



## Усилитель на 144 мГц на лампах ГИ7Б.



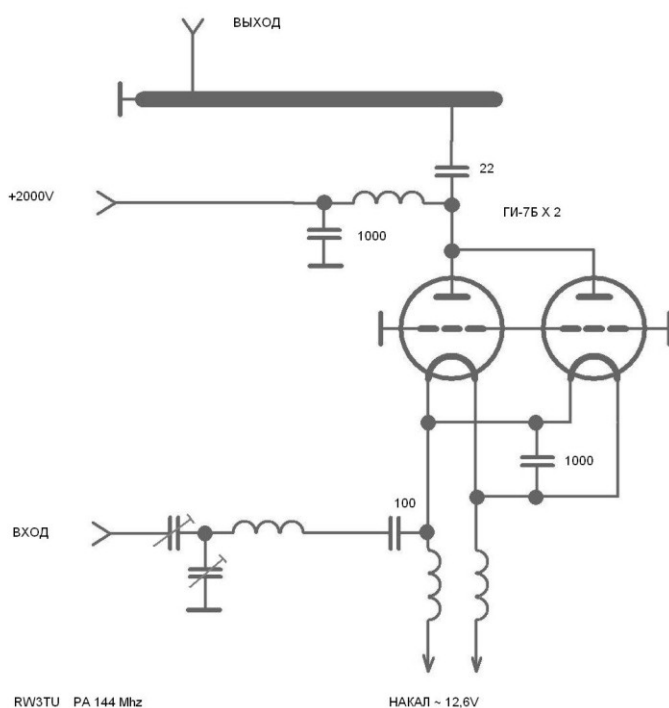
*Волковинский Сергей*  
*RA9FOR Пермь 2010*

При изготовлении усилителя я взял за основу публикацию RW3TU - Сергея Ершова из Нижнего Новгорода. Вот оригинал его публикации:

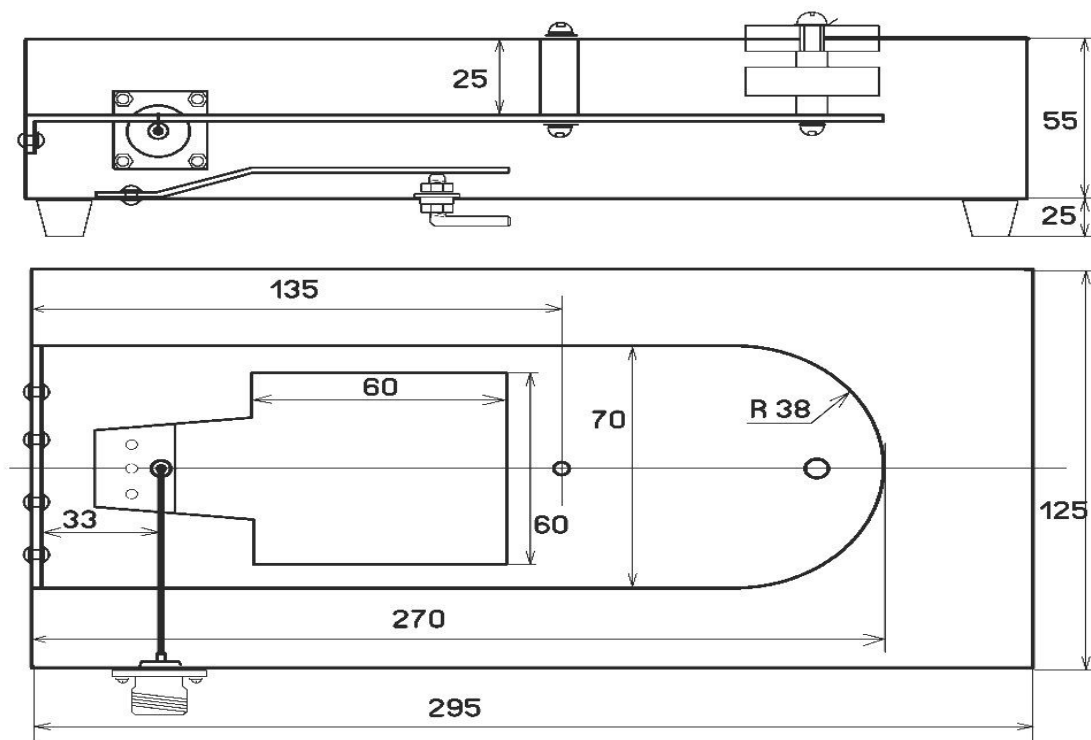
### **Усилитель 2xГИ7Б 144 МГц**

Идею этого усилителя подсказала конструкция RW1AW на лампе ГУ-84Б, которую я видел в свое время у RW3TU. Мне понравилось, что здесь нет сложных механических конструкций - легко повторить, и лампу можно применить любую - достаточно доработать лишь входные цепи и цепи питания, а резонатор останется тот-же.

Схема.



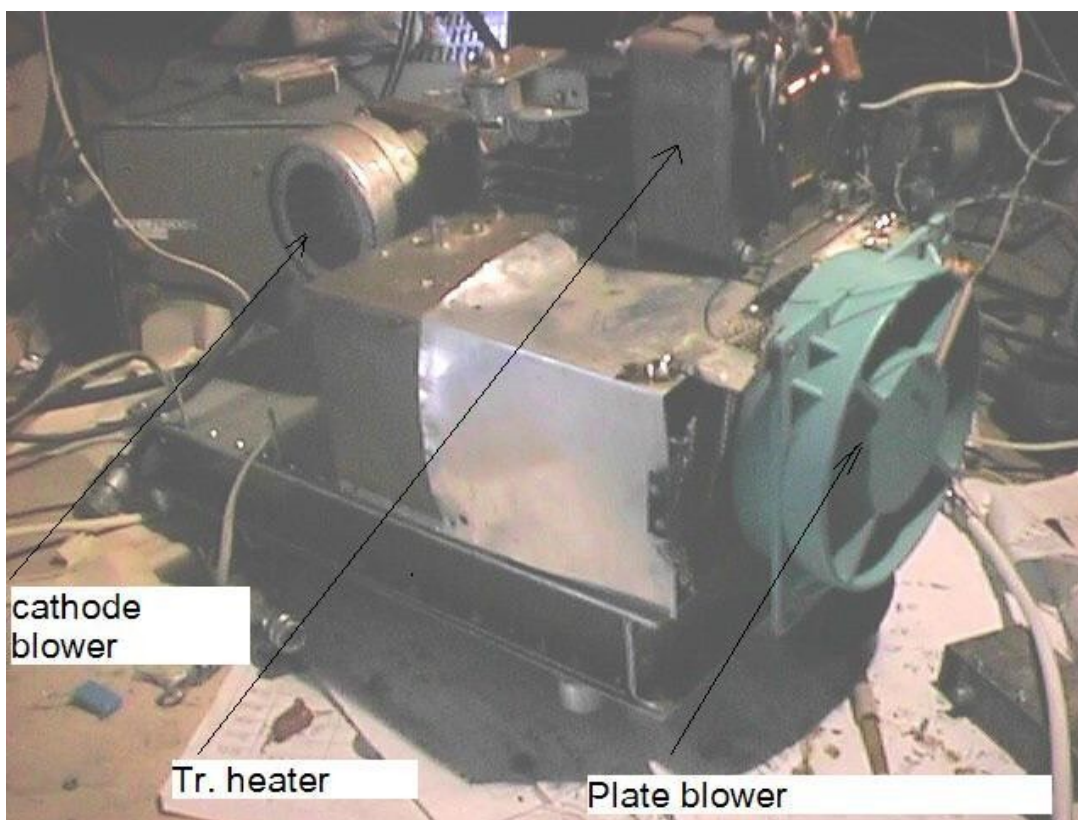
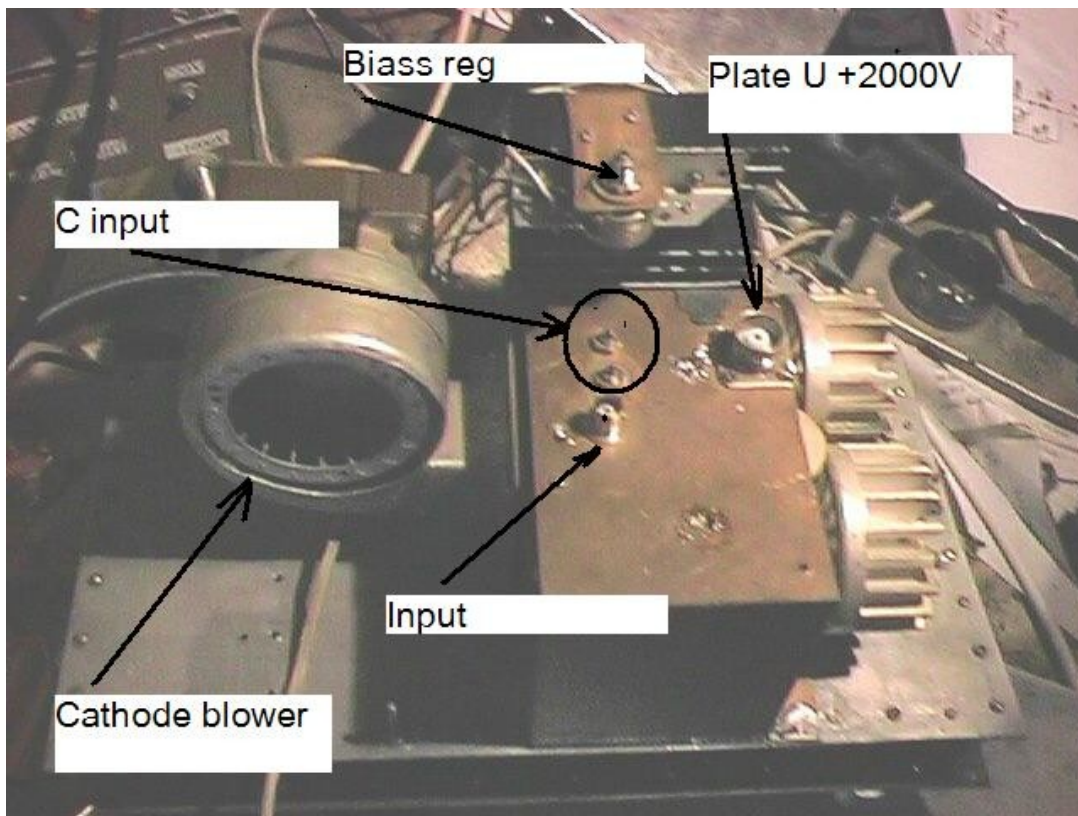
Основа - это коробка под резонатор, из двустороннего стеклотекстолита 2мм, размеры ее 295X125X55,



Внутри линия L-270мм (это без учета на загиб и крепление, т.е. чистая длина от торцевой стенки до горячего конца), ширина -70мм, толщина 2,5 мм – медь полированная (можно алюминиевую шинку), у горячего конца края скруглены на радиусе 38мм, холодный конец приклепан под углом 90гр. к середине торца коробки и припаян.

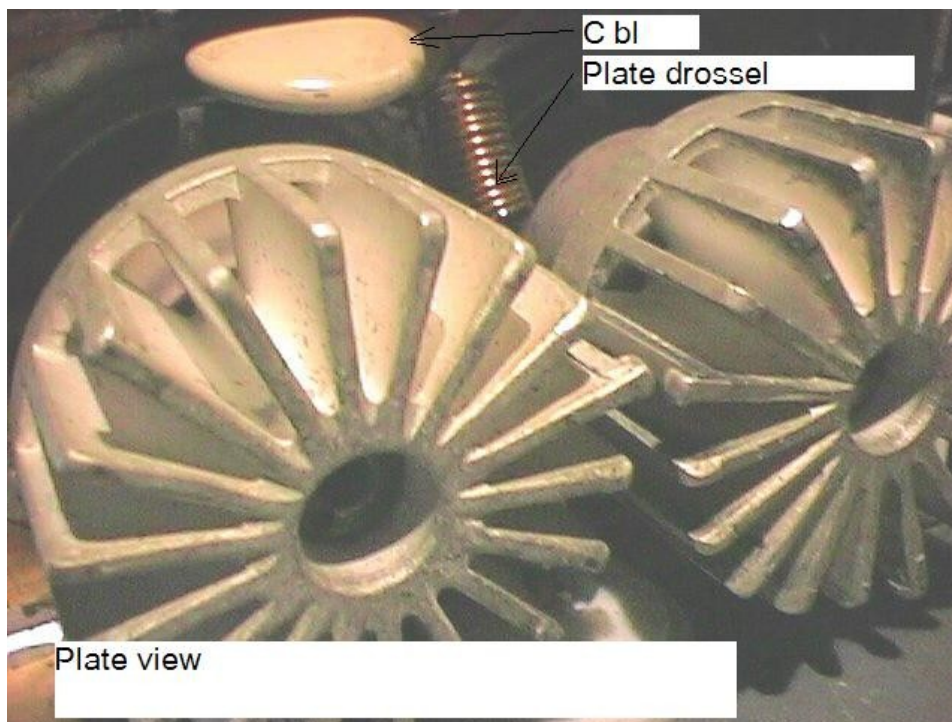
На расстоянии 33 мм от холодного конца линии - отбор мощности прямо на разъем, без емкости, т.е. связь с антенной - постоянная, под 50 Ом (достаточно приблизительно конечно, но когда-то считал). Хотя отбор мощности можно было сделать и емкостной, от горячего конца, и связь с антенной можно было регулировать, мне это показалось слишком сложным в конструктивном отношении, и я сделал напрямую от линии, как и в оригинальной конструкции RW1AW - намного проще вышло. Отбор мощности от осевого центра линии провод 2мм к разъему на боковой стенке. Провод приклепал медной клепкой с шайбой и пропаял. Надо делать очень хороший контакт линии с общим корпусом, у меня было 5 латунных болтов Ф 4 мм и еще хорошо все пропаял с 2-х сторон.

Катоды соединены параллельно, короткими перемычками и в середину между ними припаяна разделительная емкость КСО - 100пф. с входного контура. Емкости входного контура (КПВМ) выведены регулировочными шлицами на верх коробки над катодами, рядом со входным разъемом СР-50 (на фото видно), под ними удалена фольга.



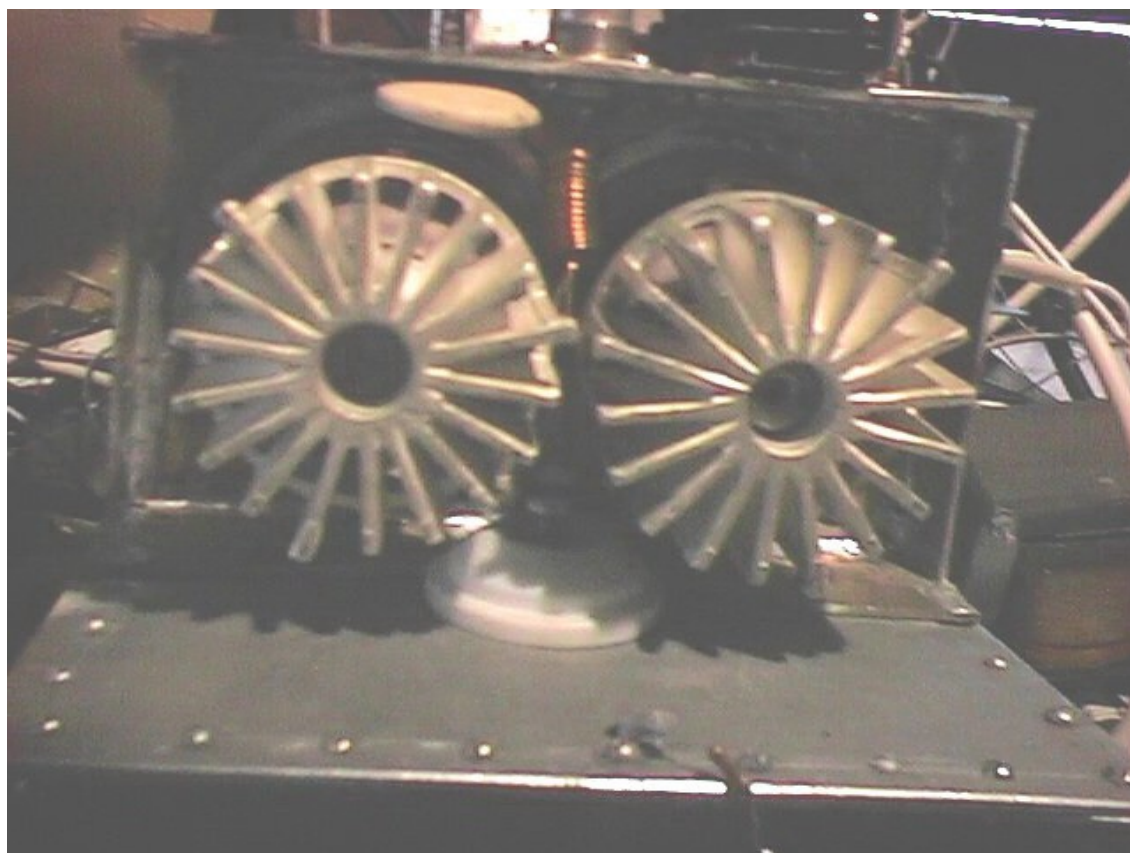
Аноды соответственно тоже запараллелены - под радиаторы подложены самодельные шайбы с контактными лепестками из тонкой белой жести размером равным диаметру анода, а к точке соединения обоих лепестков припаян анодный дроссель и переходная емкость. Второй конец дросселя запаян к разъему CP75 , установленному на верху коробки. Там же блокирующая

анодная емкость КВИ -



2200пф.

Для настройки к нижней крышке приклепан латунный лепесток 60x60мм. Под ним в крышке приклепана букса М4 под шпильку. Для фиксации шпильки в нужном положении на нее накручена контрагайка, а сама шпилька изогнута снаружи под углом 90 град. Усилитель стоит на ножках около 25мм

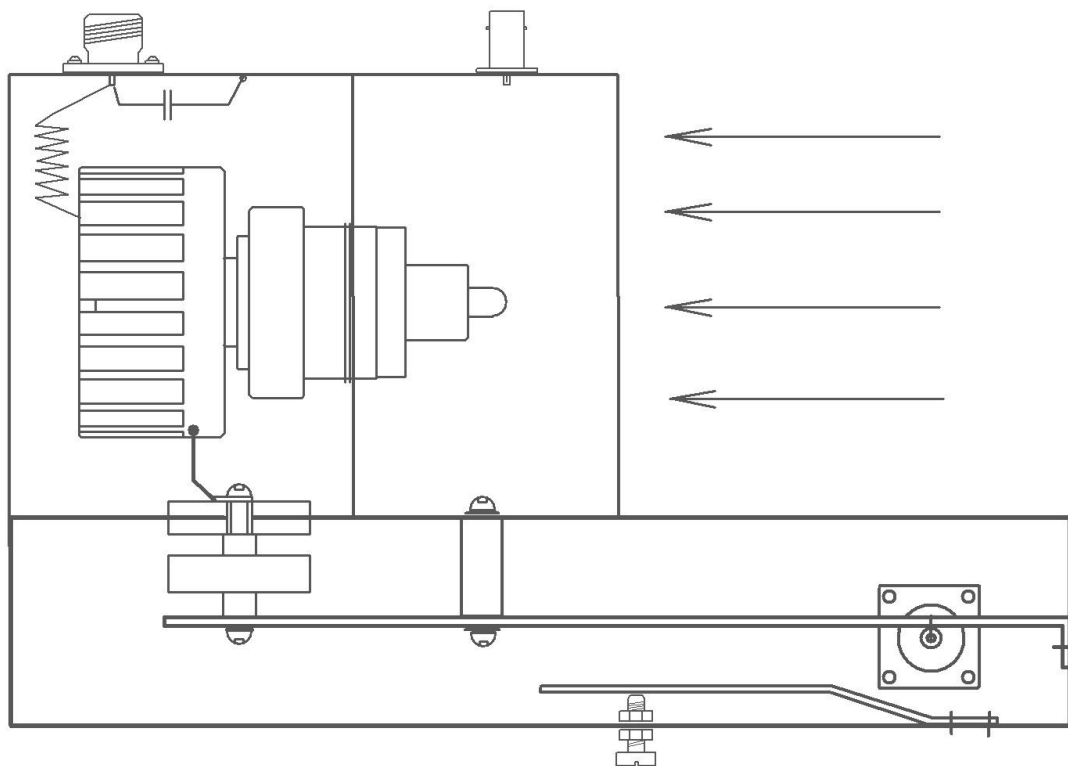


высотой.

Схема смещения - с сайта DL2KQ <http://dl2kq.de/pa/1-5.htm> - рекомендую!

Анодный блок питания выполнен в отдельном корпусе и +2000V подается кабелем РК 75 через разъем. Амперметр в цепи катода, с шунтом 0.1 ом. -параллельно ему блокировки емкостные, а приборчик тока катода откалиброван предварительно на этом шунте. Находится тоже в корпусе анодного блока питания - удобно тем, что не надо больше приборов контроля анодного тока для других усилителей и на КВ и на УКВ. Впрочем - можно поставить и отдельный прибор - кому как удобно. Дроссели в катоде - обычный провод ПЭВ Ф 0.5, медный, по 12 витков на оправке Ф 8 мм. Анодный - такой-же, только провод 0,66.

От горячего конца - разделительная анодная емкость К-17-У (с винтами на 6) -22 пф, вверх к анодам через тефлоновый изолятор в верхней крышке коробки. Лампы ГИ7Б - 2 шт. лежат горизонтально, установлены в коробку с перегородкой, сетки на земле, в перегородке отверстия для обдува от катода к аноду, со стороны катода дует небольшая турбинка, а со стороны анодов ВН2 на вытяжку, одной турбинки было маловато. фольга.



По настройке: лампы подбирались по одинаковому току покоя. Ток покоя пары ламп был около 60 мА. Настройка проводилась регулировкой анодной емкости по максимуму выхода на 144150. Пробовал менять ток покоя до 100ма - разницы не заметил. Работал усилитель очень хорошо, полоса без подстройки была около 0.7 MHz. Я провел с ним около 20 EME CW QSO на 2X13 DJ9BV без элевации. Своё эхо от луны слышал. Разгонял я его до 1А. Как макет сначала я пробовал делать на одной лампе,- все работало так-же, только больше 500 мА я его не раскачивал.

Коэффициент усиления по мощности 13 db, линейность хорошая от 5 до 60 WTTS input.

Большое спасибо за помощь в изготовлении и наладке Алексею RW3TF, а также в подготовке чертежей в электронном виде Игорю UR5EFX и Андрею UA3RAW.

RW3TU - Сергей Ершов, Нижний Новгород 2010г. [rw3tu@mail.ru](mailto:rw3tu@mail.ru)

Вот такая конструкция получилась у меня.

### 1. Изготовление резонатора.

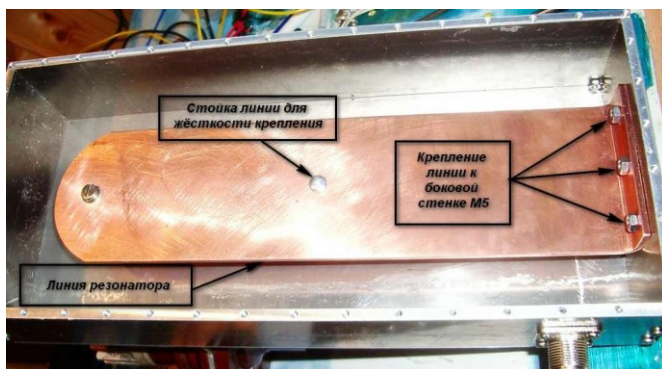
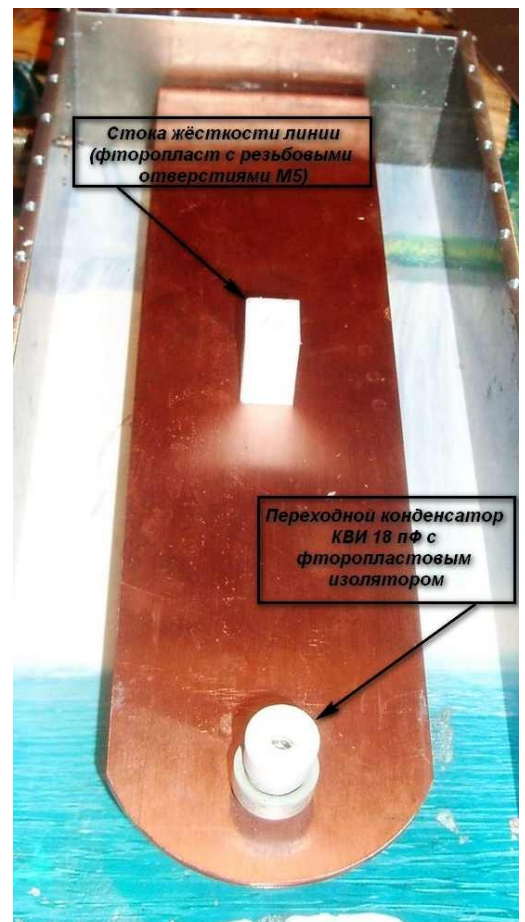
Резонатор выполнен из дюрала толщиной 5 мм и выточен на станке с ЧПУ. В торцах стенок нарезаны резьбовые соединения М3 для сборки конструкции с шагом 15 мм. Это выполнено с целью максимальной экранизации резонатора.

Верхняя и нижняя крышка корпуса резонатора выполнены из листовой дюрала толщиной 2мм.

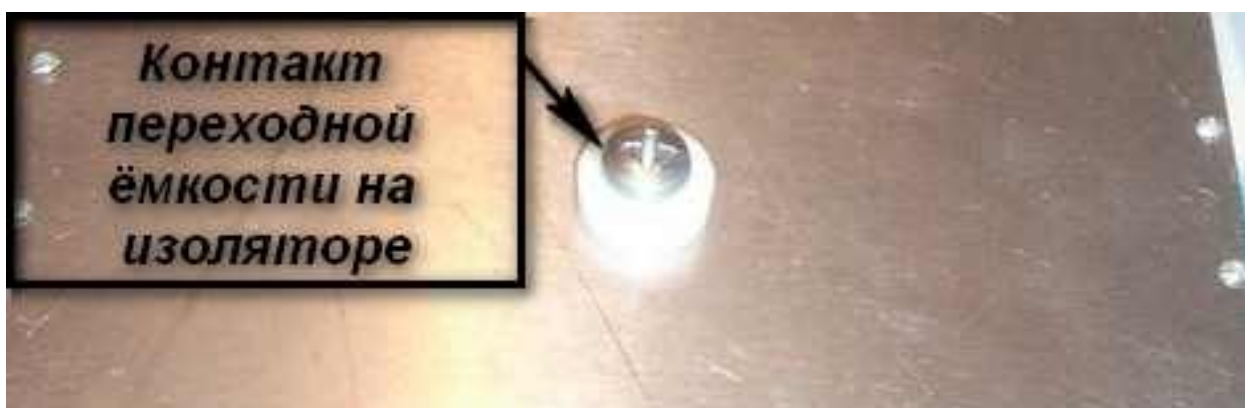
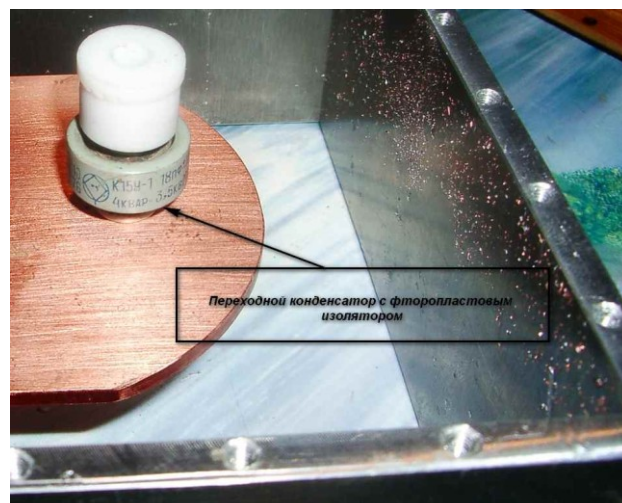


Внутренний элемент линии резонатора выполнен из листовой меди толщиной 5 мм, врезанной так же на станке с ЧПУ.

Линия крепится на трёх болтовых М5 соединениях к боковой стенке корпуса резонатора. Место стыка линии и боковой стенки надёжно пропаяно с помощью флюса для алюминия. Для крепления корпуса резонатора просверлены дополнительно два отверстия с нарезкой резьбового соединения М5.

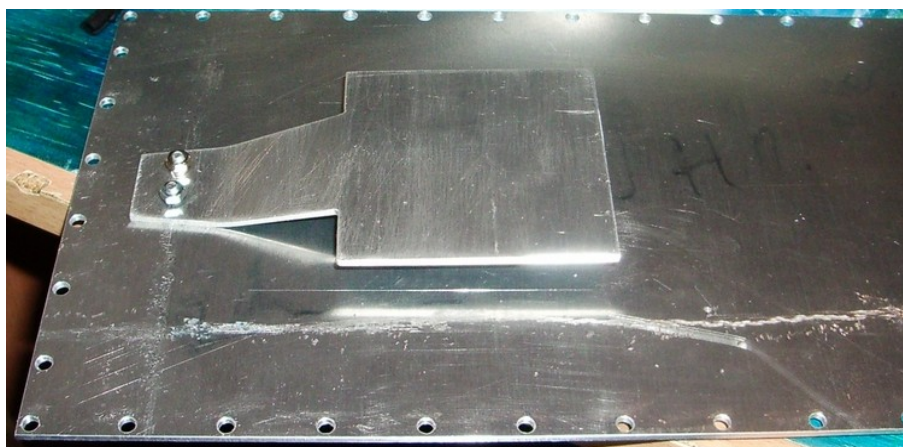


Для отбора высокочастотной мощности с анодов ламп в линию резонатора установлен переходной конденсатор ёмкостью 18 пФ. Нижний контакт конденсатора с помощью винта М5 прикручен к линии резонатора. Шляпка винта пропаяна с линией для надёжного контакта. Верхний контакт конденсатора через фторопластовый изолятор выведен на верхнюю крышку корпуса резонатора.



Фторопластовый изолятор выполнен из внутренней части разъёма СР 75 (50). На тонкой шайбе изолятора проточен по окружности паз для избегания перемещения изолятора в верхней крышке резонатора.

На нижней крышке резонатора установлен настроечный анодный конденсатор, который настраивает колебательную систему резонатора на рабочую частоту передатчика. Конденсатор представляет собой квадратный лепесток из дюрали толщиной 2 мм. Возможно применение любого токопроводящего материала.





В авторском варианте для перемещения конденсатора применяется винт под лепестком конденсатора, что даёт неудобство в расположении усилителя (его приходится держать боком) и очень острой настройке. Для избавления этих недостатков я применил червячный механизм с боковым приводом. Механизм собран из строительного пластикового дюбеля, скобы крепления проводки и резьбовой шпильки М4.

Собирается следующая конструкция механизма настройки:



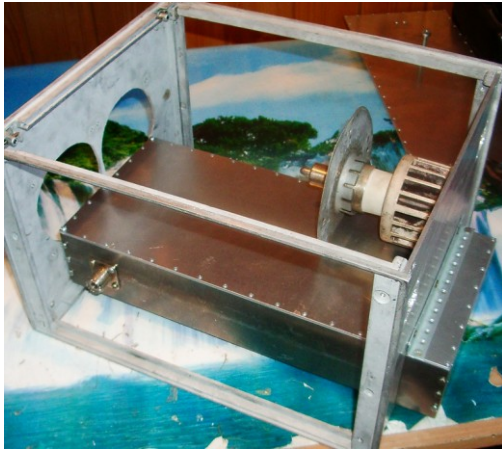
В результате получился механизм с червячной передачей, что даёт плавную настройку на необходимую резонансную частоту и с боковым управлением на переднюю панель усилителя.

## 2. Установка резонатора в корпусе и сборка анодной части усилителя.

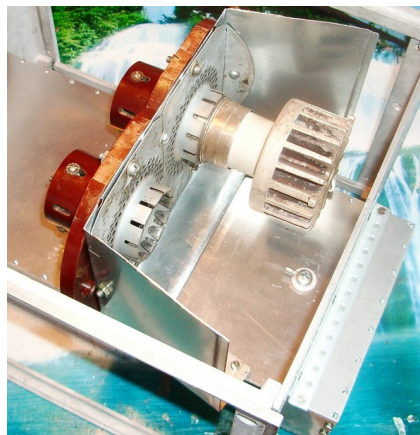
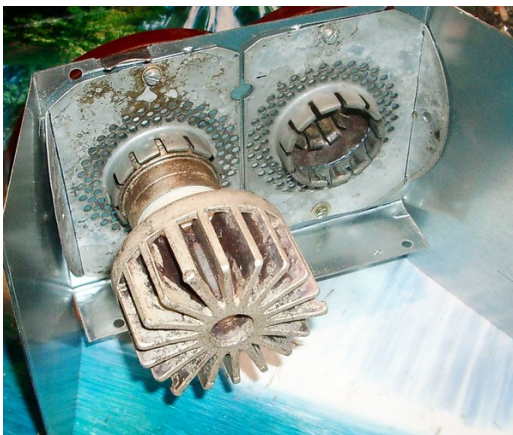
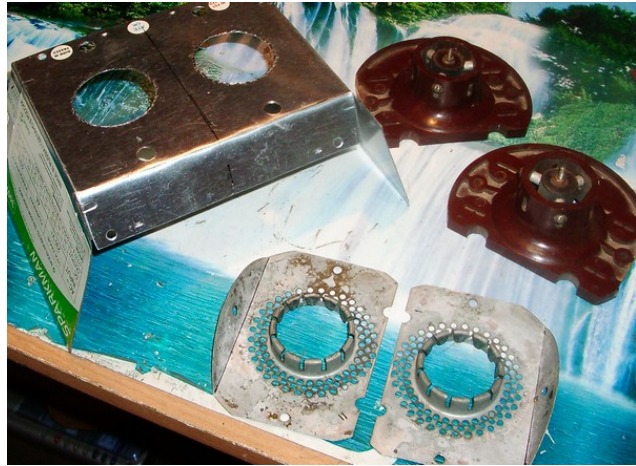
Для корпуса взят стандартный корпус от какого то прибора. Т.к. резонатор оказался немного длиннее, то на одной из стенок сделан вырез под резонатор.







Генераторные лампы ГИ7Б располагаются анодами над верхним контактом переходного конденсатора резонатора. Лампы устанавливаются на перегородку, изготовленную от корпуса импульсного блока питания от компьютера (возможно применения любого материала, вплоть до фольгированного стеклотекстолита). Панельки применялись фирменные.



Перегорodka крепится на винты крепления верхней крышки резонатора, что обеспечивает надёжную массу с резонатором и перегородкой с лампами.

Затем на против анодов устанавливаются вентиляторы обдува. Для надёжной экранизации от наводки высокочастотных токов на управляющие элементы вентиляторов (вентиляторы применены от компьютеров 80x80) между вентиляторами и отверстиями устанавливается оцинкованная сетка с ячейкой 6x6.

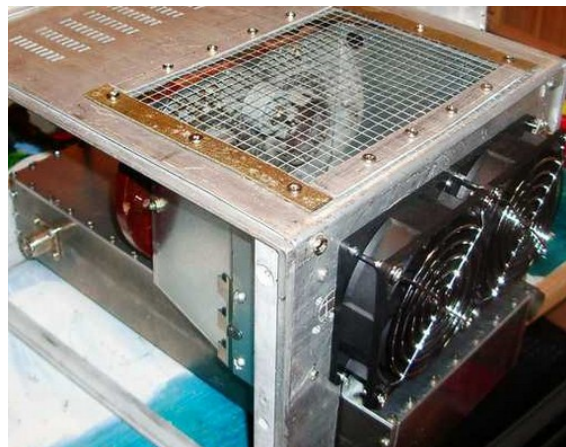
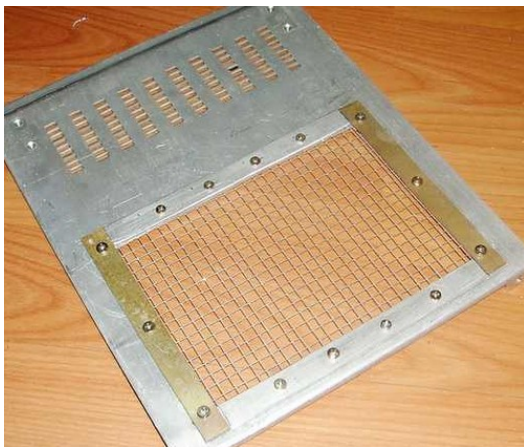


Такая сетка имеет пропайку всех ячеек, отличную экранизацию по ВЧ и минимальное сопротивление воздушному потоку при работе вентиляторов обдува.

На верхней крышке над анодами ламп сделано прямоугольное отверстие для выхода вентиляции анодов.



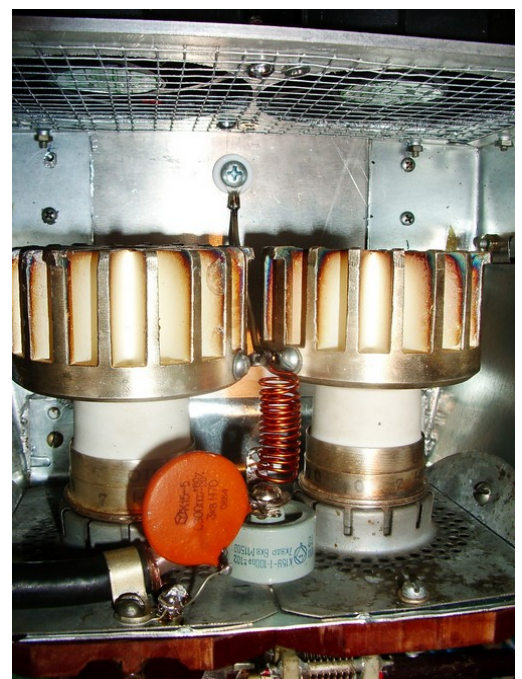
Для экранизации вентиляционное отверстие закрыто той же оцинкованной сеткой.



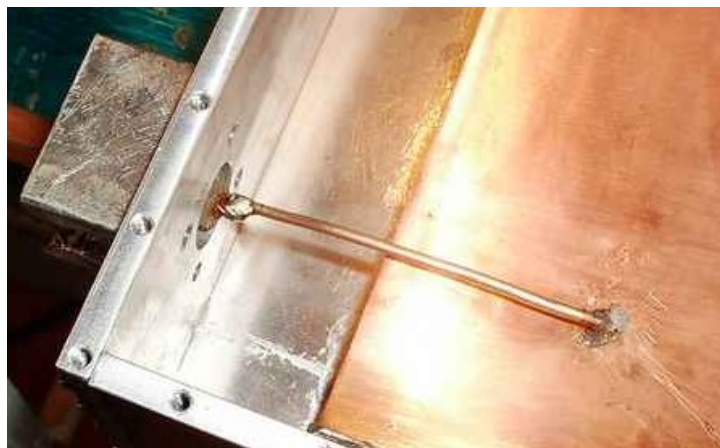
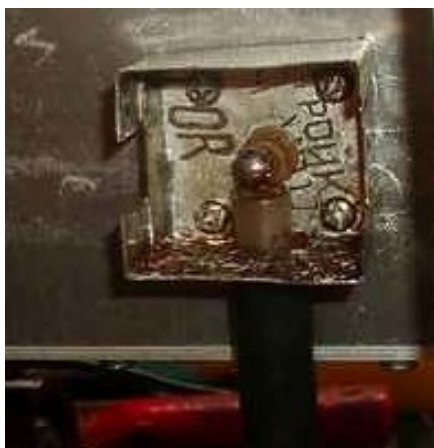
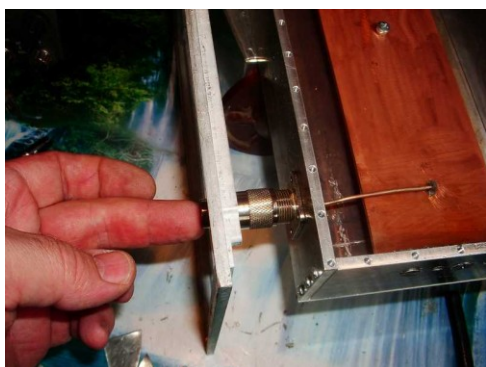
После распаивается анодные соединения усилителя. В качестве опоры для высоковольтного напряжения применяется конденсатор К-15-У ёмкостью 100 пФ и параллельно ему припаян конденсатор 3300 пФ. Анодное напряжение подаётся по



коаксиальному кабелю РК-50-11. Такое применение вносить низкоомное сопротивление для высокочастотной наводки, что даёт улучшение фильтрации проводки по источнику питания.



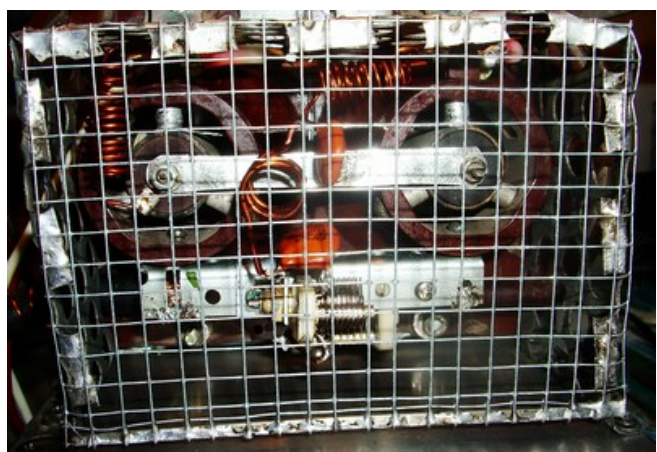
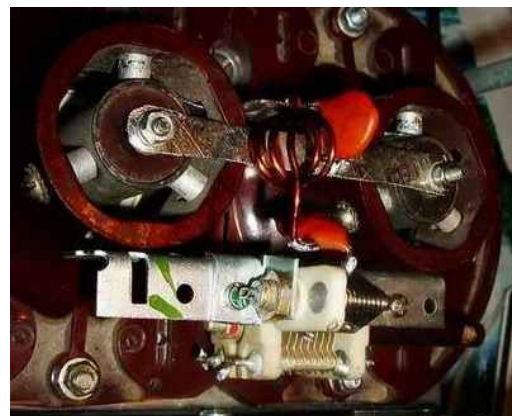
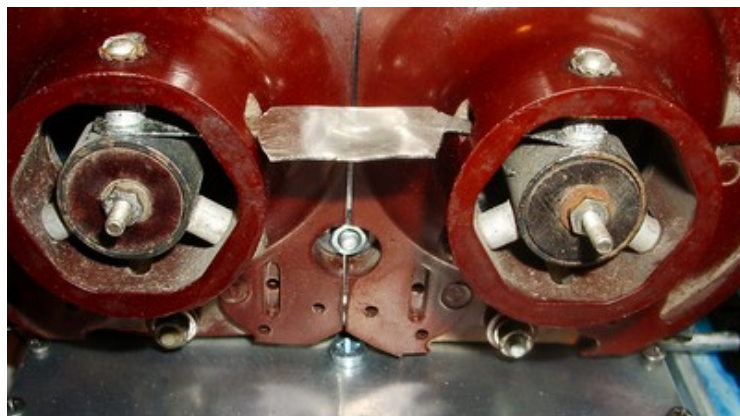
В виду не хватки места для подключения кабеля выхода к резонатору, вывод высокочастотного сигнала из резонатора было выполнено следующим образом:



Таким образом кабель выходит под углом  $90^\circ$  и не мешает передней панели корпуса. Уголок привинчивается к резонатору и запаивается для экранизации.

### 3. Входная часть усилителя.

С помощью перемычек соединить накал ламп, установить переменные конденсаторы, катушку входа и дроссели.



Выводить настройку входных переменных конденсаторов нет смысла, полоса пропускания вполне хватает на весь участок от 144050 до 145500 кГц.



Накальная часть усилителя смонтирована непосредственно в корпусе. Это обусловлено уменьшением потери напряжения накала при токе потребления до 4А при напряжении 12,8 В. Для питания накала был выбран импульсный блок питания для обеспечения стабильного напряжения накала, что сильно влияет на выходную мощность при изменении напряжении сети, особенно при работе в полевых условиях с применением бензоагрегата.

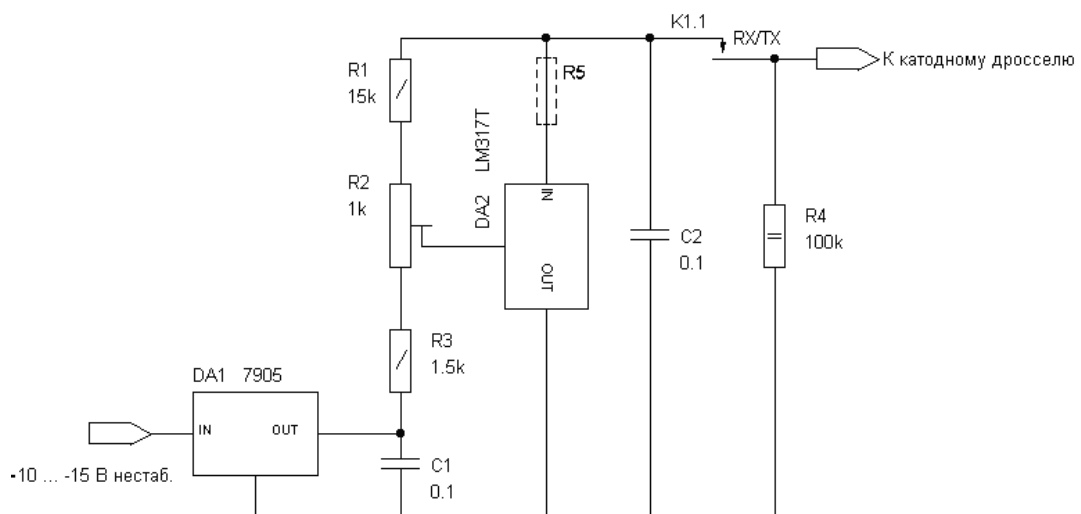


#### 4. Коммутация усилителя.

Коммутация усилителя заключается в переключении антенны из режима приём в режим передачи и отпирания ламп в рабочий режим. Для установки тока покоя ламп мною была применена следующая схема <http://dl2kq.de/pa/1-6.htm> :

Для смещения мощных триодов (ГИ7Б, ГС35Б и т.п.) обычно используют мощный стабилитрон в цепи катода или его транзисторный аналог. В таких схемах, как правило, при изменении тока от 10 mA до 0,8...1A напряжение меняется на 0,3...1 V. Хотя этого почти всегда достаточно, но для очень высокой линейности рабочую точку лампы желательно бы удерживать постальнее.

Заметно улучшить параметры и одновременно получить весьма полезную функцию ограничения максимального тока катода, можно используя схему, показанную на рисунке.



В качестве аналога мощного стабилизатора здесь используется микросхема DA2 LM317T (аналог K142EH12). Паспортное назначение этой микросхемы – проходной регулируемый стабилизатор напряжения.

Фактически LM317T представляет из себя стабилизатор напряжения 1,2 V с очень малым (50...100  $\mu$ A) током управляющего вывода.

По сути работа микросхемы сводится к такому изменению своего сопротивления между входом и выходом, чтобы между управляющим электродом и выходом всегда было напряжение точно 1,2 V.

На приведенной схеме LM317T включена несколько необычно – своим выходом на шасси (это очень удобно конструктивно, так как корпус микросхемы соединен с ее выходом, поэтому можно просто прикрутить микросхему к шасси без прокладки).

Работает схема следующим образом. На управляющий вход LM317T поступает напряжение с делителя, включенного между фиксированным вспомогательным источником отрицательного напряжения DA1 ( на схеме 7905, но в принципе величина этого напряжения совершенно не критична, главное, чтобы оно было отрицательным и стабильным) и выходом аналога стабилизатора.

LM317T ничего не знает о своем включении и ведет себя как и ей положено "от рождения" – меняет внутреннее сопротивление до тех пор, пока на выходе напряжение не станет в точности на 1,2 V положительнее, чем на управляющем электроде. Но поскольку выход микросхемы заземлен, то ей ничего другого не остается как добиваться напряжения -1,2 V на своем управляющем электроде.

Что она и делает. Как только напряжение на нашем аналоге стабилизатора начнет возрастать, часть этого положительного прироста попадет на управляющий вывод LM317T, и напряжение на нем станет чуть более положительным, то есть отрицательное напряжение на управляющем выводе будет уменьшаться по модулю. LM317T отреагирует на это уменьшением своего сопротивления, и излишек напряжения будет ею "проглочен".

При уменьшении выходного напряжения – картина повторится с обратным знаком.

В результате получается стабилизатор очень высокого качества, при изменении тока от 5 до 800 mA напряжение на нем меняется всего на 3...4 mV!

Приведенные на рисунке номиналы R1...R3 позволяют регулировать в пределах 26...32 V напряжение стабилизации.

При необходимости получить другие выходные напряжения надо пересчитать номиналы этого делителя, учитывая, что на движке R1 всегда будет минус 1,2 V.

Не следует забывать, что максимально допустимое напряжение на LM317T 40 V и на большее напряжение стабилизации она непригодна.

В качестве вспомогательного источника отрицательного напряжения DA1 можно использовать любой стабилизатор серии 79xx.

Теперь о функции ограничения максимального тока. LM317T имеет встроенное ограничение максимальной мощности на уровне  $P=25$  Вт, причем этот порог весьма стабилен. Допустим наш стабилизатор используется в РА на двух ГИ7Б при анодном напряжении 2000 V и максимальном токе ламп 0,8 А. Необходимое напряжение смещения составит около 28 V. То есть при напряжении 28 V на LM317T она может пропустить через себя максимальный ток  $25\text{Вт}/28\text{V}=0,89\text{А}$ . Как только ток катодов ламп достигнет этой величины LM317T выходит из режима стабилизации напряжения и начинает закрываться, предохраняя себя от более высокой мощности, а лампу от перегрузки, не позволяя току увеличиться сверх установленного предела. Это надежно защищает РА от перегрузки по входу.

Ну а что делать, если необходима иная точка срабатывания защиты, чем  $U=28\text{V}$ ,  $I_{\text{max}}=0,89\text{А}$ , как в рассмотренном выше примере?

Если произведение нужного  $U$  на  $I_{\text{max}} = 25$  Вт, то ничего, все получится само.

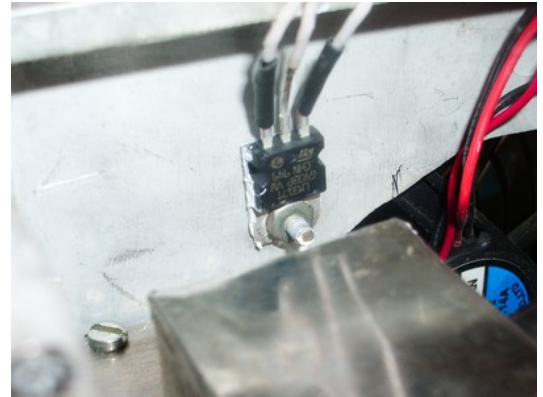
Если это произведение меньше 25 Вт – функция ограничения тока в данной схеме работать не будет.

Если это произведение больше 25 Вт приходит на помощь, показанный на рисунке пунктиром резистор R5. Возьмем например, РА на ГС35Б, с необходимым напряжением смещения в рабочей точке  $U=33$  V и  $I_{\text{max}}=1\text{А}$ . Чтобы защита LM317T сработала при нужном нам токе 1А, напряжение на микросхеме должно составить  $U_{\text{max}}=P_{\text{max}}/I_{\text{max}}=25/1=25\text{V}$ . Оставшиеся до требуемого  $U$  восемь V ( $U - U_{\text{max}}$ ) должен погасить на себе резистор R5. Его номинал определяется как  $R5=(U - U_{\text{max}})/I_{\text{max}} = 8$  Ом. Обратите внимание, что резистор должен быть мощным, на нем рассеивается до 8 Вт.

Стоит отметить, что включение этого резистора, как ни странно, не ухудшает стабилизации напряжения, при изменении тока от 5 до 980 mA напряжение на нашем аналоге стабилизатора меняется менее чем на 5 mV.

Об остальных деталях схемы. Конденсаторы C1,C2 – блокировочные. Параллельно C2, для защиты схемы от прострелов лампы, полезно поставить стабилизатор с напряжением 40...45 В, как это сделано в [транзисторном аналоге](#). Контакты K1.1 – это реле переключения RX/TX. Резистор R4 – запирает лампы при приеме.

Микросхему LM317T необходимо установить на корпус для хорошего теплоотвода.

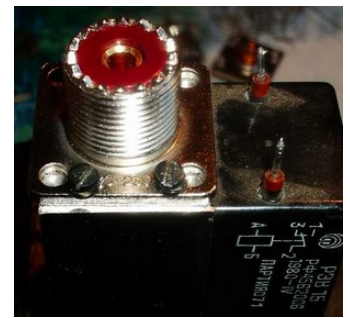
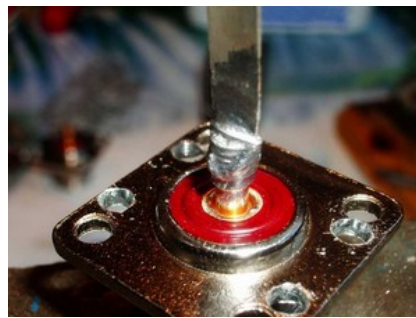
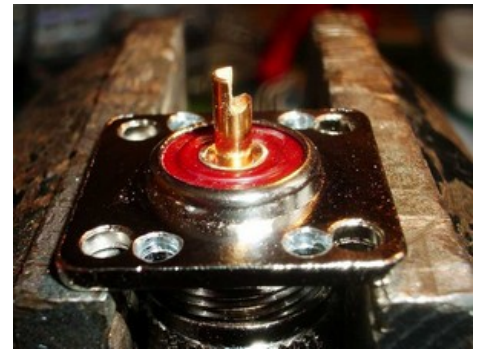
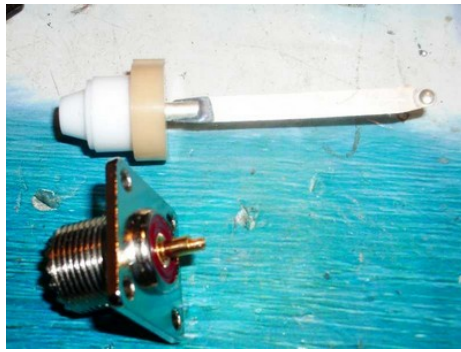
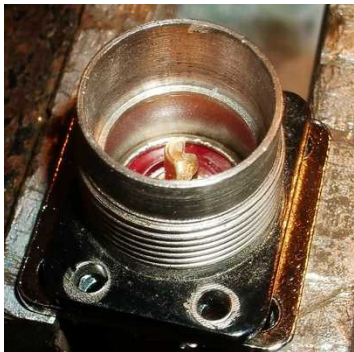


Для коммутации антенны применены реле РЭВ-15 с переделками под PL разъёмы.

Для этого реле было разобрано и в первую очередь зачищены посадочные места установки разъёмов от антикоррозионного покрытия для надёжного электроконтакта разъёмов.

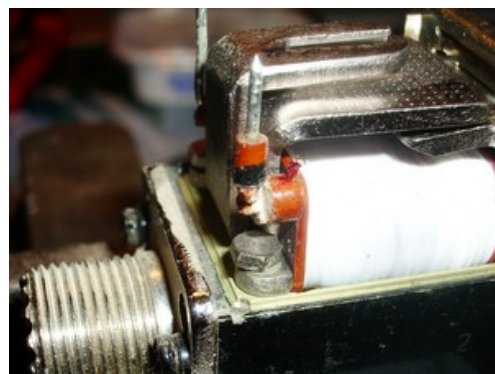


Затем с центрального разъёма выпаиваем подвижной контакт. На разъёме PL сверлим новые отверстия крепления на реле, делаем пропил ножовкой для установки подвижного контакта и запаиваем его на разъём. Пайку необходимо укрепить бандажом из тонкой проволоки и ещё раз пропаять.



Затем передо мною стала задача переноса управляющих контактов реле в сторону, т.к. разъёмы PL будут выходить на боковую панель и контакты будут мешаться.

Снимаем защитный кожух катушки и делаем надпил надфилем изоляторы выводов. После этого загибаем выводы вверх.



Для удлинения выводов я применил продаваемые в магазинах наконечники для проводов. Установив на выводы я их обжал и пропаял.



В верхней крышке просверлены новые отверстия и крышка установлена на место. Реле готово к установке.



Реле соединены с помощью уголкового разъёма переделанного в разъём со стороны ввода кабеля. Таким образом в обесточенном состоянии разъёмы PL соединены между собой – режим приёма.





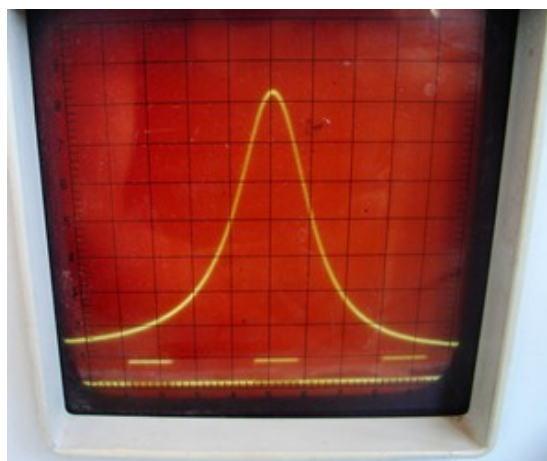
Установлены реле коммутации антенны на боковую стенку корпуса.



### 5. Настройка усилителя.

Необходимо настроить входную часть усилителя по максимальной отдаче выходной мощности. Можно просто без подачи анодного напряжения при прогревом накала подать ВЧ напряжение на вход усилителя и по индикатору поля рядом с анодом настроить входные конденсаторы и катушку. Катушка изготовлена на оправке 10 мм три витка эмалированного провода  $\varnothing 0,5$ . Путём сжатия и растягивания витков настраиваем на необходимую частоту. Тем же индикатором поля без подачи анодного напряжения проверяем на выходном разъёме настройку резонатора. Если конденсатор по максимуму приближен к линии резонатора и резонансная частота остаётся высокой, то необходимо увеличить переходную ёмкость линии с анодов, если наоборот, то уменьшить. Возможен вариант пересверливать точку ввода переходного конденсатора, но само собой остаются отверстия в верхней крышки.

Если есть измеритель АЧХ, то настроенный усилитель выглядит так.



Пару слов о блоке питания. Сам блок питания выполнен в таком же корпусе. В качестве анодного питания установлен трансформатор от медицинского аппарата, конденсатор 100 мкф x 2000 В. Напряжение на аноде 1800 В.



Для питания реле установлен трансформатор ТН-50. Принимаю заказы на изготовление как усилителя полностью, так и отдельного резонатора.



Технические параметры усилителя:

Рвх. макс. до 45 Вт.

Рвых. макс. 950 Вт.

Ia макс. 800 мА

I пок. 60 мА



E-mail: [ra9for@mail.ru](mailto:ra9for@mail.ru)