм.

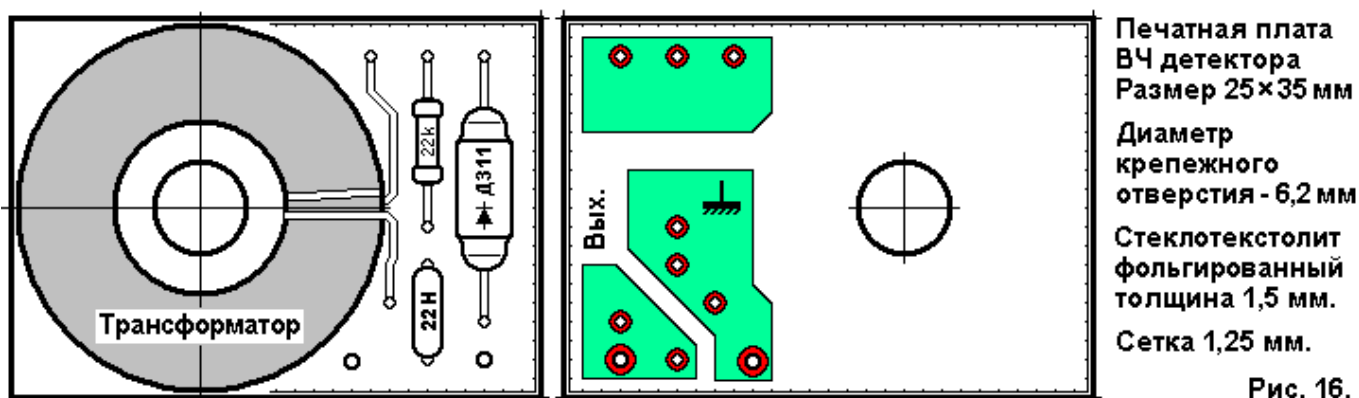
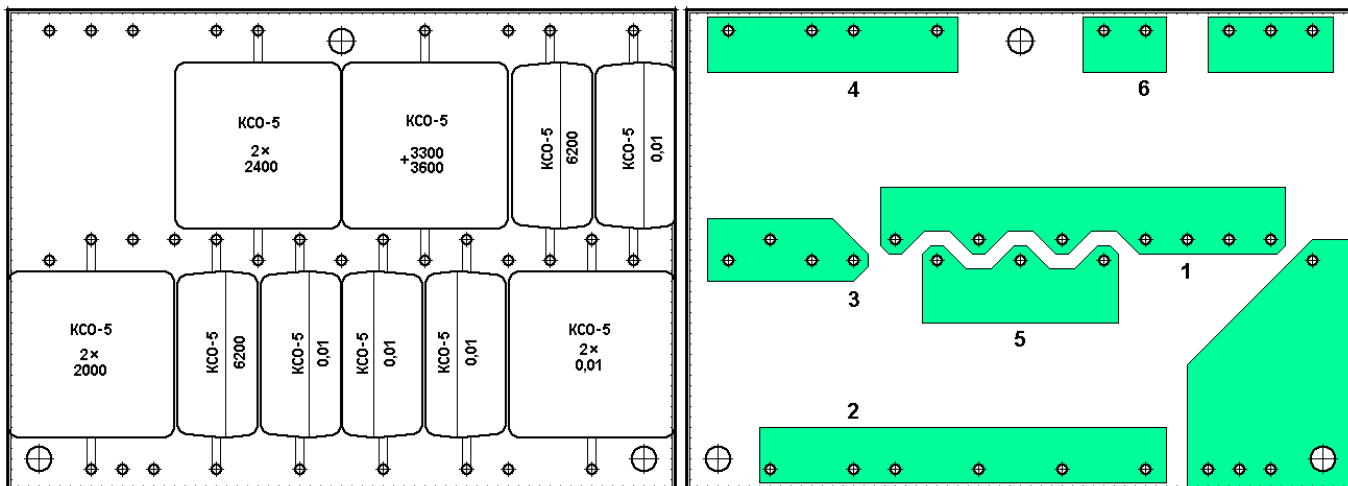


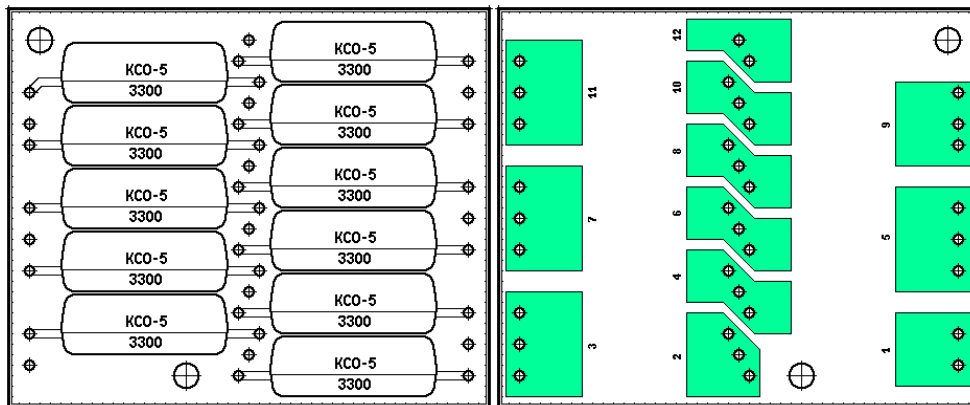
Рис. 16.

Емкостной делитель выходного ВЧ напряжения собран из 14 конденсаторов КСО-5 на односторонней печатной плате толщиной 1,5 мм и размером 57,5 x 80 мм (Рис. 17).



«Отводы» 1 - 6 емкостного делителя подключаются к переключателю связи с антенной «Связь» типа П2Г3 с контактными группами 6П2Н. При этом одноименные контакты его обоих направлений запараллелены, для увеличения допустимого коммутируемого тока, поскольку его переключение происходит при включенном передатчике.

Гирлянда из 11-и соединенных последовательно конденсаторов КСО-5-500В-3300пФ±5% собрана на односторонней печатной плате толщиной 1,5 мм и размером 57,5 x 47,5 мм (Рис. 18).



«Отводы» 1 – 12 от гирлянды подключаются к одноименным выводам переключателя «Антенна» П4 типа ПГЗ с контактными группами 12ПН.

Высокочастотный дроссель Др₂ (Рис. 19) наматывается на резисторе ВС-2 сопротивлением 1 мегом и более проводом ПЭЛШО 0,25 и содержит 500 витков, разбитых на пять секций по 100 витков. Ширина намотки каждой секции – 5 мм, промежутки между секциями – 2,5 мм. Секции наматываются способом «Универсаль». Конструкция дросселя показана на рисунке 11.

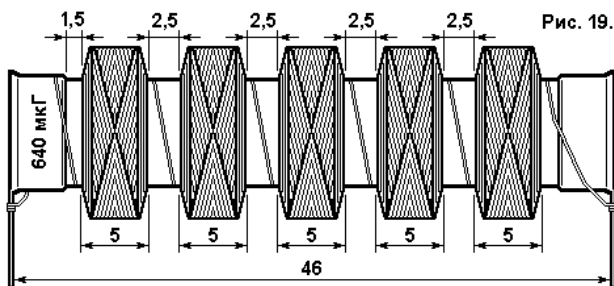
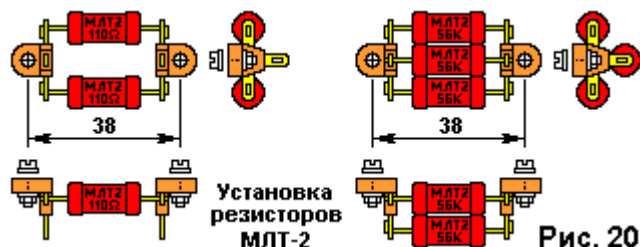


Рис. 19.

Высокочастотный дроссель анодной цепи индуктивностью 640 мкГ.

Пять секций по 100 витков ПЭЛШО 0,25 намотка типа "Универсаль". Первый слой каждой секции содержит 15 витков, намотанных виток к витку. Остальные 85 витков мотаются "универсалью". Макс. пост. ток 160 мА. На частоте 1500 кГц и ВЧ напряжении 215 вольт эфф. допустимый постоянный ток 100 мА. После намотки витки дросселя пропитать расплавленным церезином. В качестве каркаса для дросселя используется резистор ВС-2 Вт сопротивлением более 500 килоом. Дроссель также может быть намотан на стержне из текстолита, фторопласта, эбонита, оргстекла или фарфора, диаметром 8 мм и длиной 46 мм. В случае использования этого дросселя как анодного при параллельной схеме питания в малоомощных каскадах передатчиков, номинал резистора должен быть выбран 1 мегом и более.

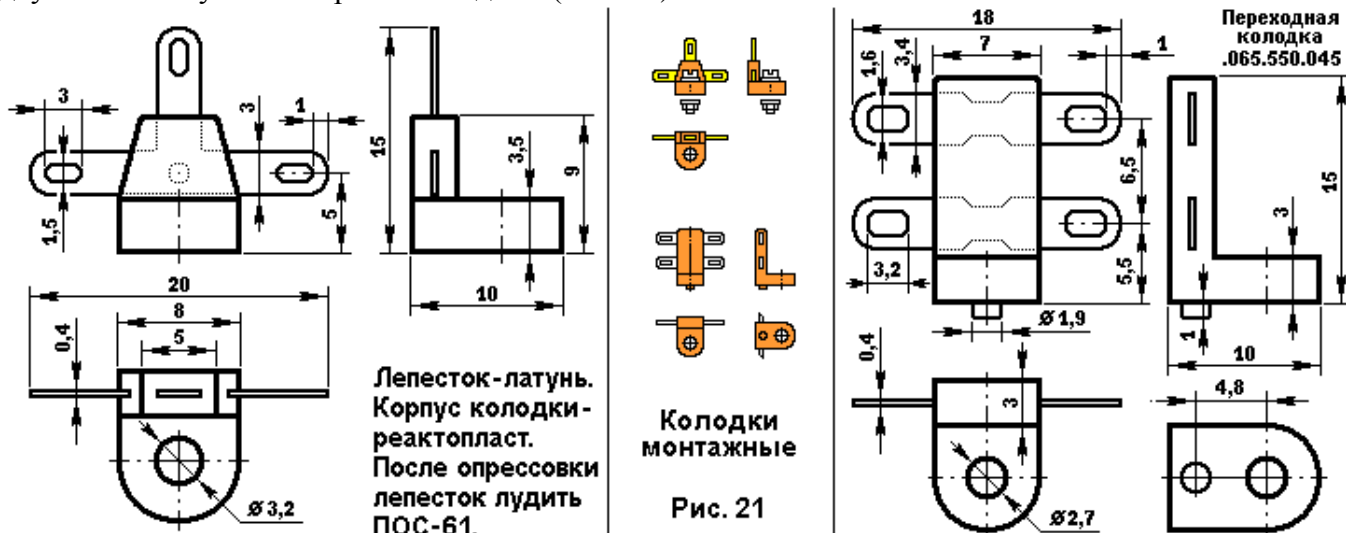
Резисторы МЛТ-2, которые в процессе работы довольно сильно нагреваются, установлены на монтажных колодках для обеспечения свободной конвекции воздуха вокруг них (Рис. 20).



Установка резисторов МЛТ-2

Рис. 20

Монтажные колодки желательно использовать следующих видов: однолепестковую с тремя выводами, однолепестковую с двумя выводами (такая же, как с тремя, но нет верхнего вывода) и двухлепестковую с четырьмя выводами (Рис. 21).



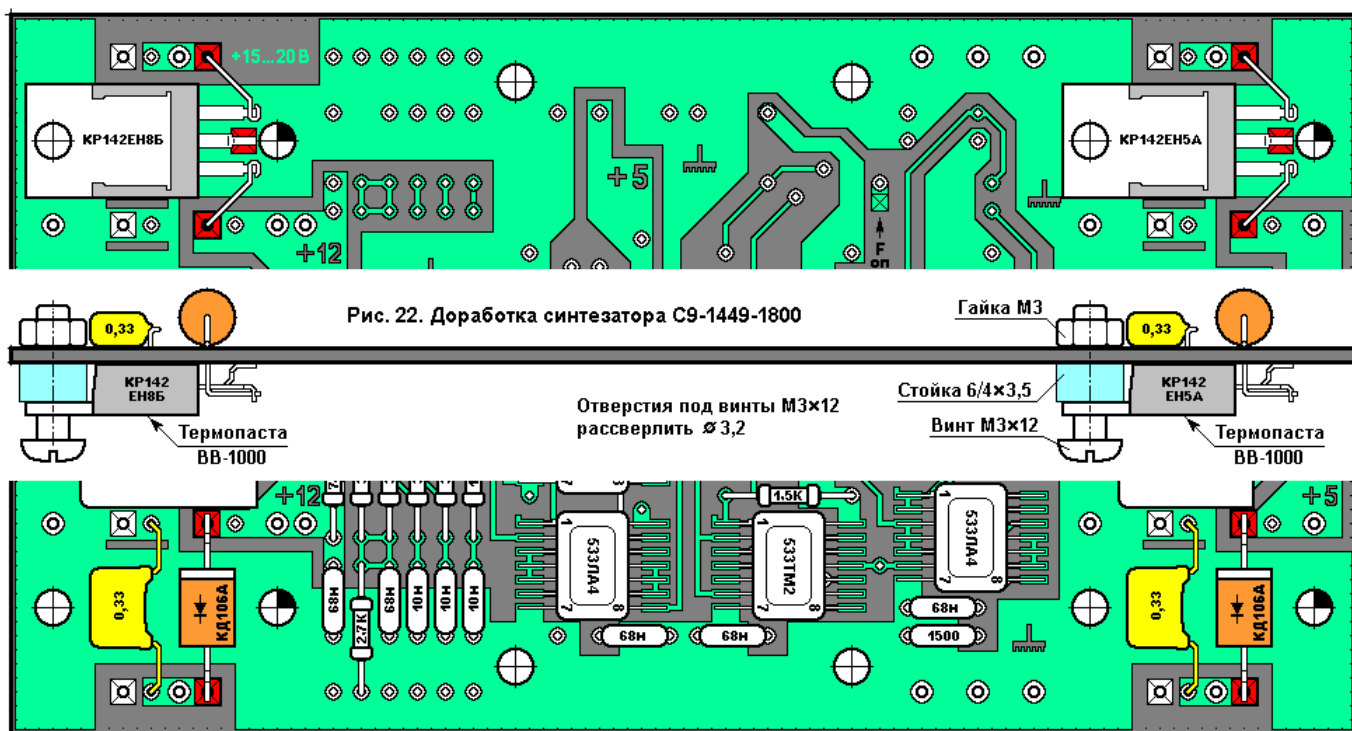
Лепесток-латунь. Корпус колодки-реактопласт. После опрессовки лепесток лудить ПОС-61.

Колодки монтажные

Рис. 21

Переходная колодка .065.550.045

Доработка синтезатора. Ее делать не обязательно. Но «по пожеланиям трудящихся» диоды 2Д212Б были заменены на КД106А, и микросхемы стабилизаторов применены КР142ЕН5А и КР142ЕН8Б. Фрагмент печатной платы с размещением этих элементов показан на рисунке 22.



Детали. В радиопередатчике использованы в большинстве своем отечественные радиодетали. Резисторы МЛТ (С2-23), СПО-0,5 (СПЗ-9), конденсаторы КСО, КТ-3, К40П-2, КБГ-И, К10-17-16.

При отсутствии у Индивидуального радиовещателя конденсаторов КСО-7 и КСО-8, имеющих реактивную мощность 40 и 50 ВАр при рабочем напряжении более 1000 вольт, и именно поэтому используемых в радиопередатчике, их можно заменить на конденсаторы КСО-5 на 500 вольт (20 ВАр), применив параллельное или последовательное соединение для достижения нужной емкости, рабочего напряжения и реактивной мощности, и установив их на монтажные колодки, поскольку они не имеют собственного механического крепления. Малогабаритные керамические трубчатые конденсаторы КТ-3, имеющие большую реактивную мощность, можно заменить на более новые, но, увы, громоздкие К15У-2 с рабочим напряжением не более 2 кВ и мощностью не более 2 кВАр.

Электролитические конденсаторы. Их сейчас модно называть оксидными. Вот тут я всецело буду на стороне импортных деталей. Фирма Jamicon выпускает прекрасные конденсаторы и, увы, в своем Отечестве ничего подобного сейчас не производится, или же нужно быть всегда готовым к высуханию электролита и увеличению последовательного сопротивления конденсаторов.

Переменные конденсаторы КПВ-2 имеющие две секции по 12/495 пФ, можно заменить на любые другие, но, непременно, «воздушные» от старых ламповых радиоприемников.

Дроссель фильтра выпрямителя Д40-5-0,18 можно заменить на Д31-5-0,14 или же рассчитать и намотать самостоятельно, используя методику, описанную в статье «Как изготовить дроссель фильтра выпрямителя»¹⁰, «РАДИО» 2011 № 5, стр. 32 и 41.

Силовой трансформатор передатчика ТАН30-127-220-50 можно заменить на упрощенный ТАН30-220-50, или намотать самому на сердечнике ШЛ20х40 с теми же напряжениями, используя методику расчета, изложенную в моей статье «Правильный расчет силового трансформатора»: <http://www.radiostation.ru/home/expexch1.html> При простом изменении коммутации обмоток возможно также использование трансформатора ТАН31. Возможно использование и более мощных трансформаторов ТАН44 или ТАН45, но они более громоздки и потребуют увеличения размеров шасси.

Старинный, но очень хороший германиевый диод Д2Е можно заменить на более новый Д311, помня, что у него допустимое обратное напряжение всего лишь 30 вольт, и если трансформатор тока будет применяться в более мощных передатчиках, придется уменьшить число витков вторичной обмотки трансформатора Тр2, чтобы не вышел из строя диод. С диодом Д2Е можно

¹⁰ Авторский текст статьи и справочные материалы по дросселям: <http://www.radiostation.ru/tantnd/drossels-d.rtf>

быть более спокойным, - у него допустимое обратное напряжение – 100 вольт, и это при граничной частоте 150 МГц! Десятивольтовый ограничительный двуханодный стабилитрон КС210Б можно заменить на аналогичный с напряжением стабилизации на 12 или 15 вольт. Мощный полевой транзистор CS2N60F может быть заменен на N-канальный любого производителя с допустимым постоянно действующим напряжением сток-исток не менее 600 вольт, током стока не менее 1 А, рассеиваемой мощностью не менее 20 Вт и максимальной рабочей температурой не менее 100°C. В случае использования транзистора в неизолированном корпусе, между ним и радиатором следует проложить пластинку слюды толщиной 0,1 мм или специальную теплопроводящую изоляционную прокладку с допустимым рабочим напряжением не менее 1000 вольт. Термопасту я использую импортную ВВ-1000, но подойдет и любая другая, например отечественная КПТ-8.

Мостовые выпрямители КЦ405А можно заменить на импортные, с аналогичными токами и напряжениями (например, BR1006), но лучше брать импортные диоды с тройным запасом по току и полуторным по напряжению. Все-таки, наши сети электропитания не всегда хорошо воспринимаются иностранными радиодеталями.

Радиолампы 6П43П можно заменить на 6П18П; 6Ж3П – на старинную 6АЖ5 (впрочем, 6Ж3П – это первая советская пальчиковая радиолампа и ее было выпущено очень много). Вместо 6Е1П и ее полного аналога EM80 возможно использование лампы EM84 или 6Е3П, но в этом случае придется изменить форму окошка в передней панели на прямоугольную и развернуть ламповую панельку, поскольку экран у этих ламп расположен напротив 7-ого штырька цоколя, а у 6Е1П – напротив первого.

Переключатели установки частоты в синтезаторе, «Связь» и «Антенна» типа П2Г3. Очень хорошие. Импортные использовать не рекомендую. Заведомо хуже. Контакты будут гореть. Тумблеры – ТП1-2, Т3, ТВ2-1, Т2 или им подобные более новых выпусков.

Предохранитель я люблю использовать ВП1-2, с выводами под пайку, и располагать его непосредственно на лепестках 2 и 4 силового трансформатора. Если корректно работаешь со схемой, то он никогда не перегорает!

Входные гнезда сигнала модуляции типа «тюльпан» (RCA), используемые в бытовой аппаратуре, можно заменить на профессиональные XLR или на «музыкальные» 6 мм «джеки» - это дело вкуса самого индивидуального вещателя.

Монтаж ВЧ цепей передатчика ведется голым медным луженым, а лучше – посеребренным проводом, диаметром 1,0 мм. При необходимости, на него надевают фторопластовую трубку или кембрик. Монтаж переключаемых ВЧ цепей синтезатора (по схеме точки *а, б, в, г*) ведется голым медным или посеребренным проводом, диаметром 0,8 мм во фторопластовой трубке, диаметром 1 мм проводниками кратчайшей длины, почти в натяг. Монтаж логических цепей синтезатора и частотозадающих переключателей ведется проводом МГТФ 0,07. Для монтажа цепей питания и накала ламп используются провод МГШВ 0,35. Провода цепей переменного тока (сеть и накал) необходимо плотно перевить между собой. Монтаж высоковольтных цепей анодного питания передатчика ведется проводом МГШВ 0,2, одетым в хлопчато-бумажный лакированный кембрик или фторопластовую трубку. Экранированный провод, соединяющий входную цепь индикатора с датчиком тока антенны, – МГТФЭ-0,1, одетый в ПВХ трубку.

При прорисовке принципиальной схемы и чертежей конструкции автор использовал простой графический редактор Paint из стандартного комплекта Windows. Простые графические файлы следует создавать и сохранять в формате .gif – и получается компактно, и при многократном редактировании и пересохранении не добавляется графический мусор, чем страдают другие графические форматы (.jpg – для этой цели вообще непригоден).

Первое включение и настройка. Перед тем, как включать передатчик, следует изготовить эквивалент антенны и подключить его к выходным клеммам «Антенна» и «Земля». Идеально – это приобрести резистор ТВО 20 Вт номиналом 51, 75 или 150Ω. Если такой возможности нет, можно соединить параллельно 10 резисторов МЛТ-2, номиналом в 510 или 750Ω±5%. Для лучшего охлаждения резисторы надо расположить не ближе 10 мм друг от друга, спаяв из них «лесенку».

В дальнейшем описании настройки передатчика предполагается, что синтезатор С9-1449-1800 уже настроен по своей методике. Для первого включения передатчика переключатели синтезатора следует установить в положения «10» и «70». Ручку переменного конденсатора – в среднее положение (пластины конденсатора введены наполовину). Переключатель «Связь» - в

соответствии с номиналом подключенного нагрузочного резистора. Переключатели «Антенна» в положение «1» (П4) и «Длинная» (П3). Переключатель индикации в положение «Ток антенны». Входы сигнала модуляции можно оставить неподключенными. «Уровень» чувствительности модуляционного входа – в любом положении. Желательно иметь под рукой неоновую лампочку МН-3. Для настройки передатчика необходим аналоговый авометр, например, Ц4315 или Ц4352, впрочем, подойдет и старенький Ц-20 или даже антикварный ТТ-1. Увы, но современные цифровые авометры для настройки передатчиков непригодны – при работе в мощных ВЧ полях у них сбивается процессор, и они показывают полную чушь.

Подключаем авометр для измерения анодного напряжения – к точке соединения дросселя Др2 и блокировочного конденсатора КСО-7-3000 пФ. Шкала прибора – 500 или 600 вольт.

ВНИМАНИЕ!!! В схеме передатчика имеются высокие напряжения опасные для жизни. Поэтому при первом включении и настройке передатчика в комнате, где проводятся работы, должен быть второй взрослый человек, имеющий знания и навыки по электробезопасности и наблюдающий за процессом со стороны, на предмет оказания первой помощи пострадавшему от воздействия электрического тока высокого напряжения.

Включаем питание. Правильно собранный передатчик начинает работать сразу после прогрева радиоламп. При включении напряжение на холодных лампах может достигать 500 вольт. Через 30 – 40 секунд анодное напряжение на выходном каскаде должно установиться в пределах +200 ... 220 вольт. Взявшись пальцами за металлический цоколь, подносим неоновую лампочку МН-3 баллоном к «горячему» концу катушки L1 и подстраивая переменный конденсатор наблюдаем свечение. Выставляем максимальную яркость лампочки и наблюдаем по отклонению лепестков на экране 6Е1П соответствие яркости горения неона с шириной зеленого сектора.

Если все так, то первое включение прошло успешно. Если же неоновая лампочка не горит и лепесточки индикатора не расширяются при изменении емкости переменного конденсатора, - выключайте передатчик и проверяйте правильность монтажа по принципиальной схеме. **Внимание!** Оставлять на длительное время включенный передатчик с расстроенным контуром нежелательно, это приведет к перегреву ламп выходного каскада и выходных транзисторов синтезатора. Поэтому настройку контура надо выполнять сразу после прогрева радиоламп и по возможности точнее.

Далее проверьте значения напряжений указанные на схеме во всех точках. Отличие должно быть не более 5%, разумеется, при условии, что в сети точно 220 вольт. Поскольку допуск на напряжение сети составляет 10%, то есть, нормально, когда напряжение изменяется от 198 до 242 вольт, вести точные измерения, когда в сети неизвестное напряжение, бессмысленно. Поэтому крайне желательно при работе с ламповыми схемами иметь в сети постоянно включенный вольтметр. Лучше – честный, стрелочный, электромагнитной системы. Желательно также посмотреть и форму напряжения электросети, поскольку обилие включенных компьютерных импульсных блоков питания частенько до неузнаваемости искажает синусоиду, превращая ее в трапецию с плоской вершиной, серьезно изменяя ее коэффициент формы. При правильной форме напряжения электросети, его амплитуда должна быть равна 311 вольт ($220 \times \sqrt{2}$). Ее можно замерить по экрану осциллографа. Соответственно, размах синусоиды, «пик-ту-пик», должен быть 622 вольта.

Анодное напряжение выходного каскада в режиме несущей, формируемое на выходе модулятора, желательно установить в пределах 210 ... 220 вольт с помощью изменения номинала катодного резистора лампы 6Ж3П. Увеличение сопротивления ведет к увеличению анодного напряжения. Если в результате подбора номинал резистора оказался в пределах 150 – 200Ω, то это нормально.

Следующим шагом надо проверить перестраивается ли П-контур по всему диапазону частот синтезатора. Возможно, для этого потребуется уточнить число витков катушки L1 в пределах ± 1 виток и скорректировать дополнительную емкость входного конденсатора П-контура (КТ-3 - 220 и 330 пФ). Впрочем, поскольку Индивидуальное вещание ведется в вещательной части диапазона синтезатора, основной упор можно сделать на полосу частот 1449 – 1620 кГц.

Теперь подадим модулирующий сигнал. Его можно взять непосредственно с линейного выхода CD проигрывателя (имеющего стандартный уровень выходного сигнала 0,775 вольта), соединив напрямую любым аудиокабелем выходные «тюльпаны» проигрывателя с входными «тюльпанами» передатчика. Переключатель индикации ставим в положение «Модуляция». Контролировать модуляцию можно через радиоприемник с диапазоном средних волн или при

помощи самодельного детекторного монитора с выходом на трансляционный динамик [10]. Установить оптимальный уровень сигнала можно на слух с помощью регулятора «Уровень», который имеет диапазон регулировки 8 дБ.

Для точной проверки качества модуляции потребуется осциллограф и звуковой генератор. Подавая на вход модуляции синусоидальный сигнал с частотой 1000 Гц, и амплитудой от 1,5 до 3 вольт следует соотнести уровень сигнала, при котором начинается ограничение, с уровнем при котором смыкаются лепестки светящегося сектора на экране 6Е1П. Для дальнейшей правильной эксплуатации эти уровни необходимо совместить, подбирая номинал резистора 10кΩ во входном делителе цепи индикации уровня модулирующего напряжения.

Далее надо снять модуляционную характеристику – зависимость глубины модуляции $m\%$ от входного напряжения модуляции. Характеристику снимаем на частоте 1000 Гц, взяв сигнал от звукового генератора, например, от ГЗ-102 или ГЗ-36. Уровень модуляции контролируем по осциллографу с большим экраном, например, С1-83. Сигнал на осциллограф снимаем с эквивалента антенны. Переключатель индикации ставим в положение «Ток антенны» и точно настраиваем П-контур на частоту синтезатора по максимальному светящемуся зеленому сектору индикатора или по экрану осциллографа. Переключаем индикатор в режим «Модуляция». Устанавливаем на входе модулятора напряжение, при котором лепесточки индикатора крепко сомкнулись, а на экране осциллографа наблюдается сильное ограничение (сигнал еще не превратился в трапецию, но огибающая модуляции уже имеет заметно приплюснутые верхушки). Принимаем это значение сигнала модуляции за максимальный уровень. Определяем в этой точке максимально возможную глубину модуляции по экрану осциллографа. Она должна быть около 80%. Для этого измеряем по делениям сетки экрана размах огибающей на пике модуляции «А» и в минимуме «В». Глубина модуляции составит: $m\% = (A - B) / (A + B) \times 100\%$. Далее, уменьшая входной уровень сигнала модуляции ступенями 0,95; 0,9; 0,85; 0,8; и т. д. до 0, снимаем по точкам амплитудную характеристику передатчика. По модуляционной характеристике определяем максимальное значение входного сигнала, при котором характеристика еще линейна и фиксируем соответствующий ему уровень входного сигнала. Его желательно превышать только на самых громких пиках сигнала модуляции. При входном эффективном синусоидальном сигнале 0,775 вольта (амплитуда 1,1 вольта) глубина модуляции должна быть ровно 30%. Она выставляется подстроечным резистором «Уровень» или, при необходимости, изменением номинала суммирующих резисторов (3,9кΩ). Если же у Вас на радиостанции используется советское студийное радиовещательное оборудование, то 30% глубина модуляции должна соответствовать входному уровню 1,55 вольта эффективного значения (амплитуда 2,19 вольта).

Следующим шагом настройки необходимо по точкам снять зависимость глубины модуляции от частоты модулирующего сигнала. Для этого, установив на частоте 1000 Гц значение $m = 30\%$, изменяют частоту генератора от 20 до 16000 Гц в соответствии с рядом: 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600; 2000; 2500; 3150; 4000; 5000; 6300; 8000; 10000; 12500; 16000 Гц. В рабочей области частот 50 – 8000 Гц не должно быть завалов, превышающих 3 дБ. Изменением емкости конденсатора 0,01 мкФ на выходе сумматора стереоканалов можно регулировать завал в области верхних частот, а изменением емкости разделительного конденсатора 1,5 мкФ перед переменным резистором «Уровень», и номиналом электролитического конденсатора 47 мкФ в цепи катодного автосмещения лампы 6ЖЗП, можно регулировать завал в области нижних частот.

Для приятного звучания Вашей радиостанции на частотах 80 – 125 Гц желателен подъем АЧХ на 3 дБ относительно уровня на частоте 300 Гц. От частоты 300 Гц и до 2600 - плавное нарастание затухания, а в районе частоты 2600 Гц желательно иметь провал до 6 - 8 дБ. Далее начинается подъем и для «прозрачности» и «легкости» звучания желателен максимум АЧХ (0 дБ) в районе частоты 6500 Гц, относительно того же уровня на частоте 300 Гц. От 6,5 до 7,5 кГц имеем полочку или размытый максимум на уровне 0 дБ. После 7,5 кГц должен начинаться резкий спад и на частоте 9 кГц затухание должно достигать не менее 46 дБ, а лучше - 60 дБ.

Основное формирование АЧХ и полосы эфирного сигнала, а также защита от перемодуляции должно осуществляться в предварительных цепях, включением на входе модулятора LC фильтра как минимум, шестого порядка и компрессора, а еще лучше, использованием в тракте модулирующего сигнала многополосного прибора спектродинамической обработки, так называемого «АМ-процессора».

Эксплуатация передатчика. Передатчик должен работать на проволочную открытую антенну, которая упомянута в начале этой статьи, желательна, длиной 45 – 50 метров, считая от гнезда «Антенна» и до ее дальнего конца (до изолятора), который желательно поднять как можно выше над землей. Поскольку на высокорасположенных протяженных проводах наводятся значительные статические потенциалы опасные для жизни, подключение антенны к передатчику необходимо выполнять так, как показано на рисунке 23. Антенный переключатель закрепляется на стене в непосредственной близости от антенного ввода в помещение. Длина антенного провода внутри здания должна быть минимальной – не более 1 метра (55 см – толщина внешней стены плюс 45 см – провод от отверстия в стене к антенному переключателю и от него к передатчику). В нерабочее время антенный переключатель должен всегда находиться в положении «Гроза».

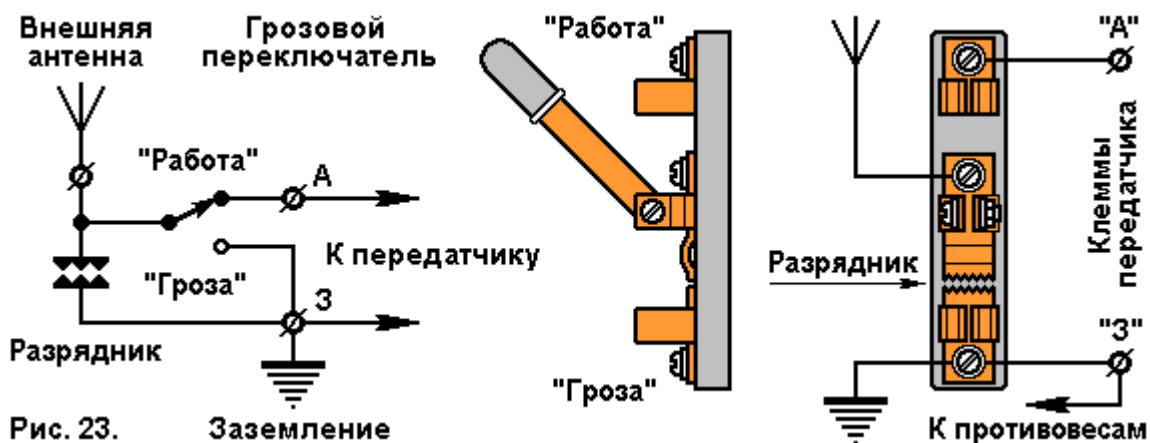


Рис. 23. Заземление

Устанавливаем передатчик так, чтобы к нему снизу, со стороны подвала шасси, был бы свободный доступ прохладного воздуха, подальше от батарей отопления, нагревательных приборов и от горячих солнечных лучей. Идеально – на решетчатой полочке, закрепленной на стене комнаты, сбоку от окна (с противоположной стороны от труб отопления), рядом с антенным переключателем, приблизительно на высоте 120 см от пола, чтобы глазок индикатора передатчика оказался бы на уровне глаз вещателя сидящего на стуле за микшерным пультом.

Подключаем заземление и противовесы (Рис. 23). **ВНИМАНИЕ!!! Без заземления подключать передатчик к антенне нельзя!** Затем, подключаем антенну. Грозовой переключатель антенны ставим в положение «Работа». Переключатель «Антенна» ставим в положение, соответствующее длине провода Вашей антенны: если ее длина меньше $\lambda/4$ на рабочей частоте – в положение «Короткая», если больше, то «Длинная». Заземленный передатчик подключаем к источнику сигнала модуляции (микшерный пульт или выход звуковой карты компьютера). Устанавливаем на переключателях синтезатора рабочую частоту. Переключатель индикации – в положение «Ток антенны». Подключаем к передатчику сетевой кабель питания и включаем его в сеть. Включаем тумблер «Сеть». Ждем прогрева радиоламп. Через 30 – 40 секунд настраиваем «Контур» на рабочую частоту по индикатору. Изменяя положения переключателя «Настройка антенны» от «1» до «12» находим максимальное показание индикатора. После этого подстраиваем «Контур» на максимум по индикатору. После подстройки «Контура» повторяем поиск оптимального положения переключателя «Настройка антенны» еще раз и опять, как можно точнее, подстраиваем «Контур». Подаем сигнал модуляции стандартного уровня. Контролируем сигнал в эфире по радиоприемнику или по детекторному монитору [10], что предпочтительнее.

Проверка зоны вещания. Передатчик подключаем и настраиваем по методике описанной выше. Подаем на вход передатчика сигнал с частотой 1000 Гц и амплитудой, соответствующей 30% глубине модуляции. На карте местности наносим 4 – 8 радиальных линий, исходящих от точки расположения передающей антенны в направлениях удобных для пешего перемещения (в сельской местности без автомобиля и навигатора не обойтись). Берем приемник с диапазоном средних волн (MW), встроенной магнитной антенной и S-метром, например, DEGEN DE-1103 или TECSUN BCL-2000 или им подобный. Еще лучше, если у Вас в машине есть хороший приемник со средневолновым диапазоном и встроенным индикатором уровня принимаемого сигнала. Придерживаясь выбранных направлений на карте, отходим (отъезжаем) от передающей антенны по радиусам, фиксируя уровень сигнала по индикатору S-метра приемника и занося его в таблицу с привязкой уровней к точкам на карте. При таком методе возможна оценка трех зон по дальности.

Первая зона – здесь S-метр дает четкие показания. Это зона уверенного приема. Вторая зона - S-метр показывает ноль, однако сигнал модуляции чистый, хоть и с небольшим шумочком, но вполне приемлем для не очень длительного прослушивания. Это зона неуверенного приема. Третья зона – зона помехи – сигнал обнаруживается, но слушать его сколько-нибудь длительно невозможно – шум и искажения утомляют слух. Граница третьей зоны – полное пропадание сигнала в шумах эфира. При помощи автомобиля и навигатора, определяющего координаты, на пару с другом-водителем, реально за один день построить на карте эти три границы, представляющие собой далеко не круги, как должно быть в теории. В городе, при пешем передвижении, вероятно, за день удастся пройти не более двух – трех направлений (будьте готовы к тому, что при хорошей передающей антенне сигнал передатчика по какому-либо направлению не захочет пропадать на дальности аж в 10 километров!, а в каком-то исчезнет через три-четыре).

Чтобы было веселее ездить, вместо тона 1000 Гц можно поставить с компьютера подборку любимых песен или попросить домашних регулярно менять диски на CD проигрывателе. При измерении зон вещания с музыкой, их границы могут оказаться немного шире, чем при измерении с тоном. Дело в том, что при среднем уровне модуляции на музыке в те же 30%, громкие пики будут излучаться с большей мощностью (и дальше слышны), а шумы в провалах между пиками будут маскироваться нашим мозгом (мы будем интуитивно додумывать – «дослышивать» пропадающие в шумах звуки музыки). На этом, кстати, построены многие алгоритмы цифрового сжатия звукового сигнала. В частности, так любимый молодежью mp3. Этим же объясняется, что при передаче в эфир записей в формате mp3 качество сигнала получается гораздо хуже, чем при трансляции несжатых записей, хотя по техническим параметрам сигнал mp3 превосходит качество АМ вещания. Двукратно додумывать «пропавший» сигнал, при сжатии, а теперь и в шумах эфира наш мозг уже не хочет, что субъективно воспринимается, как ухудшение качества звучания. Поэтому использование записей в формате mp3 в АМ радиовещании не рекомендуется.

В случае, если в местности вещания есть большие перепады высот, зон уверенного приема может оказаться несколько. Например, при проверке вещания этого передатчика из МТУСИ, зона уверенного приема распространяется на все Лефортово и аж до МКАДа. При направлении в центр, сигнал полностью пропадает в районе ближней стороны Бульварного кольца. Однако на всей площади вокруг главного здания МГУ на Ленинских горах прием столь же уверенный, как в Лефортово, хотя это в два раза дальше центра города, и он постепенно ухудшается при приближении приемника от МГУ к центру вдоль Нескучного сада. В Парке Горького приема уже нет, поскольку он расположен в низине.

Оснащение школьного радиотехнического кружка или индивидуальной радиостанции таким передатчиком может по-новому наполнить жизнь как учеников, так и преподавателей, увлекая их в интереснейший мир радиотехники, распространения радиоволн и конструирования радиоприемников через публичное самостоятельное радиовещание в настоящем эфире!

Литература:

1. С. Мишенков, С. Комаров, Рекомендации Круглого стола «Индивидуальное (любительское) радиовещание в России» от 18 ноября 2009 г, прошедшего при поддержке Федерального агентства по печати и массовым коммуникациям: <http://www.cqf.su/stuff/confrec.html>
2. С. Комаров, «Устройство заземления для средневолновой передающей антенны Индивидуального радиовещания»: <http://www.cqf.su/technics8-1.html>
3. С. Комаров, «Средневолновый радиовещательный синтезатор частоты», «Радио» 2012, № 9, 10.
4. С. Комаров, А. Морозова, «Исследование усилителя мощности радиочастотных колебаний с многофазным возбуждением», «Г-Comm Телекоммуникации и транспорт» № 10-2014 (Том 8).
5. С. Комаров, «Индикатор настройки передатчика на базе «зеленого глаза», «Радио» № 7, 2015.
6. С. Комаров, «Зеленый глаз» - хорошо забытое старое», «Радио» № 8, 2010 г. Оригинал статьи размещен на сайте автора: <http://www.radiostation.ru/home/greeneye.html>
7. С. Комаров, «Самодельные ребристые каркасы для катушек передатчика», «Радио» № 5, 2015.
8. С. Комаров, «Правильный расчет силового трансформатора»: <http://www.radiostation.ru/home/expexch1.html>
9. С. Комаров, «Как изготовить дроссель фильтра выпрямителя», «Радио» 2011, № 5, стр. 32, 41 и справочные материалы по дросселям: <http://www.radiostation.ru/tantnd/drossels-d.rtf>
10. С. Комаров, «Детекторный монитор СВ радиовещательного передатчика», «Радио» № 8, 2015.
11. С. Комаров, «Передающий комплекс Индивидуального радиовещания», «Радио» № 9, 2015.