

Святослав Бабын (UR5YDN)
пгт Кельменцы
Черновицкой обл.
Украина

Однотактный УНЧ на радиолампе ГУ-50, два варианта

Разговор о том, что лучше – ламповый или транзисторный, ведутся очень давно. Меломаны и аудиофилы предпочитают ламповые усилители, причем работающие в режиме А. Ламповые усилители дают хорошее компрессирование и утепление звука – это факт, и поэтому до сих пор разрабатываются и выпускаются такие усилители в Японии, Англии, Америке и в других странах. У автора нет возможности сравнить звучание импортных УНЧ и самодельного УНЧ, однако субъективно качество звучания с предлагаемым усилителем хорошее, особенно музыкальных программ с виниловых граммофонных пластинок.

Предложенная конструкция усилителя низкой частоты (УНЧ) легко настраивается и поэтому рекомендуется для повторения начинающим радиолюбителям. В конструкции нет дефицитных радиокомпонентов, схема довольно проста и обеспечивает хорошее качество звука, при выходной мощности порядка 12 Вт и коэффициенте нелинейных искажений менее 1%. В статье приведено несколько полезных советов по применению выходных трансформаторов. В принципе, выходной трансформатор необходимо изготавливать по специальной технологии: несколько слоев

первичной обмотки, слой вторичной и так далее, и между пакетом Ш-образных пластин и пакетом переемычек установить слой бумаги, если используется режим А; однако это начинающим радиолюбителям сложно, поэтому задача немного упрощена и взят готовый трансформатор, которые использовались в черно-белом телевизоре как силовой.

Принципиальная схема УНЧ с однотактным выходом (первый вариант) приведена на рис. 1. Это двухкаскадный УНЧ на двух радиолампах. В выходном каскаде применена радиолампа ГУ-50, которая хорошо себя зарекомендовала. Лампа ГУ-50 разработана в 30-х годах прошлого века в Германии под кодовым названием LS50 (данные из Интернета). Сделана в лучших традициях немецкого качества и надежности. Радиолампа ГУ-50 – это копия радиолампы LS50. Эта радиолампа имеет лучшую линейность, по сравнению с радиолампой 6П45С. Первый и оконечный каскад имеют местную отрицатель-

ную обратную связь (ООС) небольшой глубины, которая уменьшает коэффициент нелинейных искажений (КНИ). ООС образуется за счет резисторов в цепи катодов, не зашунтированных конденсаторами. Оба каскада работают в режиме А. В обоих каскадах применена подача напряжения смещения от внешнего источника, что упрощает выставления режима работы. Радиолампа ГУ-50 (пентод) используется в триодном режиме. В буферном каскаде применена радиолампа 6С45П, с высокой крутизной $\mu = (45 \pm 11)$. В принципе, возможно применить также радиолампу 6Ж52П ($\mu = 55 \pm 10$) в триодном включении, однако такие радиолампы необходимо применять только новые, и если применить радиолампу, бывшую в использовании, то возможны появления микрофонного эффекта.

Особое внимание следует уделить переходным конденсаторам. По результатам экспериментов автор рекомендует в качестве переходных применять полипропилено-

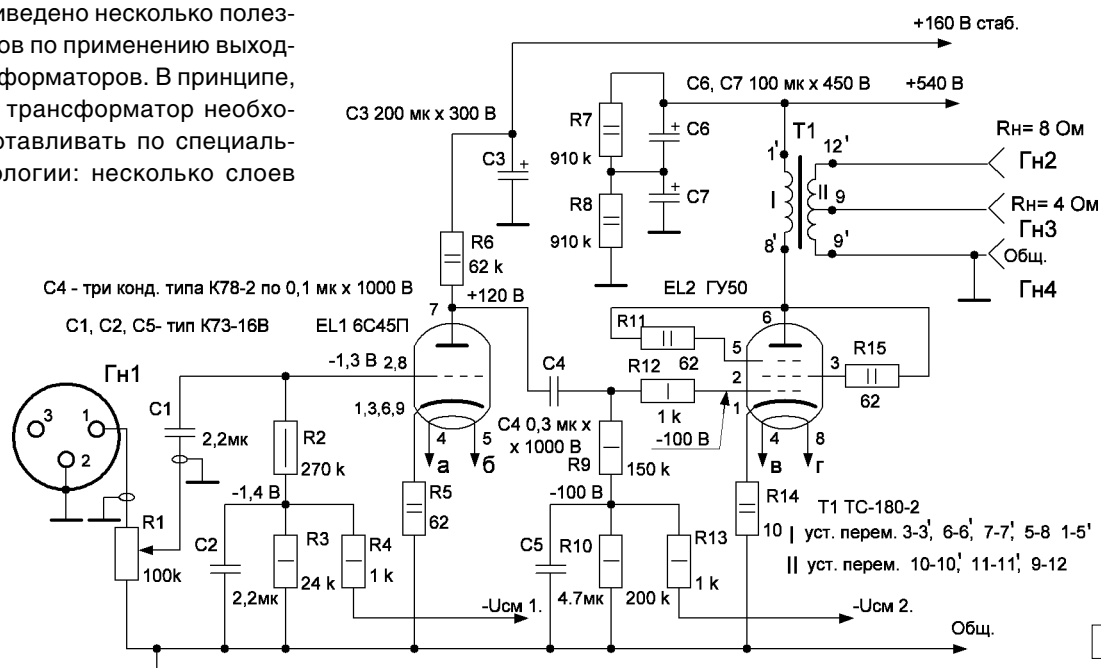


Рис. 1

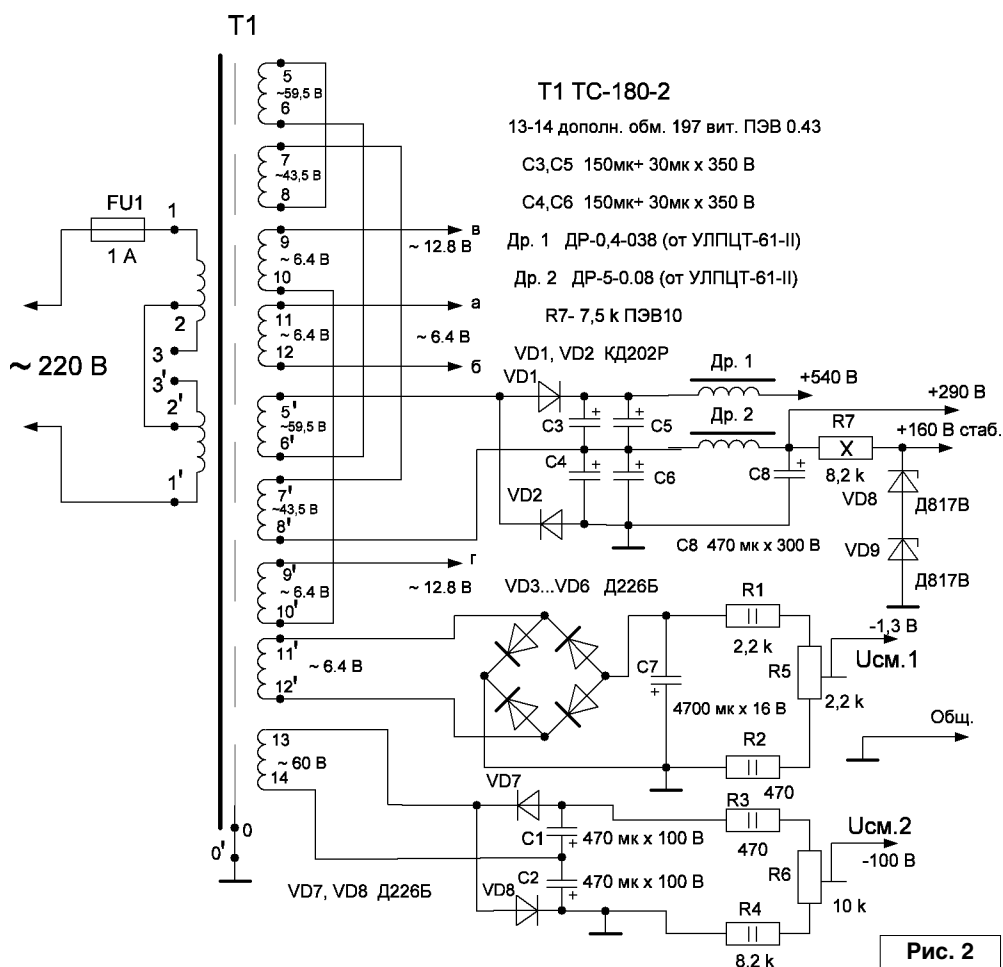
вые конденсаторы типа К78-2, которые широко используются в телевизорах. Хорошее качество звука дают также конденсаторы аксиальные полиэтилентерефталатные металлизированные К73-16В. Субъективно, автору не понравилось звучание музыкальных программ с пленочными конденсаторами типа К73-17. Чувствительность однотактного УНЧ порядка 500 мВ.

При изготовлении УНЧ с однотактным выходом целесообразно сразу же установить еще одну ламповую панель для еще одной лампы ГУ-50, что позволит радиолюбителю реконструировать УНЧ в двухтактный или включить две лампы ГУ-50 параллельно для увеличения выходной мощности, или же сделать УНЧ двухканальным. Желательно также оставить место для установки трансформатора большего размера, или двух выходных при двухканальном УНЧ. Рекомендую после монтажных работ подключить акустическую систему с сопротивлением 4 Ом или 8 Ом мощностью порядка 20...30 Вт, включить УНЧ без радиоламп и произвести измерение напряжения смещения оконечного и буферного каскадов, и с помощью подстроечных резисторов выставить необходимое напряжение смещения, затем установить радиолампы. При закороченном входе УНЧ фон переменного тока не должен прослушиваться. Если фон прослушивается, то необходимо цепи управления отнести дальше от цепей накала. Необходимо, чтобы силовой трансформатор, дроссель питания были подалеже от радиоламп. Провода, идущие на накал радиоламп, необходимо свить, попарно. Провода к входному гнезду и к потенциометру должны быть экранированы. Прослушивая

музыкальную программу, возможно попытаться несколько изменить напряжение смещения и выбрать такое смещение, при котором качество звучания лучше. Глубину ООС возможно увеличить, увеличив величину резисторов R5 и R14, однако чувствительность УНЧ при этом уменьшится.

Автор применил в качестве выходного трансформатора ТС-180-2, включив последовательно, согласно, первичную и вторичные обмотки (две по "59,5 В" и две по "43,5 В"). Четыре "накальных обмоток, по 6,4 В" также необходимо включить последовательно, согласно. На выходном трансформаторе необходимо установить переключки: для первичной (I): 3-3', 6-6', 7-7', 5-8, 1-5' и выводы 1'-8' использовать для подключения в схему. Для вторичной (II) необходимо установить переключки 10-10', 11-11', 9-12 и выводы 9'-12', 9'-9' использовать как выход УНЧ. К выводам 9'-9' необходимо подключать громкоговоритель

на 4 Ом, а к выводам 9'-12' – 8 Ом. Вывод 9' – общий. Отключение динамика во время работы УНЧ может привести к выходу из строя выходного трансформатора. В качестве выходного трансформатора возможно также использовать трансформаторы типа ТС-160, ТС к телевизорам УНТ-35, соединив соответствующим образом обмотки. Более подробно об этих трансформаторах можно получить информацию в [2]. В качестве выходного возможно применить унифицированный трансформатор типа ТАН-70, ТАН-105, используя в качестве первичной выходного трансформатора – последовательно, согласно, включенные обмотки: сетевую и четыре вторичные (две по "56 В" и две по "40 В"). Обмотки по "16 В" включить последовательно, согласно, и получим выход для 4-омных громкоговорителей и для 8-омных. Более подробно об этих трансформаторах можно получить информацию в [3]. Хороший ре-



зультат получается с применением в качестве выходного Тр. тороидального трансформатора типа ТСТ-81, у которого сетевая и повышающая обмотки включаются последовательно, согласно, для получения I обмотки, а четыре “накальных” включаются последовательно, согласно, для получения II обмотки. Замеряя напряжение на резисторе в цепи катода лампы EL2, возможно рассчитать анодный ток и выставить его порядка 90...100 мА, изменяя напряжение смещения ($U_{см2}$) Допустимый анодный ток для радиолампы ГУ-50 – 230 мА, согласно паспорта. Так, к примеру, если измеренное напряжение на резисторе R14 – 0,8 В, значит катодный ток через радиолампу ГУ-50 будет иметь величину 80 мА.

Принципиальная электрическая схема блока питания приведена на **рис. 2**. Выпрямитель для питания оконечного каскада собран по схеме удвоения напряжения на диодах VD1, VD2. Конденсаторы C3, C5 – два в одном корпусе, аналогично C4, C6 – конденсаторы взяты от телевизора. Для улучшения фильтрации анодного напряжения введен дроссель Др.1. Данные дросселя: трансформаторное железо типа УШ22, W1 = 730 витков провода ПЭВ-2 диаметром 0,31 мм (от телевизора УЛПЦТ-61-II). Возможно применить также дроссель от телевизора УНТ-47/59, используя I обмотку, которая содержит 1220 витков провода ПЭЛ диаметром 0,31 мм. Для получения напряжения питания буферного каскада также улучшено сглаживание пульсаций за счет применения дросселя Др.2. Данные дросселя Др.2: трансформаторное железо типа УШ12, W1 = 2350 витков провода ПЭВ-2 диаметром 0,14 мм (от телевизора УЛПЦТ-61-II).

Для стабилизации напряжения питания буферного каскада введены стабилитроны VD8, VD9, включенные последовательно. Стабилитроны необходимо установить на теплоотводах с $S = 100 \text{ см}^2$. Теплоотвод со стабилитроном VD9 можно укрепить непосредственно на шасси, а теплоотвод для стабилит-

рона VD8 необходимо изолировать от шасси. При желании вместо стабилитронов VD8, VD9 возможно применить стабилитрон типа СГ1П (газонаполненный диод) и получим $150 \pm 5 \text{ В}$. Выпрямитель для получения напряжения смещения буферного каскада выполнен по мостовой схеме на диодах VD3...VD6. Выпрямитель для получения напряжения смещения оконечного каска-

да собран по схеме удвоения напряжения на диодах VD7, VD8. В качестве силового трансформатора использован трансформатор типа ТС-180-2 от черного телевизора. Силовой трансформатор подвергается небольшой модернизации: без разборки трансформатора наматывается 197 витков провода ПЭВ-2 диаметром 0,43 мм. Трансформаторы ТС-180-2 имеют зазор между катушками, и есть возможность додмотать еще одну обмотку. Некоторые радиолюбители вместо наматывания дополнительной обмотки устанавливают дополнительный трансформатор и от 6,4 В получают 60 В, или 120 В, используя мостовую схему выпрямителя.

С помощью подстроечного резистора R5 возможно изменять напряжение смещения для буферного каскада. С помощью подстроечного резистора R6 возможно изменять напряжение смещения для оконечного каскада. Как показывает практика, при смещении для оконечного каскада 100 В получается катодный ток, порядка 80 мА, при определенном экземпляре ра-

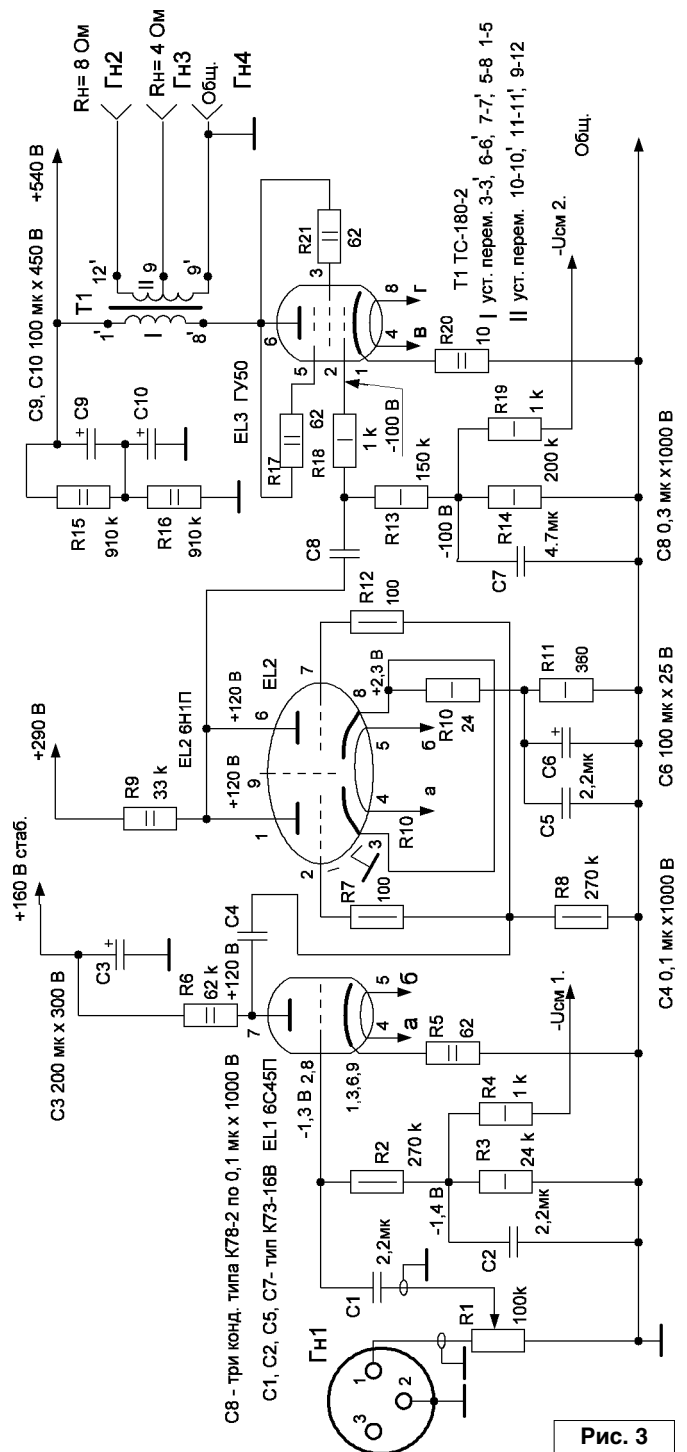


Рис. 3

диолампы. Выпрямитель имеет запас по мощности, поэтому возможно от него питать два канала на радиолампах ГУ-50. Если предполагается изготавливать только один канал, то возможно применить силовой трансформатор и менее мощный, с подходящими напряжениями. В целом УНЧ имеет значительные габариты и низкую экономичность, однако схема очень проста и обеспечивает хорошее качество звука.

Если есть необходимость получить УНЧ с большей чувствительностью (второй вариант), порядка 100 мВ, то целесообразно добавить еще один каскад в усилителе, как это показано на **рис. 3**. В этом каскаде также применена местная отрицательная обратная связь за счет введения резистора R10, не зашунтированного конденсатором

в цепи катода радиолампы EL2. Смещение для этой радиолампы применено автоматическое. Для увеличения усиления оба триода радиолампы 6Н1П включены параллельно. В остальном, первый каскад УНЧ, данные выходного трансформатора и выходной каскад такие же, как и в первом варианте, приведенном на **рис. 1**. Таким образом, получился трехкаскадный УНЧ, который имеет хорошую устойчивость против возбуждения, благодаря применению местных отрицательных связей в каждом каскаде.

“Меломанам” больше нравится звучание музыкальных программ через УНЧ с однотактным выходом, где КНИ значительное за счет четных гармоник. “Меломаны” утверждают, что звук “теплее”, “прозрачнее”.

В связи с использованием высокого анодного напряжения начинающим радиолюбителям настраивать такие УНЧ необходимо только совместно с руководителем радиокружка, соблюдая технику безопасности при работе с электросхемами.

Литература

1. Терещук Р.М. и др. Справочник радиолюбителя. - Киев, изд. “Техника”, 1968 г.
2. Кузинец Л.М. и др. Узлы телевизионных приемников (справочник). - М.: изд. “Радио и связь”, 1987 г.
3. Шульгин Г. Унифицированные трансформаторы ТАН50-ТАН138. - “Радио”, 1981, №9, стр. 76.

: (UR5YDN), , .
: " , 1, 2019 ., . 6, 7, 8, 9.