

# РА на 2-метровый диапазон

Имея маломощные радиостанции, собирая возбудители, радиолюбители встают перед проблемой усиления “милливатт”, полученных на их выходе. Предлагаемый ламповый усилитель мощности позволяет, в зависимости от анодного напряжения лампы оконечного каскада, получить выходную мощность до 70...80 Вт, при входной - 0,5 Вт. Питание РА может быть осуществлено, как от трансформаторного блока питания, так и от комбинированного, включающего бестрансформаторное питание анодных и экранных цепей и трансформаторное – цепей накала и сеточного смещения. Такой усилитель использовался UA9LAQ в составе трансвертерной приставки (с трансформаторным питанием), работал, сначала на антенну, затем на вход мощного РА на лампе ГС-35Б, что в союзе с 16-элементной вращающейся антенной F9FT, позволяло проводить QSO на сибирских просторах не только через “тропо”, но и с отражением от следов метеоров, через полярную “шапку” (“аврора”), Es, участвовать в “Полевых днях” и других УКВ-соревнованиях, использовать малейшие аномалии, как магнитного поля земли, так и метеоусловий для проведения DX QSO.

Особенностью данного усилителя мощности является применение двух двойных лучевых тетродов, - ламп ГУ-17 и ГУ-29, позволяющих смонтировать симметричные двухтактные каскады, ослабляющие уровень чётных гармоник при усилении комплексных сигналов. В выходном каскаде, вместо обычной дифференциальной катушки, применена симметричная линия, позволяющая повысить добротность выходного контура, уменьшить полосу пропускания и увеличить к.п.д каскада.

Принципиальная схема усилителя приведена на Рис. 1.

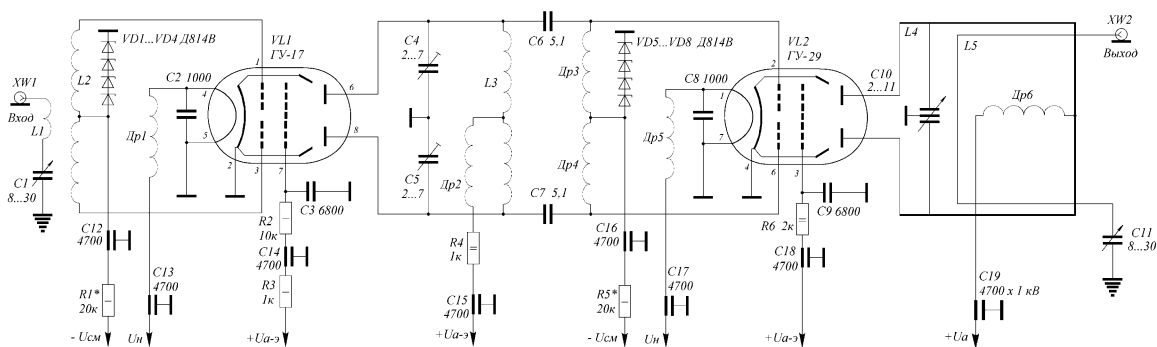


Рис. 1. Усилитель мощности на диапазон 144...146 МГц.

Схема принципиальная электрическая

Выходная “милливаттная” мощность возбудителя подаётся на вход РА - коаксиальную розетку XW1. С помощью катушки связи L1 (настроечный элемент – C1) и индуктивно связанной с ней, дифференциальной - L2 производится согласование низкого выходного импеданса возбудителя (50...75 Ом) с высоким входным усилителя, выполненного по схеме с общим катодом. Кроме того,

катушка L2 выполняет роль фазовращателя: с неё, равные по амплитуде, но противоположные по фазе РЧ напряжения подаются на сетки лампы VL1. Через катушку L2 на управляющие сетки лампы подаётся и фиксированное напряжение смещения, определяющее рабочую точку на характеристике лампы. Усиленный по мощности сигнал выделяется в анодной цепи лампы на нагрузке – резонансном контуре L3C4C5 и через разделительные конденсаторы C6 и C7 подаётся на управляющие сетки лампы оконечного каскада усилителя - VL2, куда через РЧ дроссели Др3 и Др4, также, подаётся фиксированное напряжение смещения. Усиленный лампой оконечного каскада сигнал (а, точнее, РЧ мощность), выделяется в анодном контуре L4C10 – перестраиваемой симметричной линии и через связанную с ней индуктивно петлю связи L5 подаётся на коаксиальную розетку XW2, а с неё, - в антенну. Конденсатор C11 служит для настройки согласования высокого выходного импеданса анодной нагрузки VL2 с низким импедансом фидера антенны (50...75 Ом). Как было отмечено выше, рабочие точки ламп усилителя фиксированы напряжениями смещения, подаваемыми с индивидуальных параметрических стабилизаторов, в которых работают цепочки последовательно включенных стабилитронов и их нагрузки: VD1...VD4 и R1, VD5...VD8 и R5 для VL1 и VL2, соответственно. Это, в союзе с проходными конденсаторами C12 и C16, а также с разделёнными экранами сеточными и анодными цепями, улучшает устойчивость усилителя в целом. Конденсаторы C2, C13 и C8, C17 осуществляют развязку накальных цепей, причём, C2 и C8, расположенные непосредственно на лепестках ламповых панелек, уравнивают (нулевой) РЧ потенциал на обеих сторонах нитей накала, - мера, продлевающая жизнь ламп. Конденсаторы C3, C14, C9, C18 развязывают по РЧ цепи экранных сеток, а резисторы R2, R3, R6, кроме того, ограничивают их токи. Конденсаторы C15 и C19, в союзе с РЧ дросселями Др2 и Др6, образуют РЧ фильтры для развязки цепей питания анодов ламп VL1 и VL2, соответственно. Резистор R4, кроме того, ограничивает ток анода VL1.

Поскольку данный усилитель мощности использовался автором в составе трансвертерной приставки, то он питался совместно с другими лампами от встроенного блока питания (Рис. 2), цепи питания других каскадов приставки, реле и сетевой фильтр опущены. Блок питания содержит трансформатор, на котором размещено 6 обмоток: I - сетевая, II – повышающая 1, III – повышающая 2, IV – обмотка смещения и питания реле, V - накальная 12,6 В, VI – накальная 6,3 В. Выпрямители напряжения повышающих обмоток для питания анодной цепи оконечного каскада соединены последовательно, один из этих выпрямителей использовался для питания анодных и экранных цепей других ламп (в данном усилителе – цепей экранных сеток VL1, VL2 и анодной VL1).

Почему бы не использовать бестрансформаторный блок питания анодных и экранных цепей, - конфигурация имеющегося БП (Рис. 2) обязывает...

Рассмотрим подключение усилителя к блоку питания [ 1 ] и связанные с этим изменения. Пульсации напряжения с частотой 50 Гц, имеющиеся в точке снятия “экранного” напряжения этого БП, для питания предоконечного каскада не страшны, поскольку, имеющийся стабилизатор на транзисторе VT1 в достаточной степени их подавляет.

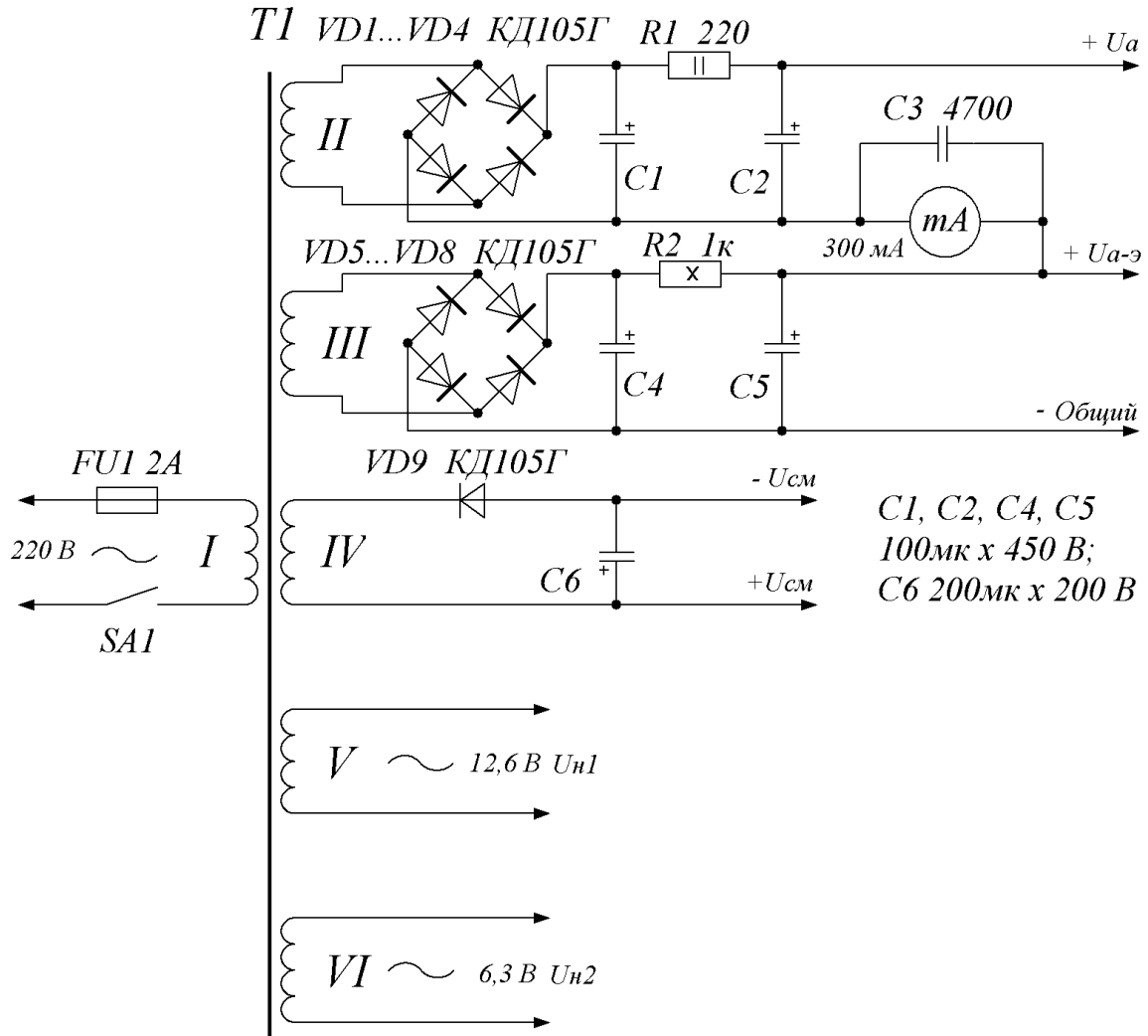


Рис. 2. Трансформаторный блок питания усилителя мощности

После стабилизатора, напряжение снимается для питания анодной и экранной цепей VL1 и экранной – VL2. Анодная цепь VL2 питается штатно, как в [ 1 ], в схеме (Рис. 1) изменений делать не нужно. А вот в цепи экранной сетки VL2 необходимо изъять резистор R6, заменив его дросселем. Также дросселем заменяется резистор R4 в анодной цепи VL1, номиналы резисторов R2 и R3 изменяются на 1 кОм и 100 Ом, соответственно. Напряжение смещения БП [ 1 ] следует повысить до 50...70 В, обеспечив достаточный диапазон токов стабилизации для работы параметрических стабилизаторов. Лампы можно питать напряжением накала 6,3 В, соединив параллельно нити накала двух половин каждой лампы, но предпочтительнее, всё же, питать их напряжением 12,6 В и не переменным, а постоянным, да ещё и стабилизированным. Это не только устранил нежелательные флуктуации напряжения накала, что позволит увеличить качество сигнала в эфире и иметь постоянную выходную мощность, при колебаниях напряжения в сети, специальный режим стабилизатора [ 3 ],

обеспечивающий медленное увеличения напряжения после включения, позволит увеличить продолжительность жизни лампы, - резкая подача полного напряжения накала и, связанное с этим, резкое расширение материала нити накала, приводит к его растрескиванию и снижению, проходящего по нему тока, а, значит, уменьшению температуры катода лампы и последующему обрыву нити накала. Кроме того, задержку подачи полного напряжения накала можно использовать для реле, замыкающего балластный резистор зарядки оксидных конденсаторов в бестрансформаторном БП - умножителе напряжения. Поскольку все цепи усилителя, кроме, анодной оконечного каскада, питаются стабилизированными напряжениями, желательно и последнюю “угovorить” работать постабильнее. Это можно осуществить, применив повышенные значения номиналов емкостей оксидных конденсаторов в умножителе напряжения, - 200...470 мкФ, вместо, имеющихся 100 мкФ. Это уменьшит “просадку” напряжения под нагрузкой и уровень пульсаций питающих лампы напряжений.

Поскольку применяется бестрансформаторная схема питания усилителя, необходимо, все цепи общего провода и связанные с ним, хорошо изолировать от шасси РА и заземления. Соединять с шасси и заземлять необходимо лишь цепи, обозначенные на схеме (Рис. 1) значком “заземление”.

Конструктивно “общий провод” можно выполнить как пластинку фольгированного с одной стороны стеклотекстолита, уложенную в каждый экранированный отсек (если экраны имеются на шасси и составляют с ним гальванически единое целое) и соединяемую с такой же в другом отсеке через отверстие с изолированной вставкой (через экран или через шасси), вокруг ламповых панелек необходимо осуществить вырез с запасом, чтобы лампы не грели стеклотекстолит. Изоляция между шасси и субшасси “общего провода” должна составлять не менее сотен Ом. На ось дифференциального конденсатора необходимо установить ручку из изоляционного материала, изолирующую вставку или применить ось из изоляционного материала при её удлинении. Необходимо помнить, что касание элементов усилителя во включенном состоянии может привести к электротравме или летальному исходу. Будьте внимательны!

Экран выходного каскада РА, расположенный над шасси имеет размеры 105 x 113 x 125 – ширина – длина – высота, выполнен из латуни толщиной 1,2 мм, как и всё шасси трансвертерной приставки, на базе которой выполнен описываемый усилитель. Выходная линия (L4 Рис. 1) имеет длину 170 мм (проводник длиной 340 мм свёрнут в петлю), выполнена из посеребрённого провода диаметром 4 мм, расстояние между центрами проводников линии равно расстоянию между выводами анодов лампы VL2 – 21, 5 мм и имеет конфигурацию, согласно Рис. 4, петля связи L5 длиной 135 мм (от конденсатора C11 до розетки XW2) выполнена посеребрённым проводом диаметром 1,5 мм, насколько позволяет её длина, она располагается над проводниками линии L4, во избежание случайного замыкания высоковольтного источника анодного питания VL2 через антенну на корпус, на провод петли связи L5 одета фторопластовая (тефлоновая) трубка, тем более, что расстояние между L4 и L5 (по поверхностям проводников) составляет 1...1,5 мм. Др6 содержит 20 витков провода ПЭВ-2, намотан на каркасе резистора ВС-2 с удалённым проводящим слоем, намотка с переменным шагом, разрядка в сторону линии. Дифференциальный конденсатор C10 подключен к линии с

помощью отрезков экранирующей оплётки пайкой на расстоянии 50...60 мм от выводов лампы VL2, для контакта с которыми используются отверстия диаметром 1,5 мм, просверленные в проводах линии по месту. Небольшая несоосность этих отверстий позволяет осуществить прижим линии к анодным выводам лампы и избежать применения специальных зажимов, например, таких по конструкции, которые используются для фиксации осей подстроечных резисторов (цанга с резьбой). Конденсаторы C10, C11 и PЧ розетка XW2 закреплены на передней панели усилителя. На ось C10, проходящую через отверстие с зазором в передней панели, одета ручка из изоляционного материала, для C11 имеется отверстие для регулировки под шлиц. Переключение “приём-передача” в антенной цепи производится с помощью выносного коаксиального реле (например, РЭВ-17). Все остальные, кроме Др6, дроссели, используемые в анодных и сеточных цепях имеют одинаковую конструкцию: намотаны на корпусах резисторов ВС-0,5 со счищенным проводящим слоем и имеют обмотку, содержащую 35...40 витков проводом ПЭВ-2 0,25...0,31 мм, намотка с разрежением к “горячему” концу. Дроссели накальных цепей бескаркасные намотаны на оправке диаметром 5 мм и содержат по 20 витков обмоточного провода диаметром 0,6 мм. Дроссели должны иметь индуктивность, обеспечивающую работу в диапазоне рабочих частот с максимумом напряжения на их “горячем” конце и минимумом на “холодном”. Такому условию удовлетворяют четвертьволновые линии, что собой, собственно, и представляют дроссели, на практике, берут 50 см (для диапазона 2 м) провода и наматывают его на соответствующую оправку. Диаметр провода определяется рабочим током, проходящим через обмотку дросселя, сворачивание провода в катушку удлиняет линию электрически, расширяет полосу частот, в которой линию, условно, можно причислить к четвертьволновой, за счёт появления междувитковой ёмкости.

#### Данные катушек усилителя мощности

Катушка	Внутренний диаметр, мм	Диаметр провода, мм	Количество витков	Положение	Примечание
L1	10	0,8	3	В центре L2	
L2	10	0,8	3 + 3		
L3	8	1	3,5 + 3,5		
L4	линия	4	-		См. текст
L5	петля	1,5	-		См. текст

Примечание: катушки L2 и L4 намотаны посеребрённым проводом в одном направлении, расстояние между их половинами составляет 15 мм. Катушка L1 вставлена между половинами L2 и соосна ей. На провода катушки L1 и L5, в целях безопасности, одеты фторопластовые трубки (“кембрик”).

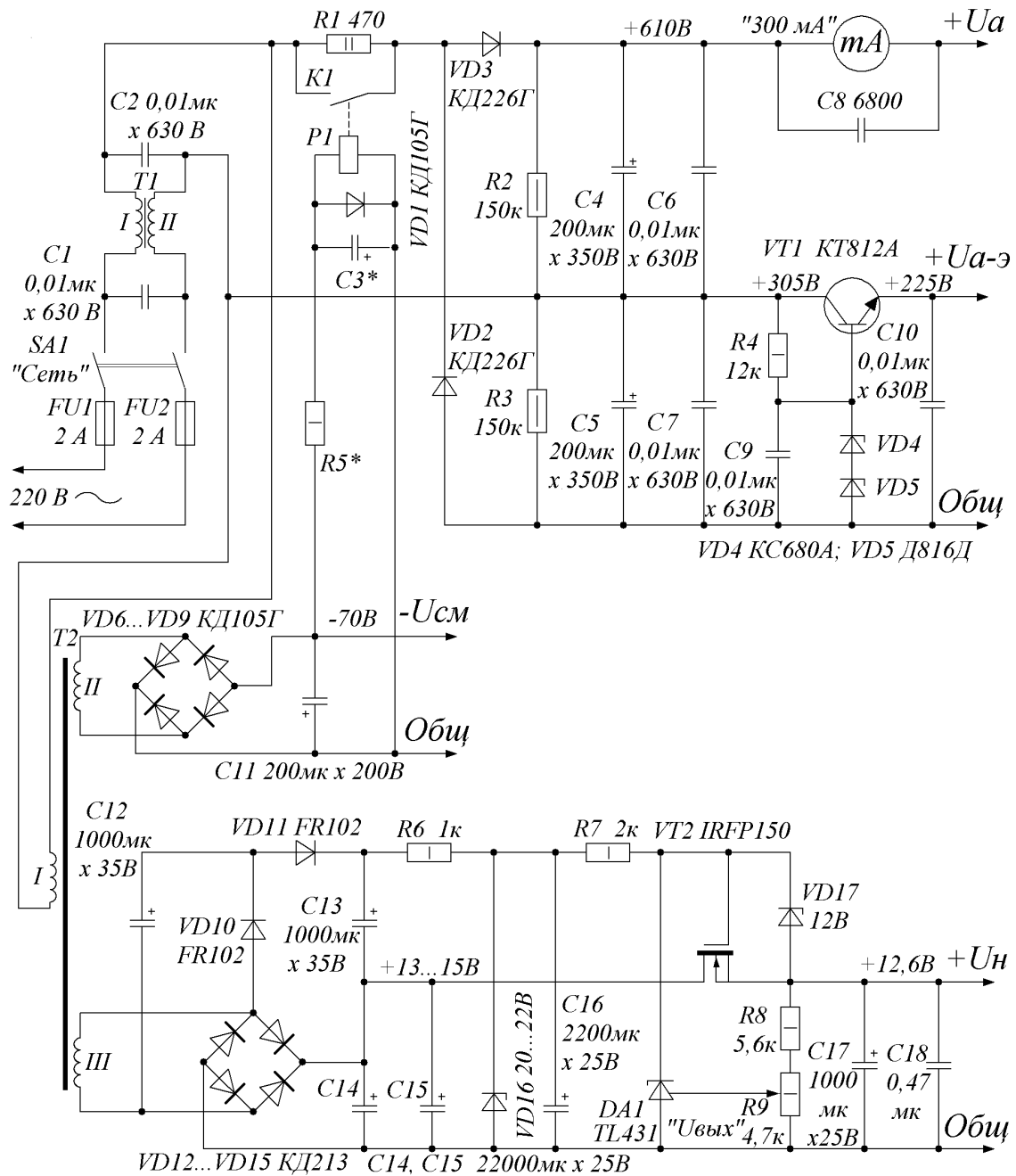


Рис. 3. Блок питания усилителя мощности с использованием бестрансформаторной схемы питания анодных и экранных цепей и стабилизированным питанием цепей накала ламп.

В “бестрансформаторном” блоке питания ни один провод не имеет контакта с шасси и заземлением. Трансформатор Т2 должен иметь улучшенную изоляцию между обмотками. Стабилизатор накала ламп может иметь входное напряжение 11...24 В, но для  $U_n = 12,6$  В входное выпрямленное напряжение желательно поддерживать в пределах 13...15 В. Падение напряжения на регулирующем транзисторе VT2 (Рис. 3) под нагрузкой может быть небольшим (до 0,5...1 В), что уменьшает рассеиваемую этим транзистором мощность, приводит к уменьшению размеров радиатора и экономии электроэнергии. Небольшой (всё относительно) радиатор, изолированный от шасси, в данной конструкции блока питания, всё-таки, нужен. Выходное напряжение этого стабилизатора может регулироваться от 6 В, при сопротивлении резистора R8 5,6 кОм, при отсутствии этого резистора ( $R8 = 0$ ), выходное напряжение стабилизатора можно регулировать, начиная с 2,5 В. Предельный ток нагрузки стабилизатора зависит от размеров теплоотвода транзистора VT2 и может составлять 25...30 А. Выходное сопротивление стабилизатора накала по постоянному току равно 0,01 Ом. Имеющаяся задержка появления напряжения на выходе стабилизатора после включения, - 0,5 сек, плюс дальнейшее плавное за 1 секунду увеличение выходного напряжения с нуля до 12,6 В должны быть соотнесены с задержкой срабатывания реле Р1, подающего полное питание анодных и экранных цепей РА: после включения БП в сеть, сначала подаётся напряжение смещения и подзаряжаются конденсаторы С4, С5, затем, напряжение накала ламп достигает нормы и уж затем срабатывает реле Р1, замыкая резистор R1, - усилитель готов к работе. Стабилизатор накала [ 3 ] малозумящий и разработан для “аудиофильской” звукоусилительной аппаратуры. Это не помешало моему знакомому применить его в ламповом трансивере UW3DI в качестве, всё того же, стабилизатора накала. По отзывам трансивер стал как будто совершенно другим, в смысле улучшения, исчезли фон и лишние шумы. Другой знакомый применяет БП с таким стабилизатором в качестве лабораторного, третий – питает транзисторный приёмопередатчик. Диоды умножителя в стабилизаторе рассчитаны на напряжение не менее 100 В и ток 1 А, можно поставить, например, те же КД226, диоды силового моста КД213 и им подобные по параметрам, например, КД2997. Напряжение  $U_n$  на усилитель подаётся витой парой изолированных проводов с достаточным сечением жилы (0,5 мм<sup>2</sup> и более), ещё лучше, если каждый провод (и других подводящих цепей) находится в экране, который соединяется с шасси, а последнее – заземляется.

В составе приставки у автора РА расположен параллельно передней панели. При изготовлении его отдельно, целесообразно, “вытянуть” его вглубь, со входом с тыльной стороны и выходом на передней панели. Эскиз предлагаемой конструкции РА приведён на Рис. 4. На передней панели расположена розетка ХW2 (Рис.1), ручка управления дифференциальным конденсатором С10 и (под шлиц) ось конденсатора согласования с фидером антенны - С11. При применении лампы VL2 типа ГУ29 следует подключать С10 к линии на расстоянии 50...60 мм от анодов лампы, при замене её на QQE 06/40 или ГУ19, в силу меньшей выходной ёмкости этих ламп, - на расстоянии 5...10 мм от их анодов.

Проверив правильность монтажа, отсутствие замыканий и контакта субшасси усилителя с заземляемым его шасси, приступают к настройке собранного РА. В разрыв провода в анодной цепи VL1, лучше за конденсатором C15 со стороны блока питания, временно, включаем миллиамперметр со шкалой на 100...200 мА. К выходу РА (розетке XW2) подключаем эквивалент антенны сопротивлением 50 или 75 Ом (зависит от сопротивления применяемого фидера), включаем РА в сеть, на вход усилителя (розетку XW1) подаём мощность с возбудителя, например, с частотой 144050 кГц, если РА будет использоваться только для проведения СВ связей. Вращая ротор подстроечного конденсатора C1 добиваемся максимального анодного тока лампы VL1. Следует отметить, что подачу возбуждения следует производить порциями, давая лампе “отдохнуть” и не забывайте о том, что прикасаться к деталям РА, кроме осей C1 и C11, во включенном его состоянии можно только диэлектрическим инструментом! Вращая роторы конденсаторов C4 и C5, расположив резонансный волномер у катушки L3, настраиваем анодный контур лампы VL1 в резонанс по максимуму показаний измерительной головки волномера. В качестве C4 и C5 возможно применение дифференциального КПЕ, но для уравнивания РЧ напряжений на сетках лампы VL2 придётся раздвигать-сдвигать витки половин катушки L3. Подстраивая попеременно конденсаторами C4, C5 контур в анодной цепи лампы VL1 в резонанс, полезно контролировать и одинаковость напряжений на сетках VL2, в более простом случае, теми же манипуляциями, добиваются лишь максимальной раскачки оконечного каскада, контролируя анодный ток лампы по имеющемуся измерительному прибору - миллиамперметру (Рис.2, Рис. 3). На последнем этапе, попеременно вращая роторы конденсаторов C10 и C11, добиваются максимальной выходной мощности на эквиваленте нагрузки. Полезно также “пройтись” по всем настроенным точкам ещё раз. Необходимо контролировать выходной сигнал РА резонансным волномером, чтобы не впасть в ошибку, присутствие РЧ мощности на других частотах, резкие скачки показаний приборов при настройке указывают на наличие самовозбуждения РА или одного из его каскадов. В этом случае, нужно, в первую очередь проверить исправность развязывающих конденсаторов (у проходных конденсаторов часто бывают микротрещины), экранировку оконечного каскада. Для желающих поварьировать режимы работы ламп, параллельно цепочке стабилитронов (или одному, подобранному на соответствующее напряжение стабилизации) следует установить подстроечный резистор с мощностью рассеяния 1...2 Вт (непроволочный) и с его движка подавать напряжение смещения, возможен и дискретный подбор стабилитронов.

РА смонтирован на коробчатом шасси (у автора: из латуни толщиной 1,2 мм с лужением внутренней поверхности, лучше было бы посеребрить, но, увы, не было возможности) с подвалом глубиной 50 мм. Оконечный каскад экранирован П-образным экраном к которому крепится передняя панель РА (Рис. 4), сверху экранирующую коробку лучше всего закрыть частой латунной сеткой. Внутри шасси, при бестрансформаторном варианте питания, крепится изолированное от него субшасси (общий провод), представляющее собой пластину из фольгированного с одной стороны стеклотекстолита толщиной 1,5...2 мм. На ней и производится навесной монтаж всех деталей РА. Под панели ламп в пластине



производятся вырезы, высоковольтный проходной конденсатор устанавливается на пластине напротив вывода дросселя Др6, с которым он соединяется через отверстие в шасси с изолирующей вставкой. Остальные проходные конденсаторы монтируются на полоске (полосках) фольгированного стеклотекстолита, припаянной под углом 90° к пластине субшасси на входе в шасси РА или вблизи от соответствующей цепи. Полоской экрана следует разделить и анодные цепи от сеточных, прямо, по панели лампы VL1. Питающие провода, рассчитанные на соответствующие напряжения и токи лучше всего применять экранированные, - каждый провод в индивидуальном экране, соединённом с заземляемым шасси. Поскольку проходные конденсаторы цепей развязки обладают пониженной надёжностью, полезно параллельно им припаять обычные РЧ конденсаторы ёмкостью по 0,01 мкФ с минимально возможной длиной выводов. При указанных выше условиях, соединитель питания от БП для РА может быть установлен в любом удобном месте шасси, например, сзади. Монтировать РА с БП лучше всего в два этажа “башенкой”, при этом БП занимает нижний этаж, отделённый от РА глухим горизонтальным экраном. Такое вертикальное построение позволяет уменьшить занимаемое место на столе радиолюбителя, придать симметрию в союзе с системным блоком, всё чаще используемого при связях компьютера.

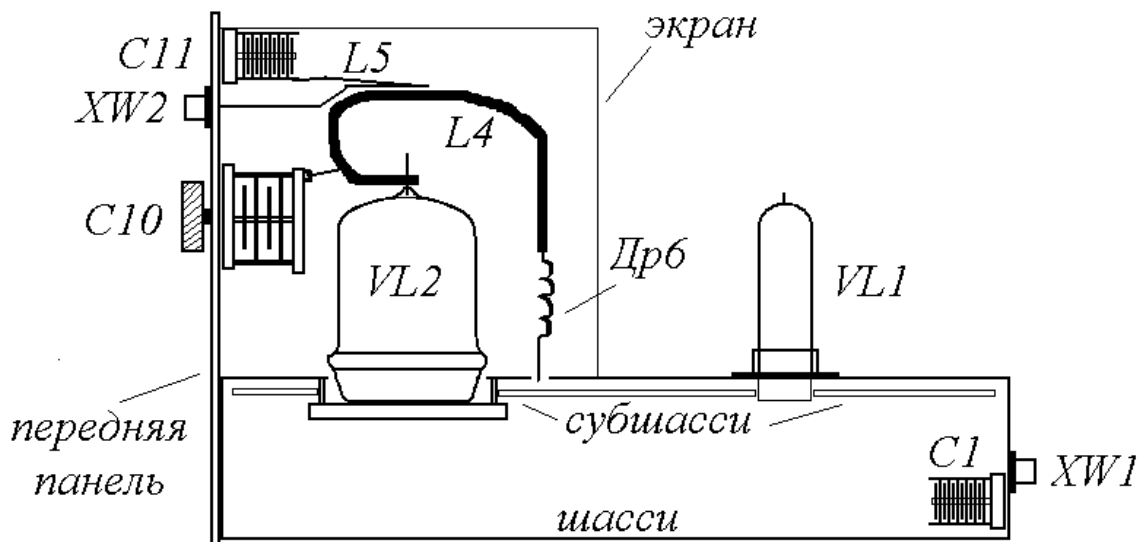


Рис.4. Эскиз шасси усилителя мощности на 144...146 МГц

Надеюсь, что данная конструкция усилителя мощности позволит увеличить интерес к проведению DX связей в диапазоне 144...146 МГц, в связи с применением бестрансформаторной схемы питания анодных и экранных цепей, уменьшить вес изготавливаемой аппаратуры. Несмотря на массовое применение полупроводниковых усилителей мощности, ламповые имеют много преимуществ перед ними и будут ещё долго использоваться, по крайней мере, - радиолюбителями. Ламповые РА более узкополосны, обладают улучшенным спектром усиливаемых сигналов, имеют больший КПД, более надёжны и дешевле.

Как видно, некоторые их недостатки начинают преодолеваются: исчез мощный трансформатор, применение стабилизаторов в питающих цепях – путь к прецизионности ламповых усилителей мощности, существенному улучшению их качественных характеристик.

CHEERIO! 73!

- Литература: 1.И. Августовский. Бестрансформаторный РА на ГУ-29. Радиолюбитель. КВ и УКВ. № 3, 1997 г, стр. 32...33
- 2.И. Гончаренко. Лёгкий и мощный РА. Радиолюбитель. КВ и УКВ. № 1 1999 г, стр. 20...23, № 2 1999 г, стр. 19...21, Радиомир. КВ и УКВ. № 3 2000 г, стр. 21...22
- 3.Прецизионный стабилизатор накала.  
[http://klausmobile.narod.ru/appnotes/an\\_11\\_fetreg\\_r.htm](http://klausmobile.narod.ru/appnotes/an_11_fetreg_r.htm)

Виктор Беседин (UA9LAQ)

г. Тюмень

Дополнение: Ламповые панели в усилителе следует использовать только керамические, например, для VL1 – ПЛКЭ-9.

Сопrotивление резистора R5\* (Рис. 3) подбирается по надёжному срабатыванию реле P1, ёмкость конденсатора C3\* - по необходимому времени задержки блокировки резистора R1, обычно, - 5...10 секунд.

РЧ токовый трансформатор T1 в блоке питания (Рис. 3) намотан сетевым проводом на ферритовом стержне диаметром 8...10 мм и длиной 160...200 мм от магнитных антенн радиовещательных приёмников (400НН...600НН) до заполнения. Сетевой фильтр лучше полностью заключить в экран из белой жести или другой, из мягкой стали, с тщательной изоляцией от него содержимого, сам экран соединяется с заземляемым шасси БП усилителя. Трансформатор T2 должен быть рассчитан на ток накальных цепей 3...4 А и ток в цепи смещения порядка 0,1...0,15 А. Транзистор VT1 размещён на изолированном от шасси и общего провода радиаторе, и, для надёжности, должен иметь возможность рассеивания мощности до 20 Вт, вышесказанное относится и к радиатору, на котором размещён транзистор VT2. Транзисторы крепятся на радиаторы непосредственно (без прокладок), а радиаторы тщательно изолируются от шасси и общего провода. Прикасаться к ним, в то время, когда БП соединён с сетью, - опасно, - будьте внимательны! Все постоянные резисторы, применённые в РА и БП – типа МЛТ. Конденсаторы: оксидные типов K50-7, K50-12, K50-17, K50-20, K50-27, K50-31 или импортные с малой утечкой и рассчитанные на работу при температуре до +105° С. Вместо проходных конденсаторов в РА можно применить опорные, например, типа КДО или обычные типов КД, КТ, КТК, с максимально укороченными выводами. Поскольку проходные конденсаторы очень хрупки, то даже, при незначительной их деформации, образуются микротрещины, такие

конденсаторы не будут выполнять своей функции, поэтому, для надёжности, лучше параллельно им припаять по обычному конденсатору ёмкостью 6800 пФ, конечно же, короткими выводами. Конденсаторы С1, С10, С11 – с воздушным диэлектриком типа КПВ, С4, С5 – керамические типа КПК-1.

Применение резонансных контуров в цепях управляющих сеток снижает устойчивость усилителя.

При трансформаторном питании анодных и экранных цепей, субшасси упраздняется, все соединения с общим проводом осуществляются непосредственно на шасси. Проходные конденсаторы устанавливаются на экран, проходящий вдоль шасси, отделяющий провода питания от РЧ монтажа. Такой же экран из полоски фольгированного стеклотекстолита можно припаять вдоль субшасси и установить на нём проходные конденсаторы, напротив соответствующих деталей.