

## ПРОСТЫЕ УСИЛИТЕЛИ НА 2 И 1...12 Вт

Предлагаемые усилители низкой частоты (УНЧ) собраны по простым схемам и могут быть использованы для усиления сигналов, уровень которых превышает 200 мВ.

На рис. 1 приведена схема УНЧ на пяти транзисторах, который на нагрузке 6...8 Ом развивает номинальную мощность около 2 Вт при коэффициенте нелинейных искажений порядка 0,5%. Чувствительность усилителя 250 мВ, полоса пропускания 20...18 000 Гц при неравномерности амплитудно-частотной характеристики  $\pm 1$  дБ. Входное сопротивление 1 МОм, выходное — не более 1 Ом.

Входной сигнал поступает на разъем  $X_1$  и далее на регулятор громкости  $R_1$ , с движка которого сигнал подается на затвор полевого транзистора  $V_1$ , работающего в первом каскаде усиления по схеме с общим истоком. Необходимое положительное смещение на затворе получается за счет падения напряжения на резисторе  $R_3$ , включенном в цепь истока. Использование полевого транзистора в первом каскаде усиления позволяет получить высокое входное сопротивление усилителя, необходимое для обеспечения нормальной работы пьезокерамического звукоснимателя.

Нагрузкой стоковой цепи транзистора  $V_1$  является резистор  $R_2$ , с которого усиленное напряжение подается на вход второго каскада усиления, собранного на транзисторе  $V_2$ . Ток в цепи базы этого транзистора определяется падением напряжения на резисторе  $R_2$  и содержит как постоянную составляющую, так и переменную с частотой усиливаемого сигнала. Транзистор  $V_2$  управляет работой последующего, предоконечного каскада.

Предоконечный каскад собран на транзисторе  $V_3$ , работающем в режиме эмиттерного повторителя, и служит для «раскачки» выходного (мощного) каскада, собранного по известной двухтактной бестрансформаторной схеме на транзисторах  $V_5$ ,  $V_6$  различной структуры. Такие схемы носят название схем с дополнительной симметрией, или комплементарных.

Нагрузкой предоконечного каскада служит резистор  $R_7$ , с которого напряжение поступает непосредственно на базы транзисторов  $V_5$ ,  $V_6$ , включенных по схеме с общим коллектором. Нагрузка выходного каскада — динамическая головка  $B_1$  — подключена к эмиттерам транзисторов через конденсатор большой емкости  $C_5$ .

Для получения максимальной выходной мощности при данном напряжении источника питания (17 В) в каскадах на транзисторах  $V_2$  и  $V_3$  применена положительная обратная связь по питанию, для чего резистор  $R_7$  подключен к общему проводу через сопротивление динамической головки  $B_1$ . Использование такой связи приводит к увеличению коэффициента усиления по напряжению всего усилителя и поэтому находит широкое применение в современных бестрансформаторных усилителях. Сопротивление резистора  $R_7$  выбирают, пользуясь соотношением:  $R_7 \leq R_{\text{н}}$ , где  $R_{213}$  — сопротивление звуковой катушки динамической головки;  $h_{213}$  — статический коэффициент передачи тока транзистора  $V_6$ .

Для стабилизации режима работы выходных транзисторов в усилитель введена отрицательная обратная связь по постоянному напряжению через резистор  $R_4$ . Этот же резистор обеспечивает и отрицательную обратную связь по переменному напряжению, которая уменьшает искажения, вносимые усилителем. В усилителе есть еще две цепи частотно-зависимой отрицательной обратной связи:  $R_5C_2$  и  $R_6LC_3$ , используемые для регулировки усиления в области высоких и низких частот звукового спектра. Изменяя глубину отрицательной обратной связи, через эти цепи с помощью переменных резисторов  $R_6$ ,  $R_5$ , можно изменять в широких пределах тембр звука (на частотах 100 Гц и 7,5 кГц усиление изменяется на  $\pm 20$  дБ).

Питается усилитель от сети переменного тока с помощью блока питания, состоящего из понижающего трансформатора  $T_1$ , выпрямительного моста  $V_7...V_{10}$  и простейшего сглаживающего фильтра — конденсатора  $C_4$ .

В усилителе могут быть использованы любые полевые транзисторы серий КП103 ( $V_1$ ), желательно с большей крутизной; КТ315, КТ301 ( $V_2$ ); П601...П606 ( $V_3$ ,  $V_5$ ); П701, КТ601, КТ602 ( $V_6$ ). Выходные транзисторы должны быть установлены на радиа-

торы (рис. 2). Их можно изготовить из листового дюралюминия толщиной 5 мм. Диоды могут быть серий Д220, Д223 ( $V_4$ ); Д226, Д229 ( $V_7...V_{10}$ ). Все полупроводниковые приборы могут быть любой буквенной серии. Постоянные резисторы МЛТ-0,25, МЛТ-0,5, переменные резисторы СП-1; конденсаторы МБМ ( $C_1$ ), К53-1 ( $C_2$ ,  $C_3$ ), К50-6 ( $C_4$ ,  $C_5$ ). Катушка индуктивности  $L_1$  намотана на кольцевом ферритовом сердечнике марки 2000НМ1 типоразмера К17,5×8,2×5 мм и содержит 700 витков провода ПЭВ-2 0,12. Индуктивность катушки не критична и может лежать в пределах 0,6...1 Г. Ее можно также намотать на сердечнике 1500НМ того же типоразмера.

Силовой трансформатор наматывают на сердечнике Ш16, набор 32 мм. Обмотка I содержит 2200 витков провода ПЭВ-2 0,12; обмотка II — 130 витков провода ПЭВ-2 0,96.

При изготовлении громкоговорителя можно использовать динамические головки 4ГД-35, 4ГД-36 и другие с мощностью около 4 Вт и сопротивлением 6...8 Ом.

Часть деталей усилителя смонтирована на плате из фольгированного стеклотекстолита (рис. 3) толщиной 3 мм, которую затем укрепляют в корпусе усилителя размером 210×130×60 мм. На передней стенке корпуса из листового дюралюминия устанавливают входные и выходные разъемы, переменные резисторы регуляторов громкости и тембра, выключатель питания и держатель предохранителя.

Силовой блок монтируют на отдельном шасси, которое располагают в корпусе усилителя, но подальше от входной цепи и платы.

Если усилитель собран из заведомо исправных деталей и при монтаже не допущено ошибок, то процесс налаживания каких-либо затруднений не вызывает. Сначала подбором сопротивления резистора  $R_2$  устанавливают напряжение на эмиттерах транзисторов  $V_5$ ,  $V_6$ . Это напряжение должно равняться половине напряжения на выходе выпрямителя. Затем измеряют ток, потребляемый усилителем. В тех случаях, когда он превышает 100 мА, нужно подобрать диод  $V_4$  с меньшим прямым сопротивлением. Если при эксплуатации усилителя будет замечено возбуждение на высоких частотах, его устраняют увеличением емкости конденсатора  $C_1$ .

Этот усилитель разработан радиолюбителями Ю. Богдановым и Н. Хухтиковым.

На рис. 4 приведена схема простого усилителя, который собран из широко распространенных деталей и рекомендуется для повторения сельским радиолюбителям. Усилитель в полевых условиях может работать от батарей гальванических элементов 373 или аккумуляторов, а в стационарных — от сети переменного тока через выпрямитель. Работоспособность усилителя сохраняется при изменении питающего напряжения от 6 до 24 В, без каких-либо паяк или переключений. Изменяется только выходная мощность и потребляемый ток.

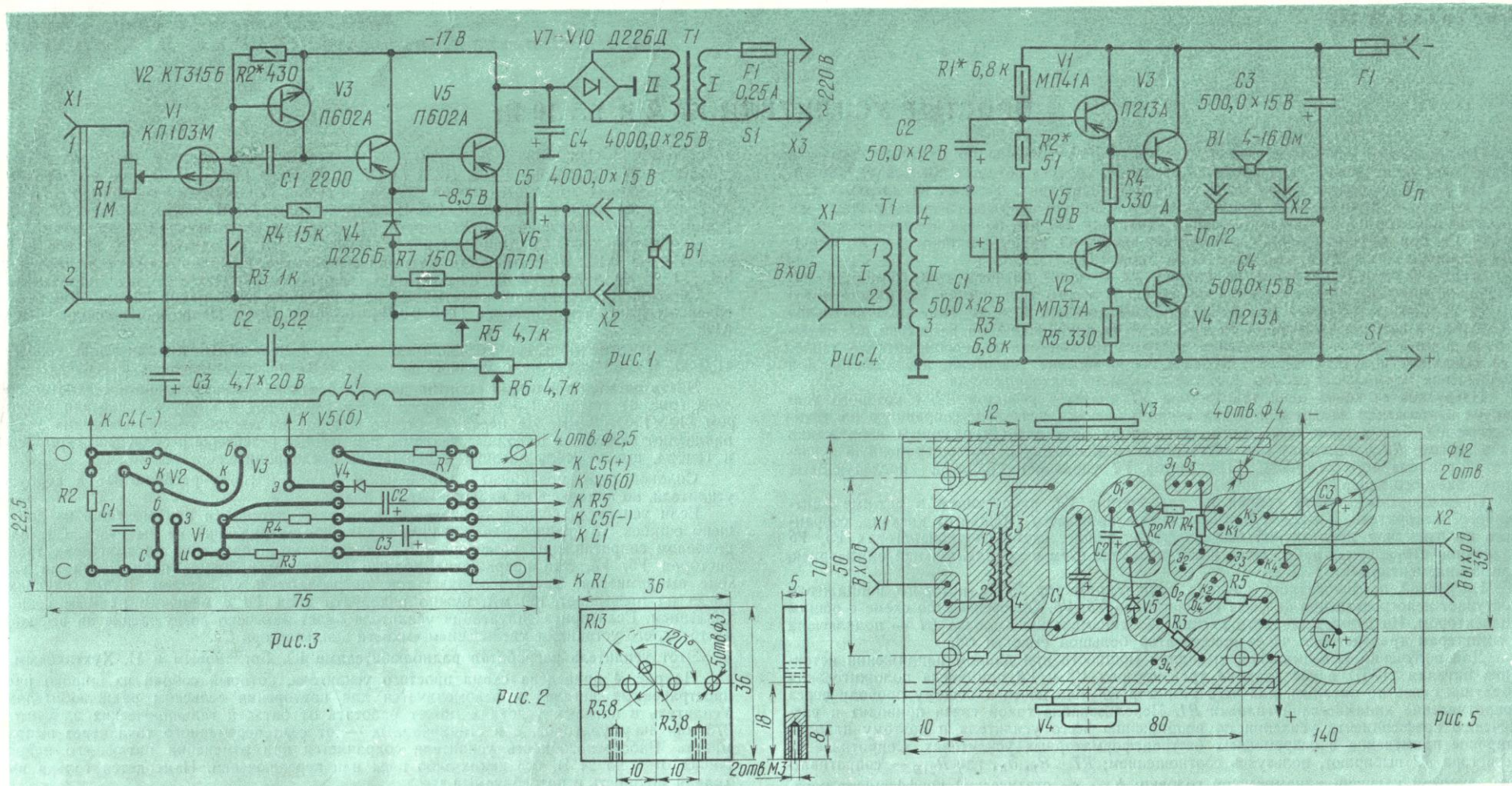
Пользуясь таким усилителем и портативным приемником или магнитофоном с выходной мощностью более 150...200 мВт, выходную мощность системы можно увеличить до 12 Вт и вместе с акустической системой обеспечить требуемую громкость и качество звучания.

Усилитель содержит один каскад усиления, собранный по квазикомплементарной схеме на транзисторах  $V_1...V_4$ , которая уже встречалась в листовках № 138, 140.

Входной сигнал поступает на усилитель через повышающий трансформатор  $T_1$  с коэффициентом трансформации 1:20. Практически можно в качестве  $T_1$  использовать выходной трансформатор от лампового приемника III и IV классов. Обмотка I с меньшим числом витков подключается параллельно звуковой катушке динамической головки маломощного приемника или магнитофона, а напряжение со вторичной обмотки II через разделительные конденсаторы  $C_1$ ,  $C_2$  поступает на базы транзисторов  $V_1$ ,  $V_2$ . Самодельный повышающий трансформатор можно намотать на сердечнике Ш16×20. Обмотка I содержит 100 витков, а обмотка II — 2000 витков провода ПЭВ-2 0,12.

Наиболее целесообразно усилитель использовать при напряжениях питания  $U_{\text{п}} = 12$  В и более. Если  $U = 12$  В, а динамические головки имеют сопротивление 16; 8





или 4 Ом, усилитель обеспечит выходные мощности 1; 2 и 2,8 Вт соответственно. Если же напряжение питания увеличить в два раза, то указанным выше нагрузкам будут соответствовать мощности на выходе усилителя 4,2; 8 и 12 Вт.

Следует учесть, что чем меньше сопротивление нагрузки (сопротивление звуковой катушки динамической головки  $B1$ ) и больше напряжение питания, тем больший ток потребляет усилитель. Так, при напряжении 12 В и сопротивлениях нагрузок 16, 8 и 4 Ом потребляемый ток достигает 110, 220 и 400 мА соответственно; при напряжении 24 В потребляемый ток почти удваивается (220, 410 или 750 мА). Конкретный выбор сопротивления нагрузки зависит от напряжения питания и допустимого тока разряда используемого источника питания (гальванической или аккумуляторной батареи, типа выпрямителя).

Усилитель выполняется в виде отдельного блока, основой которого является печатная плата (рис. 5) из фольгированного текстолита. Размеры печатной платы рассчитаны на установку конденсаторов К50-3 и выходного трансформатора  $T1$  от приемника «Рекорд-353». Если предполагается работа усилителя в режиме номинальной мощ-

ности, то транзисторы  $V3$ ,  $V4$  устанавливаются на радиаторах из дюралюминия размером  $100 \times 100 \times 3$  мм.

Выпрямитель для питания усилителя собирают по обычной мостовой схеме (см. рис. 1), используя трансформатор выхода кадров ТВК-110Л-1 и диоды типа Д229 или 242. Рабочее напряжение конденсатора емкостью 1000...2000 мкФ должно быть не менее 30 В. При этом выходная мощность усилителя может достигать 12 Вт.

Налаживание начинают с проверки схемы. Затем подключают источник питания напряжением 12 В и измеряют потребляемый ток (рис. 4), который должен лежать в пределах 15...20 мА. В случае необходимости подбирают величину резистора  $R2$ . Затем проверяют напряжение в точке «А». Оно должно равняться половине напряжения источника питания (в нашем случае 6 В) и подбирается резистором  $R1$ .

Подписано в печать 15.11.83. Г-63916. Изд. № 2/П-284 заказ. Формат  $60 \times 90 \frac{1}{8}$ .

Зак. 537. Уч. изд. л. 0,411. Усл. п. л. 0,25.

Ордена «Знак Почета» Издательство ДОСААФ СССР, 129110, Москва, Олимпийский просп., 22  
Отпечатано в типографии № 32 Союзполиграфпрома. Москва, Цветной бульвар, 26. Зак. 372