

ЦЕНТРАЛЬНАЯ СТАНЦИЯ ЮНЫХ ТЕХНИКОВ РСФСР

ПРИЛОЖЕНИЕ К ЖУРНАЛУ „ЮНЫЙ ТЕХНИК“



Б.С.ИВАНОВ  
**ПЕРВЫЕ ШАГИ  
РАДИОЛЮБИТЕЛЯ**  
ВЫПУСК V

11(317)

1970

ИЗДАТЕЛЬСТВО «МАЛЫШ»

## ПСЕВДОСТЕРЕОФОНИЧЕСКИЙ УСИЛИТЕЛЬ

Как вы уже знаете из предыдущего выпуска, естественность звучания мелодии (или вообще радиопередачи) зависит не только от способа радиопередачи, но и от усилителя низкой частоты. Те потери, которые неизбежны для данного вида радиопередач, можно восполнить искусственными способами в усилительных устройствах. Так, один из способов — добавление к обычному радиоприемнику выносного высокочастотного громкоговорителя. Другой способ — раздельное усиление высоких и низких частот. И третий способ — псевдостереофоническое звуковоспроизведение.

Находясь в зале, человек улавливает как прямые, так и отраженные звуковые колебания. Отраженные колебания приходят с некоторым опозданием, благодаря чему мы «ощущаем» пространство. Время опоздания зависит от частоты звуковых колебаний: с увеличением частоты оно растет. Это свойство используется в псевдостереофонических системах. Как правило, они состоят из двухканального усилителя низкой частоты, на выходе каждого канала которого включены громкоговорители. Колебания звуковой частоты подаются на вход усилителя с нагрузки детектора радиоприемника. В усилителе имеется электрический «анализатор», который «просматривает» поступающие колебания и в зависимости от их частоты вводит величину «запаздывания» звука в один из каналов. Для лучшего подчеркивания «запаздывания» звука громкоговорители псевдостереофонической установки располагаются на разных стенках корпуса или разносятся на значительное расстояние.

При работе такой установки время «запаздывания» будет непостоянно — оно меняется с частотой усиливаемого сигнала, что и создает объемность звучания, своеобразную «расстановку» оркестра по всей комнате. При исполнении сольных номеров псевдостереофоническая установка позволяет получить эффект «присутствия» певца и его «перемещения».

Познакомьтесь с одной практической конструкцией псевдостереофонической установки, блок-схема которой приведена на **рисунке 1**. Установка собрана по двухканальной схеме. Входной сигнал поступает на усилитель напряжения канала I, а затем на усилитель мощности, нагрузкой которого являются два громкоговорителя. С выхода усилителя мощности сигнал проходит через схему задержки звука и поступает на усилитель напряжения канала II, в котором также происходит задержка звука. Способ задержки звука в обоих каналах одинаковый — в схеме стоят фазосдвигающие цепочки, в которых выходной сигнал отстает от входного на время, пропорциональное частоте сигнала. Усилитель мощности второго канала также нагружен на два громкоговорителя.

Псевдостереофоническая установка состоит из трех частей: усилителя низкой частоты, выпрямителя и акустической системы.

Схема усилителя приведена на **рисунке 2**. Он двухканальный. Первый канал собран на пентоде 6ЖЗП и выходном тетроде 6ПЗС, второй канал — на триоде 6С1П и выходном тетроде 6ПЗС.

Входной сигнал с клемм «вход» подается через цепочку  $R_1C_1$  (это цепочка регулировки тембра по низким частотам) на потенциометр  $R_2$ , который является регулятором громкости. Но в отличие от обычных схем, движок потенциометра соединяется с управляющей сеткой первой лампы не напрямую, а через конденсатор  $C_2$ . Регулятор громкости собран по так называемой **компенсированной** схеме, в которую входят резисторы  $R_3$ ,  $R_4$ , конденсаторы  $C_2C_3$  и потенциометр  $R_2$ . Для чего нужен такой регулятор?

Вы, наверное, замечали, как на простых усилителях низкой частоты с обычным регулятором громкости начинают «пропадать» низкие и высокие частоты усиливаемой мелодии при уменьшении громкости. Появляются заметные на слух искажения. Объясняется это не схемой усилителя, а... нашим органом слуха, у которого изменяется чувствительность к низким и высоким частотам при изменении громкости передачи.

Поэтому с изменением громкости необходимо **корректировать** частотную характеристику усилителя, то есть изменять усиление на низких и высоких частотах. Практически совершенно достаточно при уменьшении громкости ослаблять низкие частоты в меньшей степени, чем высокие, то есть, как говорят в технике, **подчеркивать** низкие частоты. Эту задачу и выполняют компенсированные регуляторы громкости. Такие регуляторы, построенные по различным схемам, применяются в высококачественных усилителях и радиоприемниках.

В нашей схеме работа регулятора происходит следующим образом.

Сигнал с верхнего вывода потенциометра  $R_2$  поступает на управляющую сетку лампы 6Ж3П двумя путями: через движок потенциометра  $R_2$ , конденсатор  $C_2$  и цепочку  $R_3R_4C_3$ . В верхнем положении движка потенциометра, соответствующем максимальной громкости, конденсатор  $C_2$  оказывается включенным параллельно резисторам  $R_3$  и  $R_4$ , поэтому напряжение звуковой частоты поступает на сетку лампы через этот конденсатор (так как он оказывает значительно меньшее сопротивление токам звуковой частоты, чем последовательно соединенные резисторы  $R_3$  и  $R_4$ ).

При перемещении движка потенциометра вниз на управляющую сетку лампы через конденсатор  $C_2$  поступает регулируемое по амплитуде напряжение звуковой частоты, а через цепочку  $R_3R_4C_3$  — нерегулируемое напряжение с верхнего вывода потенциометра  $R_2$ , причем напряжение высоких частот ослабляется этой цепочкой в значительной степени, чем напряжение низких частот. Следовательно, при снижении громкости усиление низких частот будет уменьшаться в меньшей степени, чем высоких. Это позволяет «обмануть» наш слуховой орган и получить естественное звучание мелодии при малой громкости воспроизведения.

Напряжение смещения на управляющей сетке первой лампы определяется в основном сопротивлением катодного резистора  $R_6$ . Для увеличения коэффициента усиления первого каскада этот резистор зашунтирован электролитическим конденсатором  $C_6$ . Резистор  $R_7$  хотя и включен последовательно с резистором  $R_6$ , но особого влияния на режим лампы не оказывает. Он стоит в цепи отрицательной обратной связи, напряжение которой подается с выходного трансформатора через сложную цепочку — РС. Переменным резистором  $R_{16}$ , стоящим в цепи обратной связи, можно регулировать тембр звучания по высоким частотам.

С резистора  $R_6$ , который является нагрузкой первого каскада, сигнал подается через конденсатор  $C_3$  на усилитель мощности, собранный на лампе Л<sub>2</sub>. Резистор  $R_9$  является резистором утечки сетки лампы, а резистор  $R_{11}$  защищает каскад от больших входных сигналов (о назначении этого резистора в усилительных схемах подробно рассказывалось в предыдущем выпуске). Смещение на сетке выходной лампы определяется катодным резистором  $R_{12}$ . Он зашунтирован конденсатором  $C_9$ .

В анодную цепь выходной лампы включен трансформатор  $Tr_1$ , у которого две вторичные обмотки. Одна (III) нагружена на громкоговорители  $Gr_1$  и  $Gr_2$ , с нее же снимается напряжение обратной связи. С другой обмотки (II) сигнал подается через резистор  $R_{13}$  и конденсатор  $C_{10}$  на второй канал усилителя. Причем эта обмотка сделана с отводом, относительно которого снимается сигнал для дальнейшего усиления. В этой цепи и происходит предварительная задержка по времени между высокочастотными и низкочастотными сигналами. Кроме того, цепочка  $R_{13}C_{10}$  позволяет во втором канале получить на высоких частотах большее усиление, чем на низких. А это, в свою очередь, усиливает ощущение естественности звучания.

Первый каскад второго канала собран на триоде 6С1П. Почему выбран триод, а не пентод, как это сделано в первом канале? Потому что сигнал здесь приходит усиленным, и он намного превышает входной сигнал. Отпадает необходимость в высокочувствительном каскаде. В цепи катода лампы Л<sub>3</sub> вы видите два резистора ( $R_{20}$  и  $R_{21}$ ), соединенные последовательно. Резистор утечки сетки  $R_{18}$  подключен к точке соединения этих резисторов, поэтому напряжение смещения на сетке определяется только сопротивлением резистора  $R_{20}$ , а резистор  $R_{21}$  нужен для введения обратной связи в цепь катода.

Нагрузкой этого каскада является резистор  $R_{19}$ , сигнал с которого подается на выходной каскад через сложную фазосдвигающую цепочку. Здесь и происходит основная задержка высокочастотного сигнала относительно низкочастотного.

Потенциометром  $R_{26}$  можно регулировать уровень сигнала, поступающего на управляющую сетку выходной лампы, то есть изменять громкость звучания громкоговорителей второго канала.

Выходной каскад второго канала аналогичен первому, за исключением катодной цепи. Резистор автоматического смещения  $R_{28}$  соединен последовательно со вторичной обмоткой выходного трансформатора. За счет этого образуется отрицательная обратная связь, улучшающая качество звучания.

Для питания усилителя необходимы два источника постоянного тока: напряжением 210 в и током потребления не менее 10 ма и напряжением 330 в при токе потребления не менее 100 ма. Накальные цепи ламп питаются переменным напряжением 6,3 в при токе потребления не менее 2,5 а. По этим данным вы можете подобрать подходящий выпрямитель из числа имеющихся в вашем распоряжении источников питания.

Для постройки псевдостереофонического усилителя нужны в основном покупные детали. Постоянные резисторы приобретите типа МЛТ или ВС. Резисторы  $R_{12}$  и  $R_{28}$  должны быть рассчитаны на мощность 2 вт, резистор  $R_{10}$  — на

мощность 1 вт, остальные резисторы — на мощность не менее 0,25 вт. Потенциометры можно взять любого типа, лучше с длинной ручкой, причем потенциометр  $R_0$  желательно взять с выключателем, который в дальнейшем можно впасть в цепь питания выпрямителя.

Электролитические конденсаторы лучше взять типа КЭ — они менее дефицитны и работают при значительных переменных напряжениях. Конденсаторы  $C_4$ ,  $C_8$  должны быть рассчитаны на рабочее напряжение 300 в, конденсаторы  $C_9$ ,  $C_{10}$  — на напряжение 50 в, а конденсатор  $C_6$  — на напряжение 15 в. Постоянные конденсаторы можно взять любого типа на напряжение не ниже 250 в.

Все громкоговорители возьмите типа 4ГД-1, имеющие широкую полосу пропускания частот. Выходные трансформаторы самодельные. Наматывайте их на сердечнике из железа Ш-25 при толщине набора 32 мм. Каркасы для их намотки должны иметь по 5 секций (рис. 3). Обмотку I трансформатора  $Tr_1$  наматывайте в трех секциях по 1400 витков провода ПЭЛ 0,13 в каждой секции; обмотка II должна содержать 1600 витков провода ПЭЛ 0,08 с отводом от середины; обмотка III — 92 витка провода ПЭЛ 0,7.

У трансформатора  $Tr_2$  обмотку I разместите в четырех секциях по 1050 витков провода ПЭЛ 0,13 в каждой секции; обмотка II должна содержать 92 витка провода ПЭЛ 0,7. Все обмотки наматывайте в одну сторону.

На рисунке 3 вы видите расположение обмоток и соединение их между собой. Указанные начала (Н) и концы (К) каждой обмотки подпаивайте к соответствующим цепям схемы усилителя. Внешний вид собранного трансформатора показан на рисунке 4.

Детали усилителя расположите на металлическом шасси (рис. 5), изготовленном из алюминия, дюрала или жести. На передней стенке укрепите переменные резисторы, а на верхней панели установите лампы, электролитические конденсаторы фильтра и выходные трансформаторы. Причем трансформаторы обязательно закройте сверху и снизу кожухами из мягкого железа для устранения наводок на цепи усилителя. Для подключения источника питания просверлите в шасси усилителя отверстие и пропустите через него четыре провода, соединенные с соответствующими цепями усилителя. Провода свяжите в жгут и наденьте на них резиновую или хлорвиниловую трубку. Концы проводов подпаяйте к разъему, в качестве которого можно использовать цоколь от негодной лампы. Ответная часть разъема (в данном случае ламповая панелька) должна быть установлена на выпрямителе.

Остальные детали разместите вблизи «своих» каскадов и укрепите их на расшивочных панелях, стойках, или изолированных от шасси лепестках.

Выпрямитель можно собрать по любой подходящей схеме. Важно, чтобы он выдавал нужные напряжения и имел хорошую фильтрацию по цепям высоковольтного питания. На рисунке 6 приведена схема выпрямителя, который использовался для одновременного питания описанного усилителя и четырехлампового супергеродиодного радиоприемника. Выпрямитель собран по двухполупериодной схеме на мощных кенотронах 5Ц3С, включенных параллельно. Если выпрямитель будет использоваться только для питания усилителя, можно использовать один кенотрон.

Нити накала кенотронов питаются от обмотки III, а переменное напряжение на аноды подается с обмотки II. С обмотки IV снимается напряжение 6,3 в, которое используется для питания накальных цепей ламп.

Выпрямленное кенотронами напряжение подается на фильтр не сразу, а через резистор  $R_{32}$ . Он ограничивает начальный ток через фильтр и нагрузку, а также предохраняет кенотроны от перегорания при коротком замыкании в нагрузке или пробое электролитического конденсатора  $C_{33}$ . Этот конденсатор является первым элементом фильтра. Параллельно конденсатору включен резистор  $R_{30}$ , который будет работать как нагрузка при случайном отклонении усилителя или неисправности цепи высоковольтного питания. Как известно, такой режим (холостого хода) опасен для выпрямителя — могут пробиться конденсаторы фильтра. А резистор  $R_{30}$  защищает детали выпрямителя даже при работе без внешней нагрузки.

Далее выпрямленное напряжение поступает на два фильтра. Один из них состоит из параллельно включенных резисторов  $R_{33}$  и  $R_{34}$ , дросселя  $Dr_1$ , электролитических конденсаторов  $C_{34}$  и  $C_{35}$ . Через этот фильтр питаются анодные цепи выходных каскадов усилителя.

Через другой фильтр питаются анодные цепи выходных каскадов каждого канала усилителя. Он состоит из двух последовательно соединенных резисторов  $R_{35}$  и  $R_{31}$ , дросселя  $Dr_1$ , электролитического конденсатора  $C_{32}$ , конденсатора  $C_{21}$  и двух стабилизаторов типа СГ-3С (Л<sub>5</sub> и Л<sub>6</sub>). Стабилизаторы нужны для того, чтобы выходное напряжение было постоянно при колебаниях напряжения сети. Кроме того, зажатые стабилизаторы обладают значительным фильтрующим свойством. Они эквивалентны в этом случае конденсатору емкостью 100 мкФ, что ценно для получения «чистого» постоянного напряжения. Для устранения возможного возбуждения усилителя на высоких частотах параллельно стабилизаторам включен конденсатор  $C_{21}$  емкостью небольшой емкости.

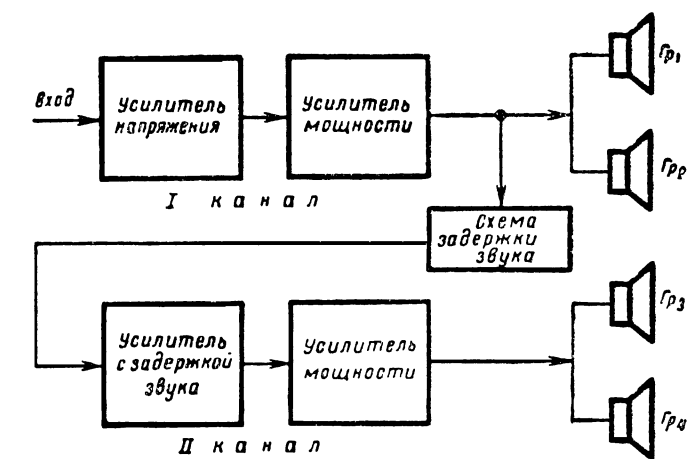


Рис. 1. Блок-схема псевдостереофонической установки

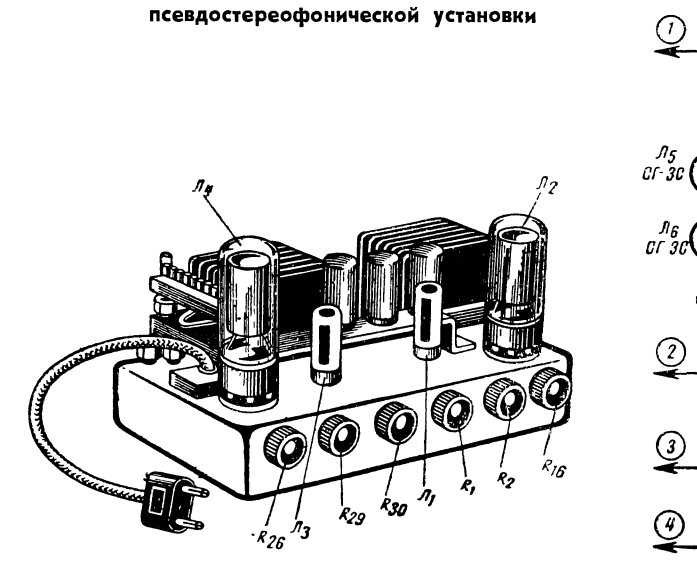


Рис. 6. Схема выпрямителя

Резисторы фильтра выпрямителя возьмите типа ПЭВ или другого типа, рассчитанные на мощность 20 вт. Резистор  $R_{32}$  можно взять на мощность 10 вт. Все конденсаторы должны быть рассчитаны на напряжение не ниже 450 в.

Силовой трансформатор рассчитан на питание от любого сетевого напряжения: 110, 127, 220 в. Первичная обмотка трансформатора состоит из двух обмоток с отводом. Комбинацией соединения этих обмоток достигается нужное рабочее напряжение. В качестве переключателя используйте ламповую восьмипозиционную (октальную) панельку с тремя пропайками. «Ключом» переключателя в этом случае может быть цоколь от негодной восьмипозиционной лампы, ножки которого нужно переключить согласно схеме на рисунке 6.

Силовой трансформатор наматывайте на железе Ш-32 при толщине набора 64 мм. Обмотки Ia и Ib должны содержать по 329 витков с отводом от 45 витка провода ПЭЛ 0,8; обмотка II должна содержать 1950 витков с отводом от середины провода ПЭЛ 0,4; обмотка накала кенотронов — 13 витков провода ПЭЛ 1,5, а обмотка накала ламп IV — 17 витков провода ПЭЛ 2,0. И еще нужно наматать экранированную обмотку V, которая соединяется одним выводом с общим проводом («землей») конструкции. Обмотка должна содержать один слой провода ПЭЛ 0,2, расположенный между сетевой и повышающей обмотками. Экранная обмотка защищает усилитель от всевозможных сетевых помех. Дополнительная защита от помех осуществляется конденсаторами  $C_{26}$ ,  $C_{27}$ ,  $C_{28}$ , включенными в сетевую обмотку трансформатора.

Дроссели фильтра наматывайте на железе Ш-25. Толщина набора для дросселя  $Dr_1$  должна быть 20 мм, а для дросселя  $Dr_2$  — 40 мм. Первый дроссель должен содержать 2000 витков провода ПЭЛ 0,25 (толщина воздушного зазора 0,5 мм), второй наматывайте проводом ПЭЛ 0,4 до заполнения каркаса (толщина воздушного зазора 0,7 мм).

Шасси под выпрямитель сделайте из двухмиллиметрового алюминия или дюрала. Расположение деталей может быть любым. На рисунке 7 показан один из вариантов. Сверху установите трансформатор, дроссели, стабилизаторы, кенотроны и электролитические конденсаторы. Чтобы конденсаторы не грелись, установите их возможно дальше от баллонов ламп. Остальные детали расположите в подвале шасси.

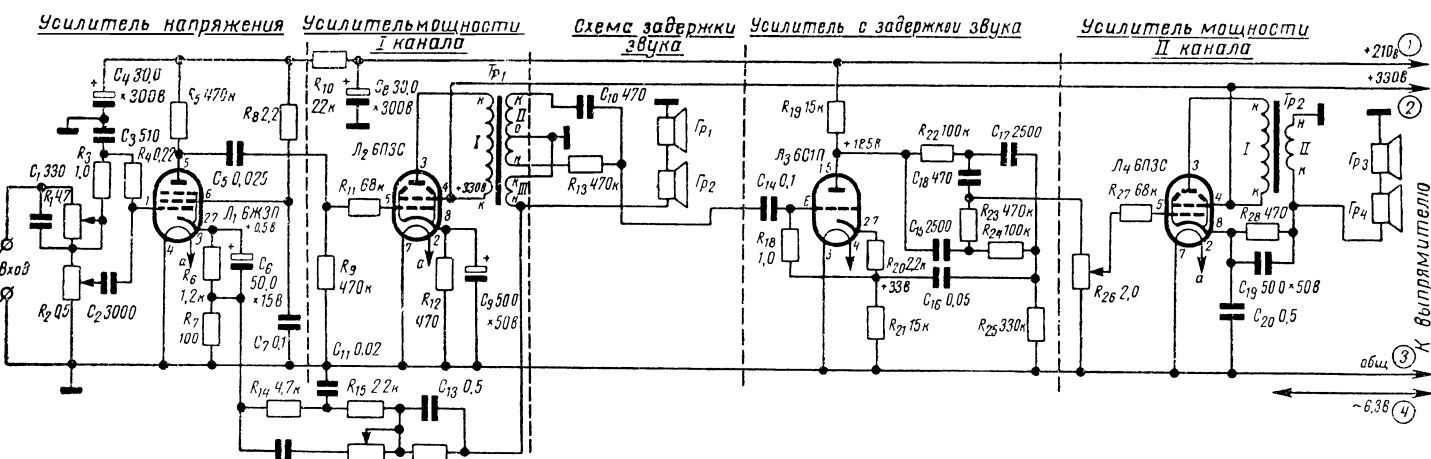


Рис. 2. Усилитель низкой частоты

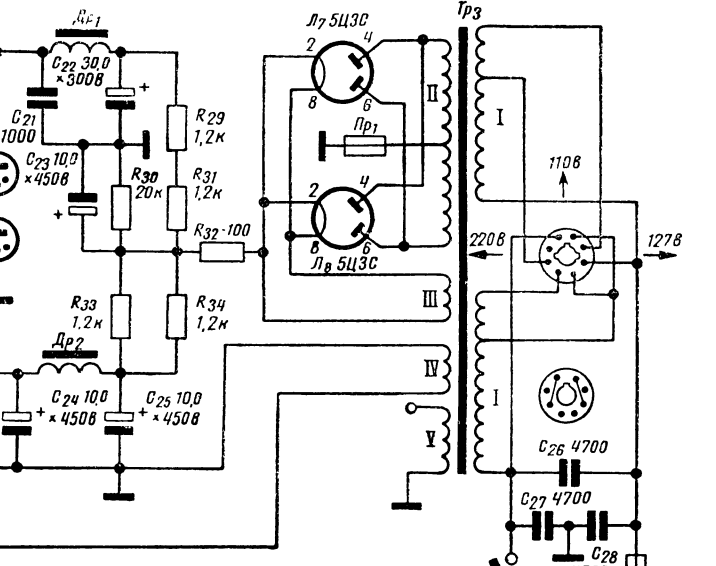


Рис. 7. Расположение деталей выпрямителя

И еще одна часть псевдостереофонической установки — акустическая система. Как вы знаете, от ящика акустической системы и расположения в нем громкоговорителей во многом зависит качество звучания.

При псевдостереофонической установке все громкоговорители помещены в общий ящик (рис. 8), причем на передней стенке устанавливаются по одному громкоговорителю каждого канала.

Ящик акустической системы склейте из толстой (15—20 мм) фанеры или досок. На передней панели (внизу), помимо отверстий под громкоговорители, сделайте прямоугольный вырез для лучшего воспроизведения низких частот. Внутренние стенки ящика оклейте звукоизоляционным материалом (войлок, ватин, вата) для предотвращения неприятного дребезжания ящика при большой громкости звука. После установки громкоговорителей ящик закройте сзади крышкой толщиной не менее 10 мм.

При соединении громкоговорителей не забудьте сфазировать их — методика фазировки приведена в предыдущем выпуске. Окончательная фазировка групп громкоговорителей каждого канала производится при налаживании установки.

Налаживание начните с проверки выпрямленных напряжений и режимов ламп усилителя. Здесь желательно пользоваться измерительным прибором с входным сопротивлением не менее 100 ком. Подсоедините усилитель к выпрямителю и включите установку в сеть. Отрицательный щуп вольтметра заземлите, а положительный проверьте напряжения в схеме выпрямителя. Они должны быть такие: на правом по схеме выводе резистора  $R_{32}$  — 440 в, на конденсаторе  $C_{35}$  — 350 в, на конденсаторе  $C_{24}$  — 330 в, на конденсаторе  $C_{32}$  — 230 в, на конденсаторе  $C_{21}$  — 210 в. При измерении напряжений щуп держите правой рукой, левую желательно держать в кармане — таков общепринятый способ защиты от случайного удара электрическим током.

Затем проверьте режим ламп усилителя: на катоде Л<sub>1</sub> должно быть 0,5 в, на конденсаторе  $C_1$  — 200 в, на катодах Л<sub>2</sub> и Л<sub>3</sub> — по 25 в, на аноде Л<sub>4</sub> — 185 в, на резисторе  $R_{21}$  — 33 в. Измеренные напряжения могут отличаться от указанных не более, чем на 20% — это не повлияет на работу установки. Если отклонения превышают указанный допуск, необходимо тщательно проверить монтаж соответствующих цепей и исправность деталей.

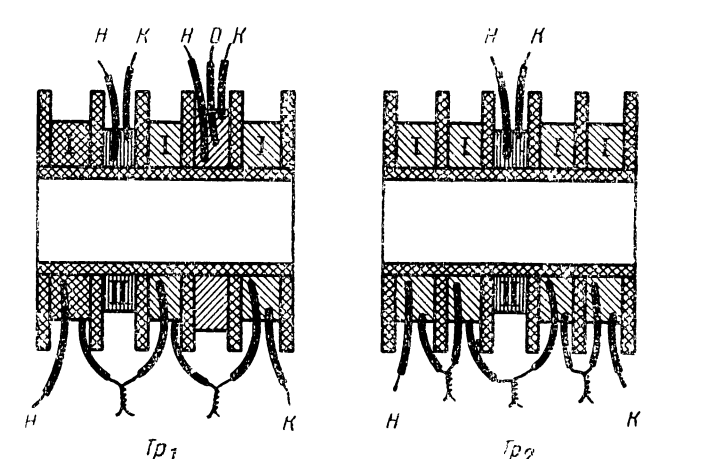
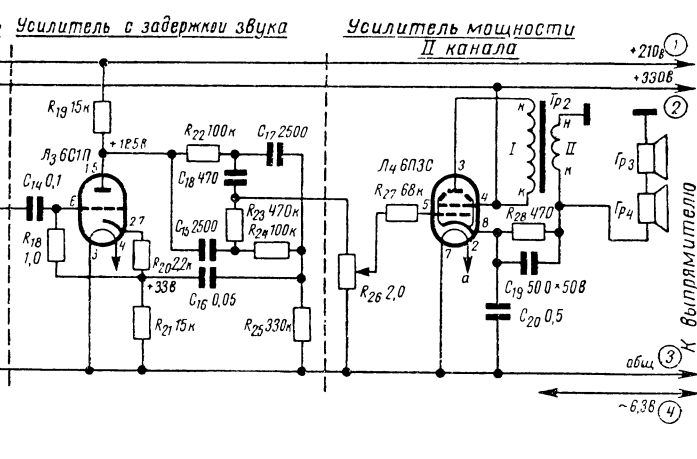


Рис. 3. Расположение обмоток выходного трансформатора

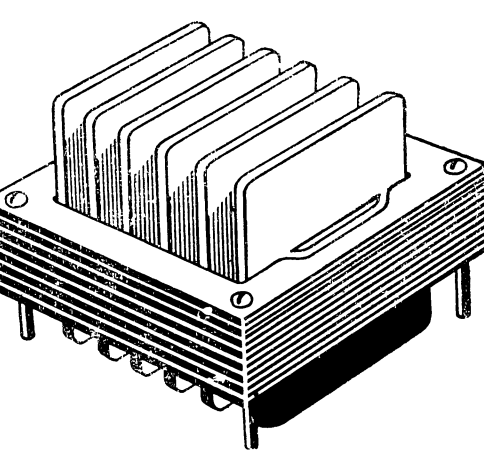


Рис. 4. Собранный трансформатор

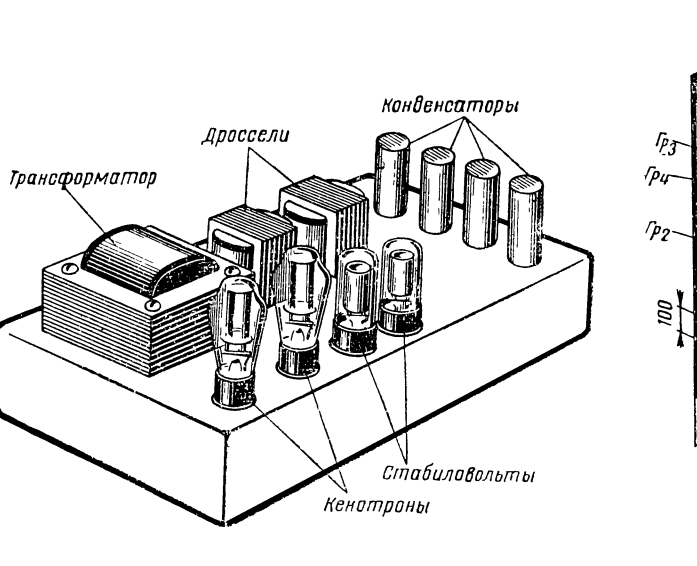


Рис. 7. Расположение деталей выпрямителя

Затем проверьте работу усилителя. Ко входу подключите, например, звукоусилитель проигрывателя и послушайте звучание акустической системы. Попробуйте поменять местами выводы от одной из групп громкоговорителей. Подберите такое включение, при котором громкость звучания будет наибольшей — вы это легко заметите на слух. Во время фазировки все ручки регуляторов усилителя должны оставаться в первоначально установленном положении. Теперь все громкоговорители будут сфазированы правильно.

Если при включении усилителя будет наблюдаться самовозбуждение, определите сначала канал, в котором оно возникает. Если это первый канал — поменяйте местами выводы обмотки III выходного трансформатора. Чтобы устранить возбуждение во втором канале, достаточно поменять выводы вторичной обмотки выходного трансформатора  $Tr_2$ .

Несколько слов о внешнем оформлении всей установки. Оно может быть различным. Лучшим вариантом следует считать тот, когда есть отдельная выносная акустическая система. Усилитель с выпрямителем можно расположить в этом случае как вместе в одном ящике, так и в различных местах помещения. Возможен вариант совместного оформления акустической системы, усилителя и выпрямителя, размещенных в одной тумбе. У автора этой брошюры один из вариантов псевдостереофонической установки состоял из совмещенных в одном ящике с отсеками приемника, усилителя и акустического агрегата. Выпрямитель размещался в наиболее удобном месте комнаты и соединялся с электрической частью установки многожильным кабелем (рис. 9). Возможны и многие другие варианты.

Простой стереофонический усилитель

В последние годы стали популярными стереофонические грампластинки. Записанные на них мелодии дают хорошее представление о качестве стереофонического звучания и его преимуществах по сравнению с другими способами звуковоспроизведения. Стереофонические грампластинки нужно воспроизводить на специальных проигрывателях, где есть стереофонические звукоусилители. В принципе можно использовать и обычный проигрыватель, если заменить на нем звукоусилитель. Стереофонический звукоусилитель отличается от обычного наличием двух корундовых игл, скользящих одновременно по зву-

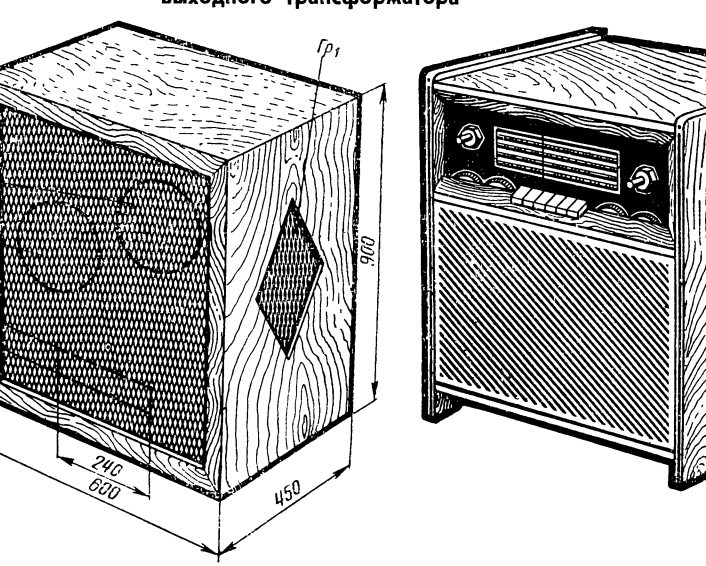


Рис. 8. Акустическая система

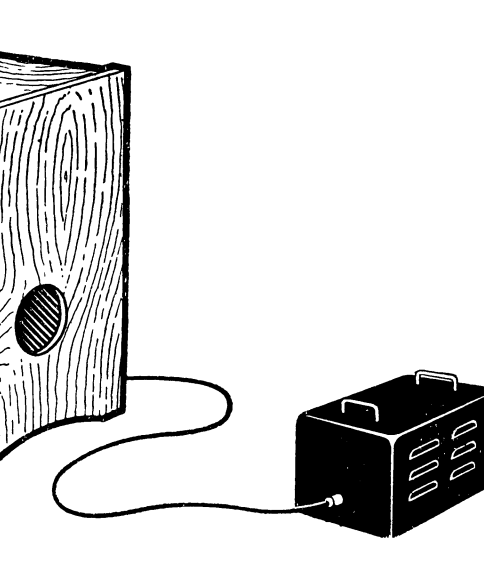


Рис. 9. Вариант внешнего оформления установки

ковой дорожке грампластинки. Каждая игла соприкасается со своим пьезокристалликом. Таким образом, стереофонический звукоусилитель имеет два выхода, тогда как у обычного звукоусилителя выход один. Поэтому усилитель для стереофонического звуковоспроизведения должен быть двухканальный, причем все параметры каждого канала должны быть одинаковыми.

Приобретите к своему проигрывателю стереофонический звукоусилитель и постройте простой усилитель низкой частоты — и можете воспроизводить стереофонические грампластинки.

Схему усилителя вы видите на рисунке 10. Он собран на двух комбинированных лампах типа 6Ж3П. В баллоне каждой лампы размещается триод и пентод. Усилитель состоит из двух каналов, и в каждом канале стоит одна лампа 6Ж3П. Выходная мощность каждого канала составляет 1,5 вт, чувствительность 200 мв (0,2 в), полоса пропускания частот от 60 до 12 000 гц.

Поскольку оба канала усилителя собраны по одинаковой схеме, рассмотрим работу одного из каналов, например верхнего (на лампе Л<sub>1</sub>). Входной сигнал поступает на регулятор громкости  $R_1$ , а с движка его подается через конденсатор  $C_1$  на управляющую сетку триода Л<sub>1</sub>. Резистор  $R_3$  является резистором утечки сетки. В катоде лампы Л<sub>1</sub> стоит резистор  $R_6$ , соединенный последовательно с потенциометром  $R_6$ . К другому крайнему выводу потенциометра подключен катодный резистор  $R_7$  второго канала. Движок потенциометра подпаян к шасси. Смещение на управляющих сетках ламп Л<sub>1</sub> и Л<sub>2</sub>, а значит, и усиление этих каскадов, будет определяться положением движка потенциометра  $R_6$ . При регулировке усилителя этим потенциометром устанавливается равенство усиленных каналов, то есть производится так называемая балансировка каналов. Резисторы автоматического смещения не зашунтированы конденсаторами, поэтому каскады охвачены отрицательной обратной связью, что позволяет получить хорошую частотную характеристику.

Нагрузкой лампы Л<sub>1</sub> является резистор  $R_8$ . С него сигнал подается через конденсатор  $C_5$  на лампу Л<sub>6</sub> выходного каскада. В цепи управляющей сетки выходного каскада стоит резистор утечки  $R_{12}$  и ограничивающий резистор  $R_{14}$ . Смещение на управляющей сетке определяется сопротивлением резистора  $R_{17}$ . Здесь обратной связи нет, так как резистор зашунтирован конденсатором  $C_{10}$ .

В аноде лампы включен выходной трансформатор  $Tr_1$ , его вторичная обмотка нагружена на два громкоговорителя. Первичная обмотка зашунтирована конденсатором, устраняющим возможное возбуждение усилителя на высоких частотах.

Первые каскады каждого канала питаются через отдельные фильтры ( $R_{10}$ ,  $C_3$  и  $R_{11}$ ,  $C_4$ ), экранированные сетки выходных ламп — через общий фильтр  $R_{16}$ ,  $C_7$ , а анодные цепи выходных каскадов подключены к фильтру выпрямителя  $Dr_1$ ,  $C_{12}$ .

Выпрямитель собран по двухполупериодной схеме. Электролитический конденсатор  $C_{13}$  является первым фильтрующим элементом выпрямителя. Переменное напряжение для выпрямителя снимается с обмотки II силового трансформатора. Обмотка III питает нить накала лампы Л<sub>1</sub>, а обмотка IV — нить накала лампы Л<sub>2</sub>. Обмотки накала изолированы от шасси, и параллельно каждой обмотке подключен потенциометр ( $R_{21}$  и  $R_{22}$ ), позволяющий при налаживании добиться минимального уровня фона в громкоговорителях. Этому способствует и небольшое постоянное напряжение, подаваемое на накальные цепи ламп через делитель  $R_{19}$ ,  $R_{20}$ .

В схеме усилителя отсутствует регулятор тембра, но при желании его нетрудно добавить. Взгляните на рисунок 11. Постоянные резисторы утечки сетки в выходных каскадах достаточно заменить переменными, включить между движками и анодами выходных ламп конденсаторы обратной связи ( $C_{15}$  и  $C_{16}$ ) — и регуляторы тембра по высоким частотам готовы.

Детали усилителя в основном покупные. Лампы, как вы уже знаете, типа 6Ж3П. Заменять их другими лампами нельзя, так как это потребует изменения схемы и подбора режима работы.

Постоянные резисторы возьмите типа ВС или МЛТ. Резистор  $R_{16}$  должен быть рассчитан на мощность 2 вт, резисторы  $R_{17}$  и  $R_{18}$  — на мощность 1 вт, остальные резисторы — на мощность 0,5 вт.

Как вы видите, на схеме движки потенциометров громкости и тембра соединены пунктирной линией. Это значит, что их оси должны быть сларены и вращаться одновременно. Иначе пропадет эффект стереофонии. Поэтому приобретите сдвоенные потенциометры типа СП сопротивлением 470 ком. В крайнем случае можно использовать обычные одинарные потенциометры типа СП, но при-

дети сделать несложное приспособление, показанное на рисунке 12. На металлической скобе укрепите два одинарных потенциометра на некотором расстоянии друг от друга. Между ними расположите ось, в качестве которой можно использовать, например, длинную ось от негодного потенциометра. На все оси наденьте шестерни и прикрепите скобу к шасси усилителя. Теперь при вращении выступающей наружу оси будут одновременно перемещаться движки обоих потенциометров.

Остальные потенциометры ( $R_6, R_{21}, R_{22}$ ) возьмите любого типа и укрепите их в удобном месте шасси. Электрорезистивные конденсаторы возьмите типа КЭ. Конденсаторы  $C_{12}, C_{13}$  должны быть рассчитаны на напряжение не ниже 400 в, конденсаторы  $C_3, C_4, C_7$  — на напряжение не ниже 250 в, конденсаторы  $C_{10}$  и  $C_{11}$  — на напряжение 15—20 в. Остальные конденсаторы — любого типа на рабочее напряжение не ниже 250 в.

В качестве выпрямителя  $B_1$  можно использовать селеновый столбик типа АВС-80-260. Такие выпрямители применяются в радиоприемниках. Можно также поставить полупроводниковые диоды Д7Ж — по два последовательно соединенных диода в каждом плече. Параллельно каждому диоду поставьте резистор сопротивлением 100 ком.

Выходные трансформаторы намотайте на сердечнике из пластин Ш-19, толщина набора 28 мм. Первичная обмотка должна содержать 2400 витков провода ПЭЛ 0,12—0,15, вторичная — 70 витков провода ПЭЛ 0,6—0,8. Сердечник каждого трансформатора соберите встык с зазором 0,1—0,15 мм.

Дроссель фильтра можно использовать готовый любого типа, рассчитанный на работу при токе 80—100 ма без нагрева. Самодельный дроссель намотайте на сердечнике из железа Ш-16, набор 20 мм. Его обмотка должна содержать 3000 витков провода ПЭЛ 0,2.

Силовой трансформатор намотайте на сердечнике из пластин Ш-24 при толщине набора 30 мм. Обмотка Ia должна содержать 690 витков провода ПЭЛ 0,27, обмотка Ib — 520 витков провода ПЭЛ 0,23, обмотка II — 1350 витков провода ПЭЛ 0,15, а обмотки III и IV — по 39 витков провода ПЭЛ 0,8. Пластины сердечника трансформатора соберите вперекрестку.

Громкоговорители возьмите типа 1ГД-9, 1ГД-18, 1ГД-28. Громкоговорители каждого канала укрепите в половине футляра, показанного на рисунке 13. Для подключения громкоговорителей к усилителю сделайте движимый шнур длиной 2—3 м. При переносе половинки футляра соедините замком или защелкой вместе, а провода оставьте внутри футляра.

При соединении громкоговорителей каждого канала между собой не забывайте о фазировке. Плюсовой вывод одного громкоговорителя подключайте только к плюсовому выводу другого громкоговорителя.

Остальные детали усилителя разместите в металлическом (или в крайнем случае в деревянном) футляре, удобном для переноски (рис. 14). Регулировочные ручки усилителя, гнезда, предохранитель и выключатель питания укрепите в неглубоком отсеке, который будет закрываться крышкой при переносе усилителя. В этом же отсеке следует разместить и шнур питания. На боковых стенках футляра просверлите отверстия для охлаждения деталей усилителя.

Стерефонический усилитель можно собрать и по-другому. На рисунке 15 показано оформление усилителя. Громкоговорители в этом случае размещены в небольших деревянных футлярах, закрытых со всех сторон. Треугольная форма футляров позволяет укреплять их в углах комнаты (на одной стене).

Налаживание усилителя сводится в основном к проверке режимов работы ламп. Для этого понадобится вольтметр с большим входным сопротивлением (не менее 1 мгом). Режимы должны быть такие. Лампа Л1а: катод — 1,2 в, анод — 80 в; лампа Л1б и Л2б: катод 10 в, анод — 240 в, экранная сетка — 150 в. Измеренные напряжения не должны отличаться от указанных более, чем на 10%. В противном случае тщательно проверьте монтаж каскада, в котором обнаружено несоответствие, и качество деталей.

Затем подключите к усилителю проигрыватель и прослушайте стерефоническую грампластинку. Попробуйте поменять местами выходы одного из акустических агрегатов. Подберите такое включение, при котором звучание обоих каналов будет громкое и чистое. Одинаковой громкости звучания громкоговорителей каждого канала можно добиться вращением движка потенциометра  $R_6$ . На этом настройку усилителя закончите.

**Что нужно помнить при выборе усилителя**  
Каждая звуковоспроизводящая установка обладает вполне определенной выходной мощностью. Как правило, мощность определяется назначением установки и возможным объемом помещения, в котором она будет работать. Что касается назначения установки, здесь все ясно. Если это переносная конструкция, мощность обычно берется небольшой. Для стационарной установки берутся усилители с повышенной выходной мощностью.

А как связаны между собой мощность и объем помещения? Из курса физики вы знаете, что звуковые колебания передаются к нашему уху через воздух. Он, в свою

очередь, обладает сопротивлением. Чем больше расстояние между слушателем и источником колебаний, тем больше сопротивление воздуха. Чтобы звуковые колебания хорошо передавались слушателю, мощность источника колебаний должна выбираться с учетом сопротивления воздуха. То есть, выходная мощность усилителя должна быть выбрана в расчете на работу в помещении с заданным объемом. Подсчитать объем нетрудно — нужно помножить площадь комнаты (или зала) на высоту потолка.

Существуют различные графики и номограммы для определения требуемой мощности усилителя в зависимости от объема помещения. Мы приведем небольшую таблицу, по которой вы сможете ориентироваться при выборе схемы усилителя.

Объем помещения, куб. м	40	90	140	200	280	350	430	500	700	1000
Мощность усилителя, вт	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	5	7

Указанную в таблице мощность нужно увеличить, если помещение, где будет работать усилитель, заставлено мебелью, на стенах висят ковры, а во время работы звуковоспроизводящей установки — звуки с частотой, совпадающей с резонансной, будут подчеркиваться, звучать громче. Резонансная частота может оказывать и отрицательное воздействие — звучание мелодии может искажаться, хотя характеристика усилителя будет хорошей. Об этом тоже нужно помнить. Особенно это относится к помещениям с небольшим объемом, для которых резонансная частота лежит в области низших звуковых частот — 50—60 гц. Поэтому в таких помещениях наиболее отчетливо ощущается гулкость при воспроизведении звука.

С увеличением объема помещения его резонансная частота понижается и может выйти за пределы полосы пропускания многих радиолобительских усилителей.

Улучшить звучание усилительной установки в помещении можно с помощью различных поглотителей. В театрах и концертных залах применяют специальные звукопоглотители, которыми покрывают потолок и верхнюю часть стен. В домашних условиях звук поглощают коврами, различными мягкими вещами и мебелью. Степень поглощения звука зависит и... от слушателей — чем их больше, тем сильнее поглощение.

**О проектировании акустических агрегатов**  
По схеме усилителя всегда легко определить, какой громкоговоритель надо применить. Остается только найти или построить для этого громкоговорителя акустический агрегат. Для чего же нужен акустический агрегат? Конечно, достаточно подсоединить громкоговоритель к усилителю — и слушать музыку. Но это далеко не так.

Каждый громкоговоритель обладает своей резонансной частотой, которая зависит от габаритов громкоговорителя и обычно лежит в области низших частот — от 20 до 180 гц. Звучание открытого громкоговорителя будет сильно искажено. Происходит это от резкого увеличения громкости на резонансной частоте. Если же громкоговоритель поместить в закрытый ящик — он называется **фазоинвертором** — резонансный пик будет значительно ослаблен, а частотная характеристика всего звуковоспроизводящего устройства примет более равномерный вид.

Как правило, в фазоинверторе (рис. 16) есть небольшое прямоугольное отверстие, через которое осуществляется акустическая обратная связь между задней и передней стенками диффузора громкоговорителя. Размеры фазоинвертора и прямоугольного отверстия определяются радиусом диффузора громкоговорителя. Существуют различные формулы для определения размеров фазоинвертора, но в радиолобительской практике обычно пользуются номограммами, одна из которых приведена на рисунке 17. Здесь по горизонтальной оси отложены различные значения радиуса диффузора громкоговорителя, а по вертикальной — размер в сантиметрах. Три кривые на номограмме соответствуют каждой своей стороне фазоинвертора. По кривой «а» выбирайте высоту фазоинвертора, по кривой «б» — ширину, а по кривой «в» — глубину.

Определив размеры фазоинвертора, можно приступить к его изготовлению. Подойдут 10—15-миллиметровые доски, фанера, плиты из прессованной стружки. Сначала вырежьте заготовки для ящика (рис. 18) и склейте или сбейте их между собой с помощью деревянных брусков. Затем изготовьте переднюю и заднюю стенки. К передней стенке прикрепите громкоговоритель и привинтите стенку к ящику. Отверстие под громкоговоритель закройте радиотканью или другой неплотной тканью. Еще лучше закрыть тканью всю переднюю стенку — тогда фазоинвертор приобретет красивый внешний вид (рис. 19).

Определив размеры фазоинвертора, можно приступить к его изготовлению. Подойдут 10—15-миллиметровые доски, фанера, плиты из прессованной стружки. Сначала вырежьте заготовки для ящика (рис. 18) и склейте или сбейте их между собой с помощью деревянных брусков. Затем изготовьте переднюю и заднюю стенки. К передней стенке прикрепите громкоговоритель и привинтите стенку к ящику. Отверстие под громкоговоритель закройте радиотканью или другой неплотной тканью. Еще лучше закрыть тканью всю переднюю стенку — тогда фазоинвертор приобретет красивый внешний вид (рис. 19).

Определив размеры фазоинвертора, можно приступить к его изготовлению. Подойдут 10—15-миллиметровые доски, фанера, плиты из прессованной стружки. Сначала вырежьте заготовки для ящика (рис. 18) и склейте или сбейте их между собой с помощью деревянных брусков. Затем изготовьте переднюю и заднюю стенки. К передней стенке прикрепите громкоговоритель и привинтите стенку к ящику. Отверстие под громкоговоритель закройте радиотканью или другой неплотной тканью. Еще лучше закрыть тканью всю переднюю стенку — тогда фазоинвертор приобретет красивый внешний вид (рис. 19).

Определив размеры фазоинвертора, можно приступить к его изготовлению. Подойдут 10—15-миллиметровые доски, фанера, плиты из прессованной стружки. Сначала вырежьте заготовки для ящика (рис. 18) и склейте или сбейте их между собой с помощью деревянных брусков. Затем изготовьте переднюю и заднюю стенки. К передней стенке прикрепите громкоговоритель и привинтите стенку к ящику. Отверстие под громкоговоритель закройте радиотканью или другой неплотной тканью. Еще лучше закрыть тканью всю переднюю стенку — тогда фазоинвертор приобретет красивый внешний вид (рис. 19).

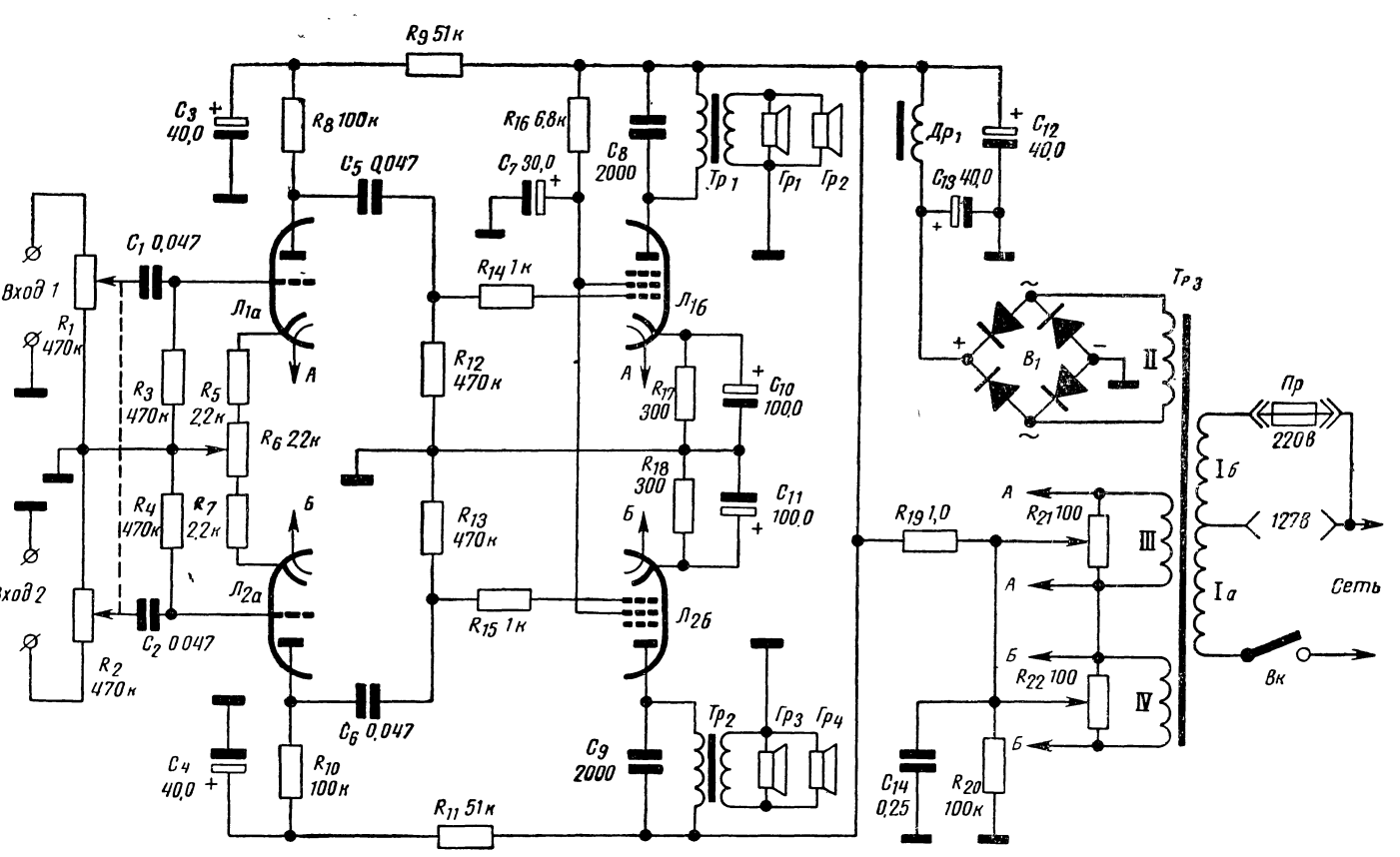


Рис. 10. Схема простого стерефонического усилителя

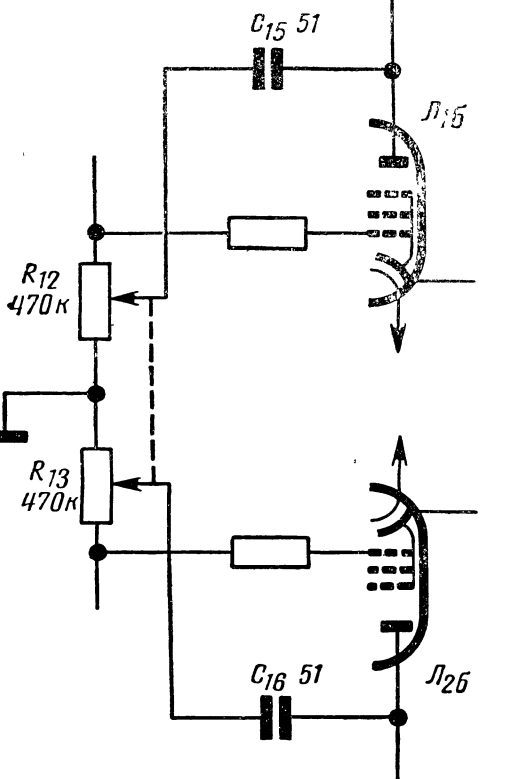


Рис. 11. Включение регулятора тембра

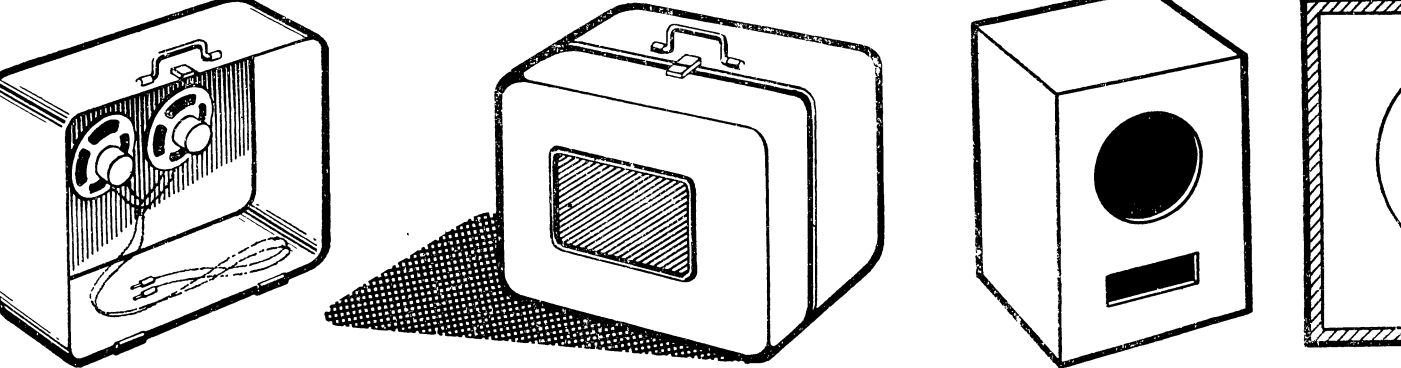


Рис. 12. Способ сдвигания потенциометров

Рис. 13. Крепление громкоговорителей

Рис. 16. Фазоинвертор

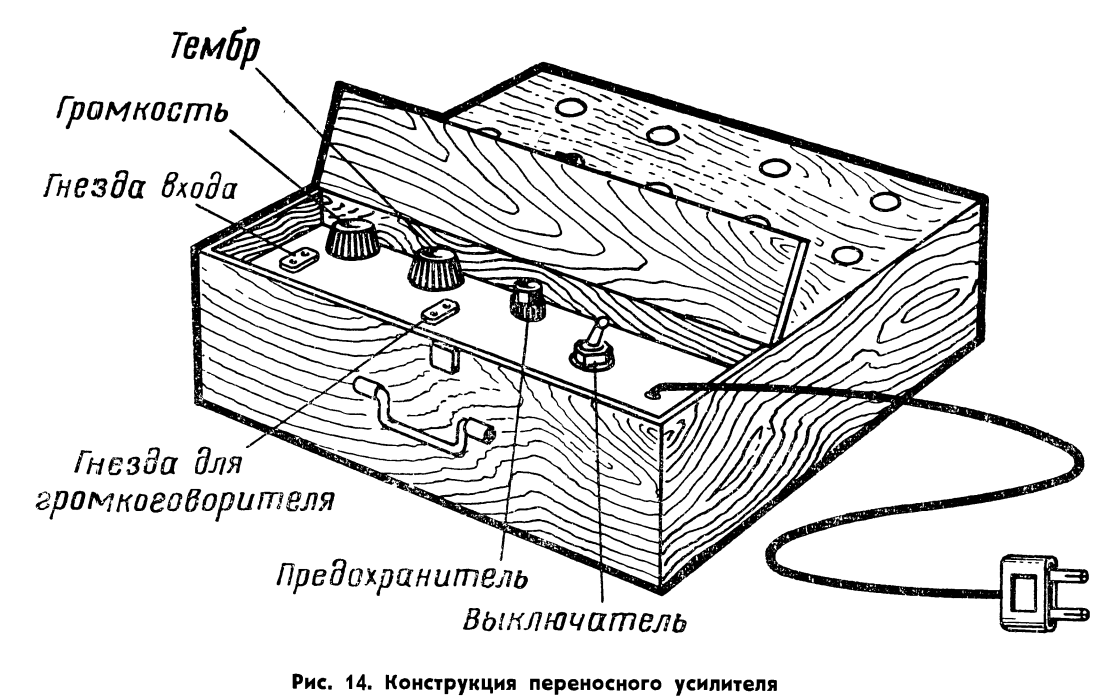


Рис. 14. Конструкция переносного усилителя

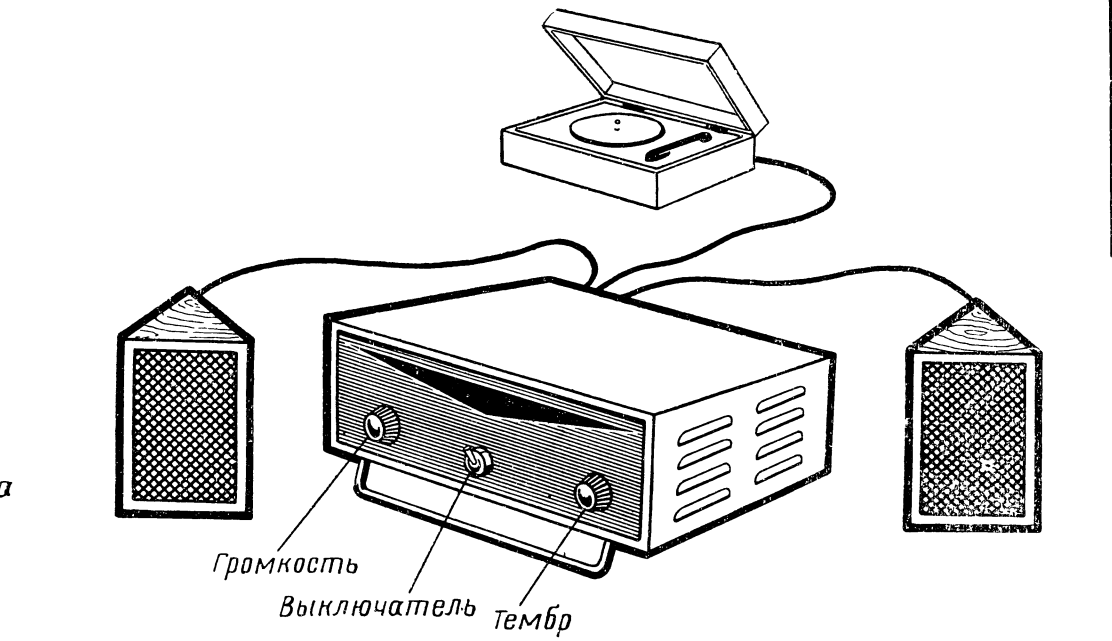


Рис. 15. Усилитель с выносными звуковыми колонками

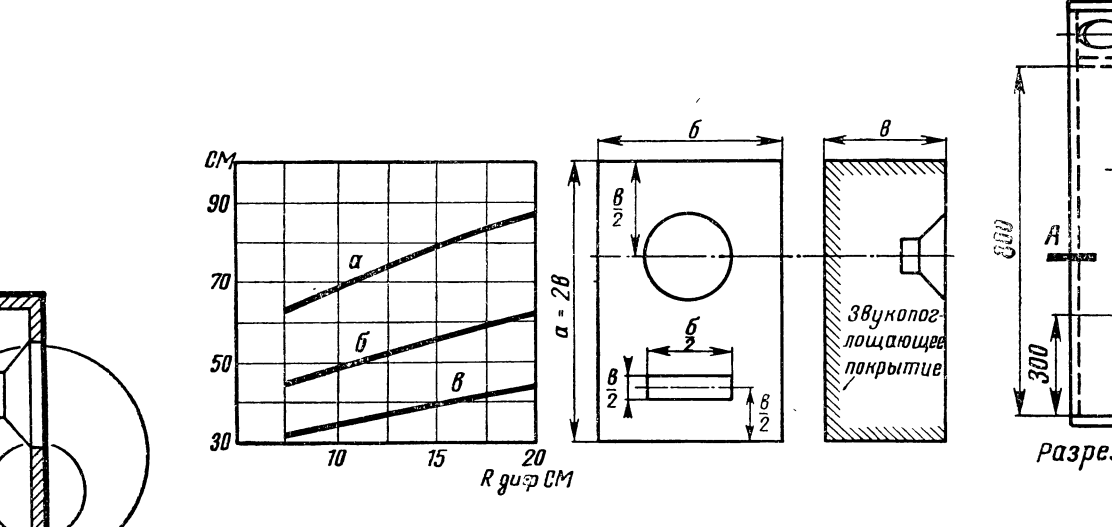


Рис. 17. Номограмма для расчета фазоинвертора

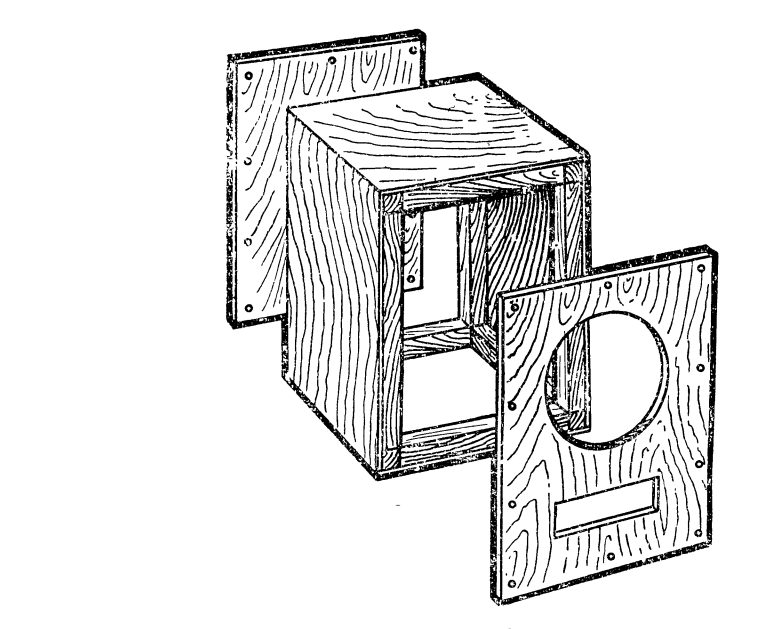


Рис. 18. Сборка фазоинвертора

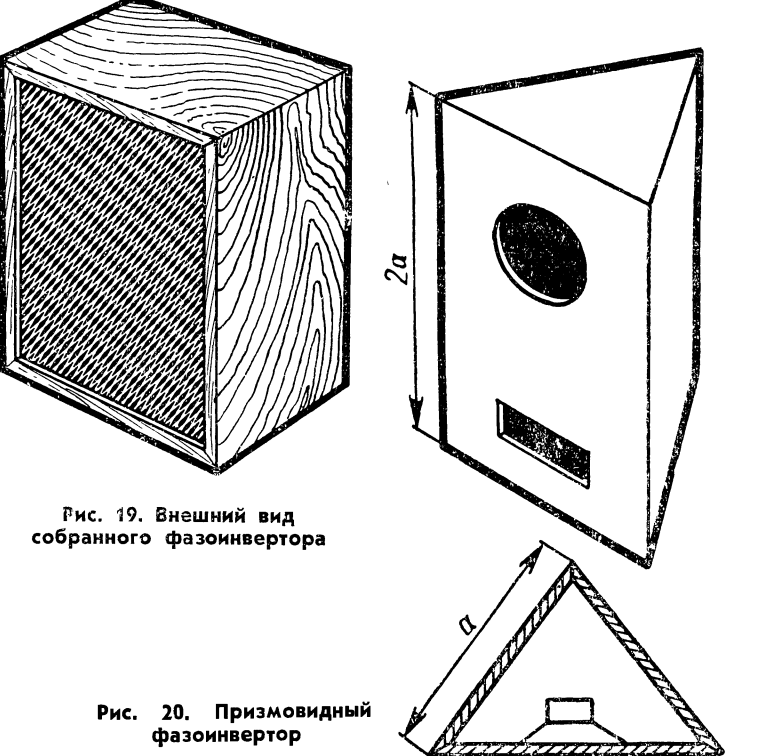


Рис. 19. Внешний вид собранного фазоинвертора

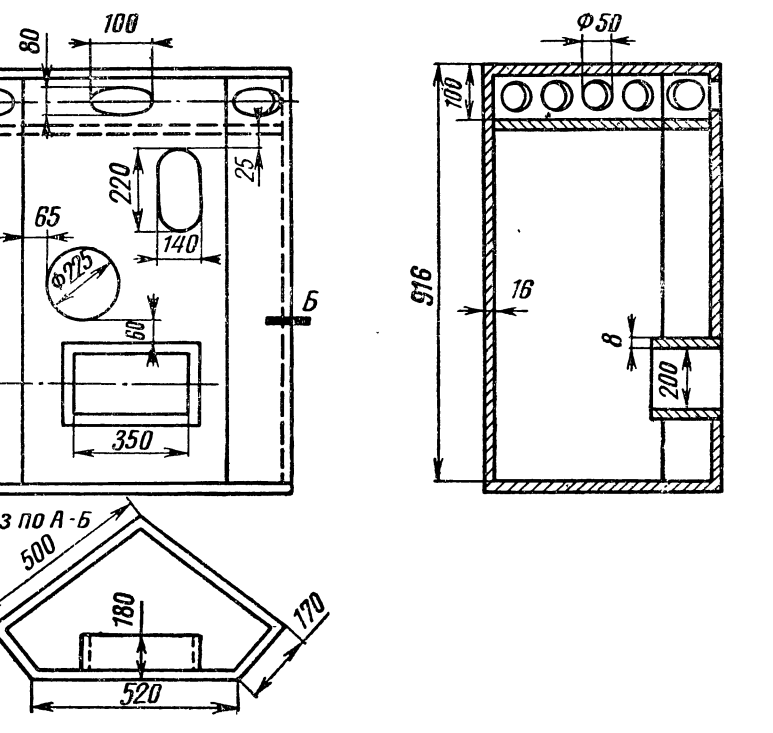


Рис. 21. Двухполюсный акустический агрегат

Внутренние стенки фазоинвертора желательно покрыть звукопоглощающим материалом: ватой, ватином, поролоном. После этого закройте заднюю стенку и плотно привинтите ее шурупами к ящику. Провода от громкоговорителя выведите через отверстие в задней стенке.

Наряду с прямоугольными фазоинверторами можно делать конструкции различной другой формы. Вот, к примеру, призмovidный фазоинвертор (рис. 20). Его можно рекомендовать для установки в углу комнаты. В этом случае стены угла будут образовывать своеобразный большой рупор, что значительно улучшит воспроизведение низких частот. В принципе можно установить в угол одну переднюю доску, в которой вырезано только отверстие под громкоговоритель. Нижнее отверстие между доской и стенками обязательно закройте, а верхнее оставьте открытым — оно будет выполнять роль отверстия фазоинвертора.

Сторону «а» призмovidного фазоинвертора подсчитайте по формуле  $a = 23,5 \sqrt[3]{R_{\text{диф}}}$ , где  $R_{\text{диф}}$  — радиус диффузора в сантиметрах, тогда размер «а» — тоже в сантиметрах. Если вы еще не умеете извлекать корень третьей степени, поступите просто. Возьмите число, значительно меньше  $R_{\text{диф}}$ , и умножьте его само на себя три раза. Продельвая это несколько раз, подберите такое число, которое после указанного умножения будет равно или очень близко к значению  $R_{\text{диф}}$ . Затем умножьте подобранное число на 23,5 — получите размер «а» в сантиметрах.

А вот еще одна конструкция акустического агрегата, предназначенного для усилителей с раздельным воспроизведением частот. Как вы знаете, такое разделение может быть в самой схеме усилителя, в анодной цепи выходной лампы, а также в цепи вторичной обмотки выходного трансформатора. Акустический агрегат, показанный на рисунке 21, пригоден для любого из этих случаев. Этот агрегат разработан радиолюбителями Ю. Хабаровым и Н. Хохловым и предназначен для установки в углу комнаты или небольшого зала.

Акустический агрегат представляет собой фазоинвертор, собранный из толстой (16 мм) фанеры или стружечных плит. Внутренние стенки ящика должны быть покрыты слоем звукопоглощающего материала: строительного войлока, стекловолокна, ватина.

На передней панели вырежьте два отверстия под громкоговорители: круглое для громкоговорителя 5ГД-10 и эллиптическое для громкоговорителя 5ГД-14. Ниже громкоговорителей вырежьте прямоугольное отверстие для акустической обратной связи и вставьте в него деревянный тубус, показанный на рисунке.

Вверху ящика сделайте отдельный отсек. В нем разместите высокочастотные громкоговорители типа 1ГД-9, 1ГД-18, 1ГД-28, с собственной частотой резонанса подвижной системы (она обычно указывается в паспорте на громкоговоритель или на упаковке) порядка 150—180 гц. Один громкоговоритель разместите на передней стенке, два других — на боковых. В задних стенках верхнего отсека насверлите отверстия диаметром 50 мм. Они нужны для лучшего воспроизведения высших частот.

Этот акустический агрегат рассчитан на работу от двухполосного усилителя с полосой пропускания от 40 до 12 000 гц. Мощность низкочастотного канала около 10 вт, высокочастотного — 5 вт.

Таковы некоторые конструкции фазоинверторов. Если вам понадобятся более подробные сведения по расчету и конструированию разнообразных акустических агрегатов, советуем познакомиться со следующей радиолюбительской литературой:

1. В помощь радиолюбителю. Выпуск 5, ДОСААФ, 1958 г.
2. А. Дольник, М. Эфрусси. Высококачественные акустические системы, ДОСААФ, 1960 г.
3. М. Эфрусси. Акустическое оформление громкоговорителей, Госэнергоиздат, 1962 г.
4. А. Дольник, М. Эфрусси. Как сделать радиоустановку с хорошим звучанием, ДОСААФ, 1965 г.
5. Журнал «Радио» № 7 за 1965 г., стр. 47.
6. Журнал «Радио» № 4 за 1967 г., стр. 62.



# ДЛЯ УМЕЛЫХ РУК



## Художник Д. Хитров

Редактор Л. Архарова  
 Художественный редактор Г. Крюкова  
 Технический редактор И. Колодная  
 Корректор Н. Пьянкова  
 Сдано в производство 1/IV - 70 г.  
 Подписано в печать 2/VI - 70 г.  
 Л70548. Тираж 114 485. Бумага 70 × 108<sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
 0,75 п. л. Усл. печ. л. 1. Уч.-изд. л. 1,7.  
 Изд. № 407. Заказ № 0101.

По оригиналам издательства  
 «МАЛЫШ»  
 Комитета по печати  
 при Совете Министров РСФСР.

●  
 Московская типография № 13  
 Главполиграфпрома Комитета по печати  
 при Совете Министров СССР.  
 Москва, ул. Баумана, Денисовский пер., д. 30.

