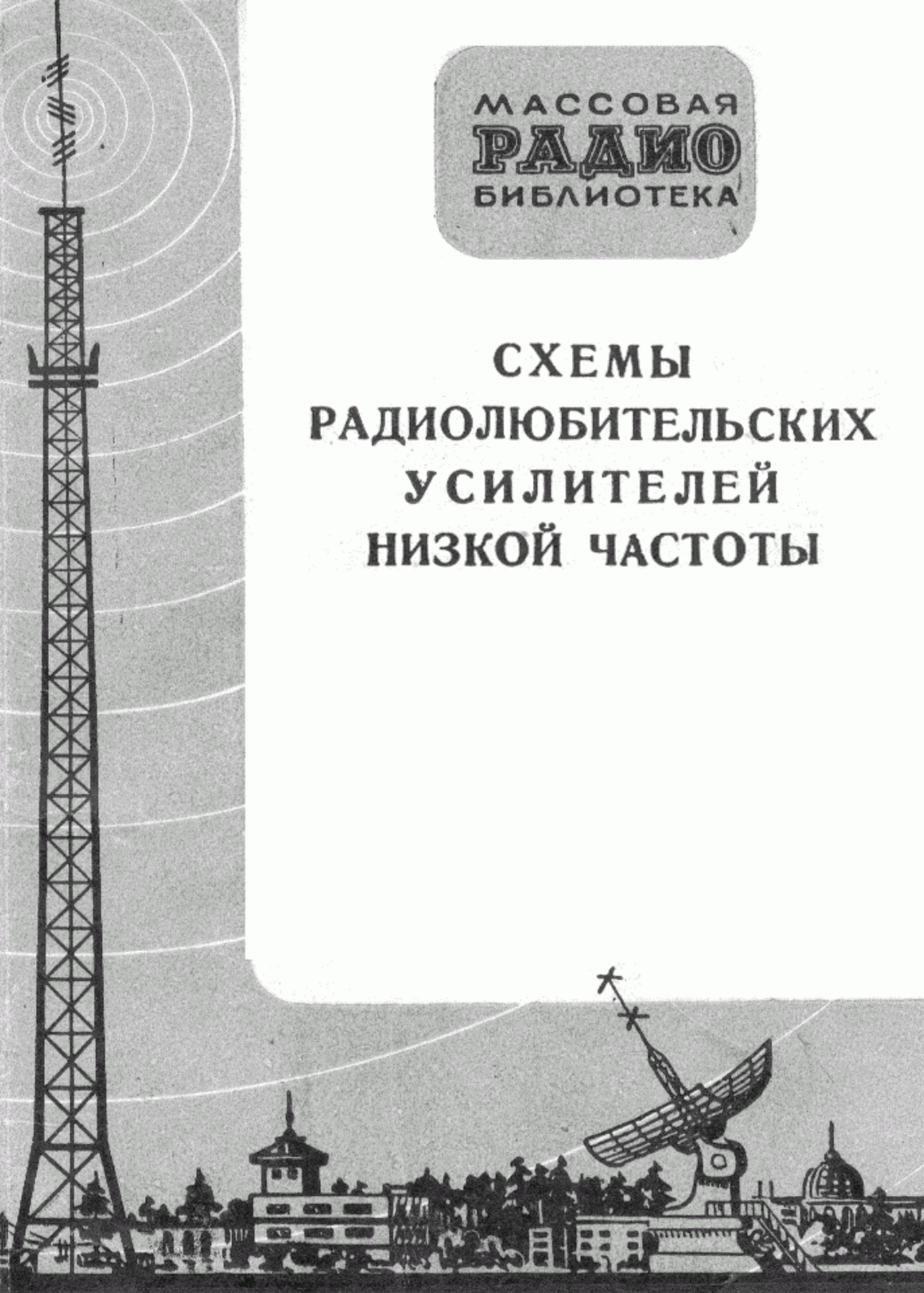


МАССОВАЯ  
**РАДИО**  
БИБЛИОТЕКА

**СХЕМЫ  
РАДИОЛЮБИТЕЛЬСКИХ  
УСИЛИТЕЛЕЙ  
НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ**



---

---

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Усилители низкой частоты вызывают у радиолюбителя не меньший интерес, чем, например, радиовещательные приемники или телевизоры. Их постройкой занимаются многие радиолюбители-конструкторы, в том числе и начинающие радиолюбители.

Необходимую для этого схему радиолюбитель обычно находит в журнале или книге. Но если конструкции любительских приемников и телевизоров довольно часто описывались и в журнале «Радио», и в радиотехнических книгах, то описания любительских усилителей низкой частоты можно найти главным образом только в отдельных номерах журнала «Радио», которые не всегда могут быть у радиолюбителя. Понятны поэтому пожелания и предложения читателей Массовой радиобиблиотеки об издании сборника со схемами и описаниями таких усилителей.

Учитывая это, редакция Массовой радиобиблиотеки Госэнергоиздата и выпускает настоящую брошюру. В ней помещены схемы и описания различных усилителей низкой частоты, построенных радиолюбителями и опубликованных в журнале «Радио» за период с 1948 по 1956 г.

При составлении данного сборника большое внимание было обращено на унификацию схем и описаний усилителей. Поэтому все опубликованные ранее схемы скопированы здесь заново. Каждая схема имеет наиболее простое построение и общепринятые в настоящее время условные начертания деталей. Заново составлены и описания усилителей. Они по возможности сокращены и построены по единому плану. В каждом описании сначала дается краткая характеристика усилителя, затем отмечаются особенности его схемы, приводятся общие соображения о конструкции, сообщаются не указанные на схеме данные основных дета-

лей и, наконец, даются необходимые сведения по налаживанию собранного усилителя.

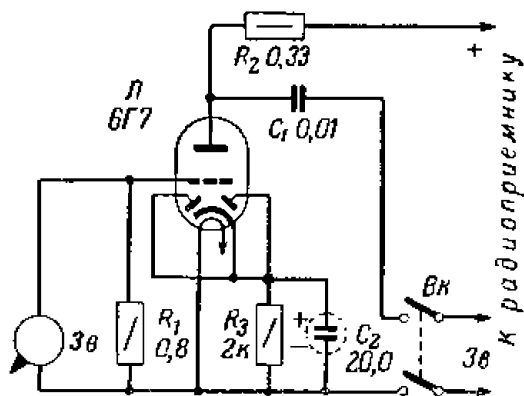
Для радиолюбителей, интересующихся более полным описанием конструкции того или иного помещенного здесь усилителя, в конце брошюры приводится указатель литературы.

Отзывы и замечания по этому сборнику просим направлять по адресу: Москва, Ж-114, Шлюзовая набережная, 10, редакция Массовой радиобиблиотеки.

*Редакция Массовой радиобиблиотеки*

## 1. УСИЛИТЕЛЬНАЯ ПРИСТАВКА ДЛЯ ЗВУКОСНИМАТЕЛЯ

Одноламповая усилительная приставка, принципиальная схема которой приведена на фиг. 1, служит дополнительным каскадом к радиоприемнику, не обеспечивающему достаточную громкость при воспроизведении граммофонных пластинок.



Фиг. 1. Принципиальная схема усилительной приставки для звукоснимателя.

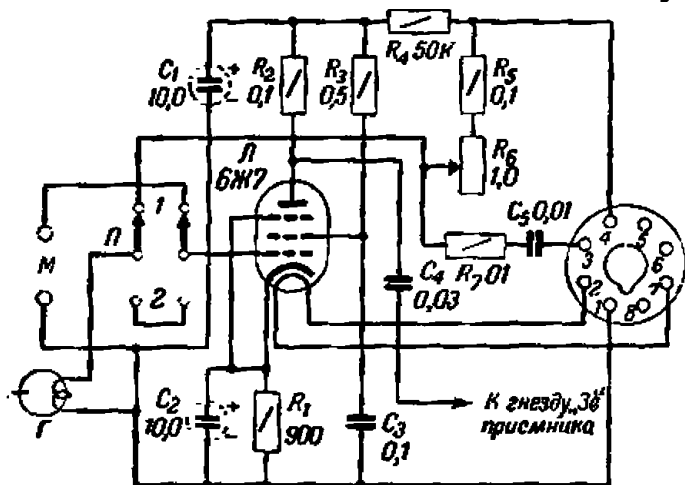
В приставке используется только триодная часть лампы 6Г7. Питание к ней подводится от соответствующих цепей радиоприемника. Двухполюсный выключатель *Вк* служит для включения и выключения приставки.

Детали приставки можно смонтировать на фанерной доске размерами 100 × 100 мм. Готовая приставка крепится в вертикальном положении к стенке ящика радиоприемника.

## 2. УСИЛИТЕЛЬНАЯ ПРИСТАВКА ДЛЯ МАГНИТНОЙ ЗАПИСИ

Простая одноламповая усилительная приставка, принципиальная схема которой дана на фиг. 2, позволяет при наличии лептопротяжного механизма и радиовещательного приемника производить запись на магнитофонную ленту от микрофона, звукоснимателя и приемника.

Приставка соединяется с приемником при помощи переходной колодки, представляющей собой цоколь от радиолампы со смонтированной на нем ламповой панелькой. Колодка вставляется в панельку лампы оконечного каскада приемника, а оконечная его лампа — в панельку колодки.



Фиг. 2. Принципиальная схема усилительной приставки для магнитной записи.

В этом случае через штырьки 2 и 7 переходной колодки поступает напряжение для накала лампы Л, а через штырьки 1 и 4 подается анодное напряжение от выпрямителя приемника.

При записи переключатель П ставится в положение 1. Тогда головка Г соединяется через корректирующую цепь  $R_7C_5$  с анодной цепью оконечной лампы приемника и на нее поступает напряжение звуковой частоты. Одновременно на головку через сопротивления  $R_5$  и  $R_6$  подается ток подмагничивания.

Если запись производится от микрофона (электродинамического), то последний включается в гнезда М, а анод лампы Л через конденсатор  $C_4$  соединяется с незаземленным гнездом для звукоснимателя в приемнике. При записи

радиопередач провод с конденсатором  $C_4$  выключается из гнезда приемника.

При воспроизведении записи переключатель  $\Pi$  переводится в положение 2, а провод с конденсатором  $C_4$  соединяется с приемником.

Для записи и воспроизведения используется универсальная высокоомная головка в экране (с обмоткой из провода ПЭЛ 0,1). Стирается запись при помощи постоянного магнита (от магнитоэлектрического измерительного прибора), установленного на панели лентопротяжного механизма.

Усилительную приставку для магнитной записи можно смонтировать на алюминиевой скобе и прикрепить ее к панели лентопротяжного механизма.

### 3. ПРОСТЕЙШИЙ УСИЛИТЕЛЬ ДЛЯ ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ ГРАММЗАПИСИ

Усилитель содержит всего лишь один каскад усиления низкой частоты с лампой 6П9 и питается от электросети переменного тока через выпрямитель с кенотроном 6Ц5С. Используемая в нем лампа с большой крутизной обеспечивает достаточно громкое и естественное воспроизведение граммофонной записи от пьезоэлектрического звукоснимателя. Выходная мощность такого усилителя составляет около 2 вт.

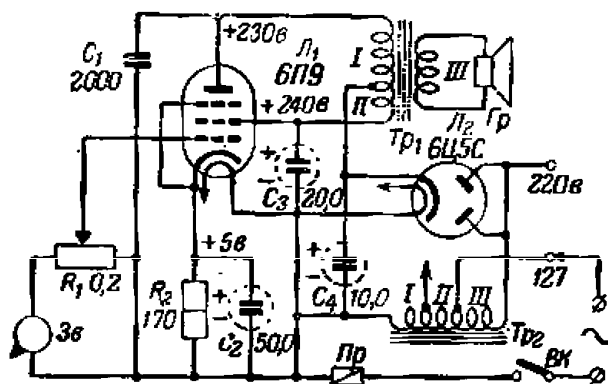
Схема. Принципиальная схема усилителя приведена на фиг. 3.

Напряжение низкой частоты от звукоснимателя  $Zв$  подается через переменное сопротивление  $R_1$  (регулятор громкости) на управляющую сетку лампы  $L_1$ . Усиленные этой лампой низкочастотные колебания поступают затем через трансформатор  $Tr_1$  к громкоговорителю  $Гр$ , который преобразует их в звуковые колебания.

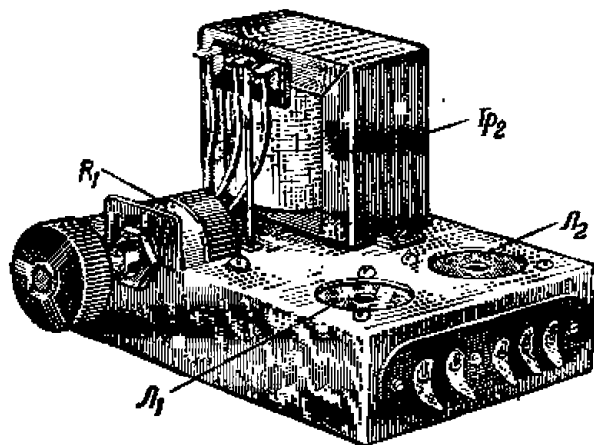
Необходимое для питания усилителя переменное напряжение от электросети (127 или 220 в) подводится через выключатель  $Вк$  и предохранитель  $\Pi р$  к автотрансформатору  $Tr_2$ , который понижает это напряжение (до 6,3 в) для накала ламп  $L_1$  и  $L_2$  и вместе с тем повышает его (при 127 в) для последующего выпрямления лампой  $L_2$ . Выпрямленное напряжение сглаживается фильтром, состоящим из компенсационной обмотки  $\Pi$  выходного трансформатора  $Tr_1$  и конденсаторов  $C_3$  и  $C_4$  и подается затем в анодную цепь и цепь экранной сетки усилительной лампы  $L_1$ . Использование компенсационной обмотки выходного трансформатора

вместо обычного дросселя упрощает устройство сглаживающего фильтра.

**Конструкция и детали.** Усилитель можно собрать на стальном или алюминиевом шасси (фиг. 4) размерами  $130 \times 90 \times 30$  мм.



Фиг. 3. Принципиальная схема простейшего усилителя для воспроизведения грамзаписи.



Фиг. 4. Вид смонтированного простейшего усилителя.

На верхней панели шасси располагаются ламповые панельки и силовой трансформатор, на боковых его стенках — регулятор громкости (с выключателем электросети) и панельки с предохранителем и контактными лепестками, а в подвале шасси — постоянное сопротивление и все конденсаторы.

Чтобы избежать возникновения фона переменного тока, провода, соединяющие звукосниматель с управляющей сеткой усилительной лампы, должны быть экранированы.



Смонтированное шасси устанавливают в общем ящике с громкоговорителем. Для обеспечения нормального звучания не следует применять ящики очень малых размеров.

В усилителе используется электродинамический громкоговоритель 2-ГДМ-3, сопротивление звуковой катушки которого равно 3 ом. Выходной трансформатор  $Tr_1$  для него собран на сердечнике из пластин Ш-20 при толщине пакета 20 мм. Обмотка I состоит из 4 000 витков провода ПЭЛ 0,12—0,15, обмотка II, намотанная в том же направлении, — из 400 витков того же провода и обмотка III — из 80 витков провода ПЭЛ 0,7—0,8.

При использовании в усилителе электродинамического громкоговорителя с подмагничиванием его обмотка возбуждения может служить дросселем фильтра. В этом случае компенсационная обмотка выходного трансформатора становится испушной. Сопротивление обмотки возбуждения при этом не должно превышать 500—800 ом.

Автотрансформатор  $Tr_2$  может быть взят готовый от приемников «Москвич» или АРЗ-49. Самодельный автотрансформатор можно собрать на сердечнике сечением 6 см<sup>2</sup>. Обмотка I (для накала лампы) должна состоять из 44 витков провода ПЭЛ 0,8—0,9, обмотка II — из 790 витков ПЭЛ 0,25—0,27 и обмотка III — из 700 витков ПЭЛ 0,2—0,22.

**Н а л а ж и в а н и е.** Налаживание усилителя сводится, в основном, к проверке режима работы усилительной лампы и подбору конденсатора  $C_1$ , емкость которого на принципиальной схеме указана приблизительной. Напряжения на электродах лампы (относительно шасси) указаны на схеме усилителя.

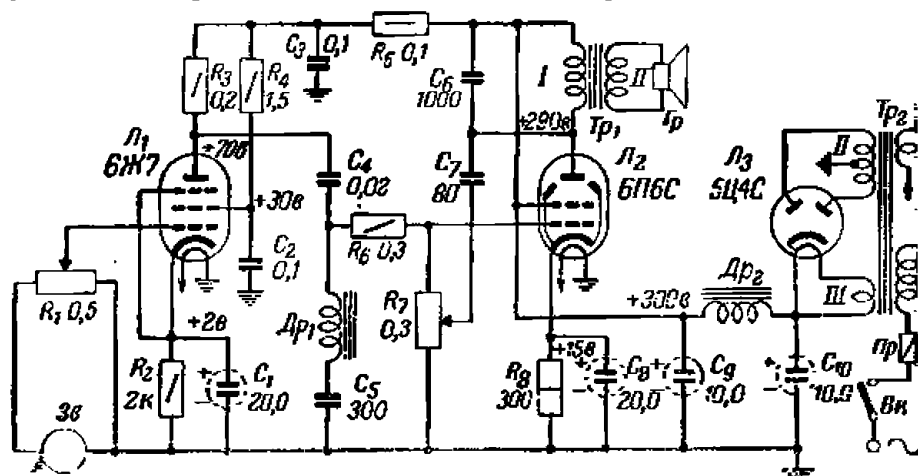
#### 4. УСИЛИТЕЛЬ ДЛЯ ПРОИГРЫВАТЕЛЯ

Усилитель предназначен для воспроизведения граммофонной записи через звукосниматель с проигрывателем. Он построен по обычной двухкаскадной схеме усиления низкой частоты с лампами 6Ж7 и 6П6С и питается от электросети переменного тока через выпрямитель с кенотроном 5Ц4С. В схеме усилителя применен специальный фильтр для ослабления шума граммофонной пластинки. Выходная мощность усилителя равна 3 вт.

**С х е м а.** Принципиальная схема усилителя приведена на фиг. 5. Напряжение звуковой частоты от звукоснимателя  $Zв$  подается на потенциометр  $R_1$ , который используется как регулятор громкости. С потенциометра часть этого напряжения или все оно поступает на управляющую сетку

первой усилительной лампы  $L_1$ . Сопротивление  $R_2$  с конденсатором  $C_1$  служит источником постоянного отрицательного смещения на управляющую сетку этой лампы, а сопротивление  $R_4$  с конденсатором  $C_2$  обеспечивает необходимый постоянный положительный потенциал на ее экранной сетке.

Усиленное лампой  $L_1$  напряжение звуковой частоты передается с нагрузочного сопротивления  $R_3$  через разделительный конденсатор  $C_4$  в цепь управляющей сетки второй (выходной) усилительной лампы  $L_2$ . Дроссель  $Dp_1$  с конде

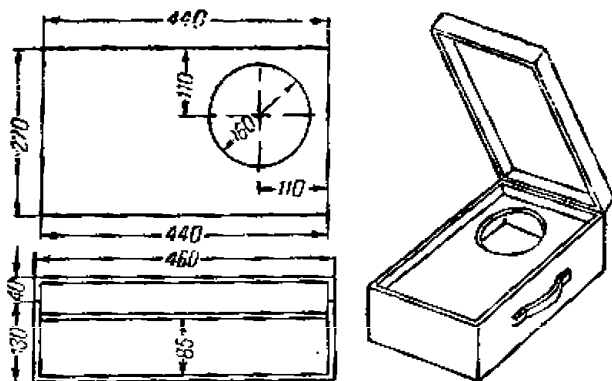


Фиг. 5. Принципиальная схема усилителя для проигрывателя.

сатором  $C_5$ , входящий в одну из ветвей этой цепи, образует фильтр, значительно ослабляющий частоты выше 5 000 гц. С таким фильтром воспроизведение граммофонных пластинок почти не сопровождается неприятным шипением. Сопротивления  $R_6$  и  $R_7$  составляют делитель, с которого на управляющую сетку оконечной лампы снимается нормально по величине напряжение звуковой частоты.

В выходном каскаде усилителя применена отрицательная обратная связь. Для этого часть усиленного оконечной лампой напряжения звуковой частоты с анода этой лампы подается в противофазе через конденсатор  $C_7$  на ее же управляющую сетку. Так как емкость конденсатора  $C_7$  не велика, то через него проходят главным образом верхние звуковые частоты. Переменное сопротивление  $R_7$  (регулятор тембра) позволяет изменять величину отрицательной обратной связи для этих частот. Сопротивление  $R_8$  с конденсатором  $C_8$  служит источником постоянного отрицательного смещения на управляющую сетку оконечной лампы.

Для питания анодных цепей усилителя служит двухполупериодный выпрямитель с кенотроном  $L_3$  и сглаживающим фильтром, состоящим из дросселя  $Dr_2$  и конденсаторов



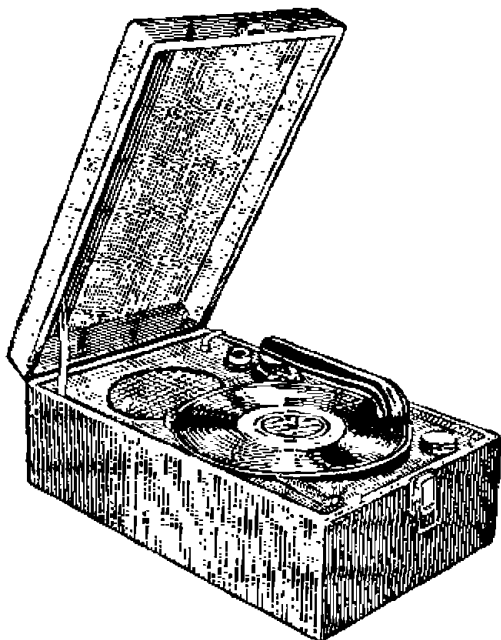
Фиг. 6. Чертеж ящика для проигрывателя.

$E_9$  и  $C_{10}$ . Сопротивление  $R_5$  и конденсатор  $C_3$  образуют развязывающее звено между анодными цепями усилительных ламп.

Конструкция и детали. Усилитель, проигрыватель (звукосниматель и электродвигатель) и громкоговоритель можно смонтировать вместе в небольшом деревянном ящике, изготовленном по чертежу фиг. 6. Общий вид такого устройства показан на фиг. 7.

Все детали располагаются на горизонтальной панели. Электродвигатель и громкоговоритель должны быть укреплены на мягких резиновых шайбах. Лампы устанавливаются в горизонтальном положении. Регуляторы громкости и тембра помещаются вблизи от основания звукоснимателя. Расположение деталей на панели показано на фиг. 8.

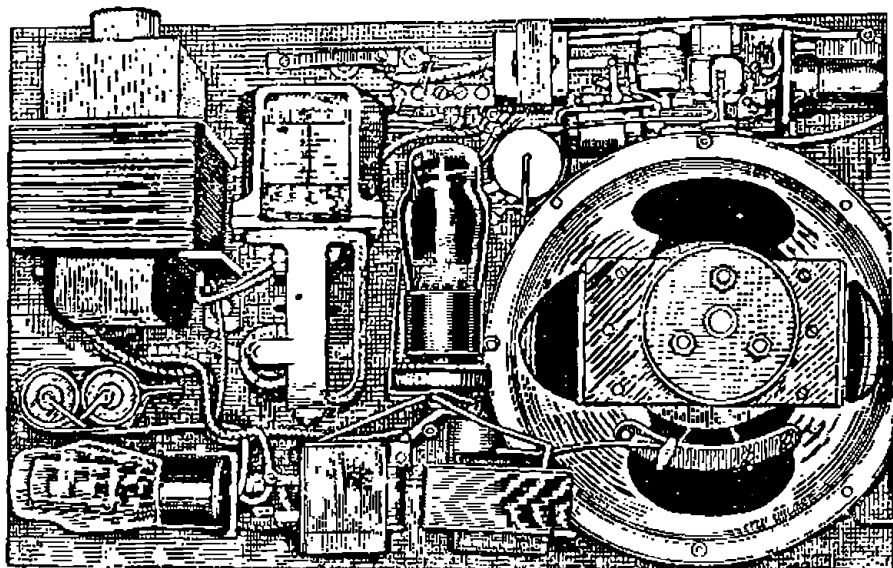
В данной конструкции установлены пьезоэлек-



Фиг. 7. Внешний вид собранного проигрывателя.

трический звукосниматель типа АПР и асинхронный электродвигатель типа АПМ-2. В случае применения электролитного звукоснимателя нужно уменьшить величину сопротивления  $R_6$  (или исключить это сопротивление из схемы и увеличить емкость (до 3 000—5 000  $\mu\text{f}$ ) конденсатора).

Для усилителя подойдет любой электродинамический громкоговоритель средней мощности (1,5—3  $\text{вт}$ ), например типа 1ГДМ-1,5 или 2ГДМ-3, с выходным трансформатором, рассчитанным под лампу 6П6С. Самодельный выходной трансформатор для громкоговорителя с сопротивлением



Фиг. 8. Расположение деталей на панели проигрывателя.

каковой катушки 3  $\text{ом}$  можно собрать на сердечнике из 11 стин Ш-20 при толщине пакета 25  $\text{мм}$ . Обмотка I должна состоять из 3 000 витков провода ПЭЛ 0,15—0,18, а обмотка II — из 87 витков ПЭЛ 0,7—0,8.

Дроссель  $Dp_1$  содержит 1 500 витков провода ПЭЛ 0, намотанных на сердечник из пластин Ш-12 при толщине пакета 12  $\text{мм}$ . Можно использовать и любой другой небольшой дроссель с обмоткой из 1 000—2 000 витков (индуктивностью 2—4  $\text{гн}$ ), но тогда емкость конденсатора  $C_5$  придется подобрать (от 100 до 1 000  $\mu\text{f}$ ) опытным путем, минимальному шуму грампластинки.

Силовой трансформатор  $Tr_2$  можно взять готовый 50—70  $\text{вт}$  от какого-либо радиовещательного приемника или собрать его на сердечнике сечением 12  $\text{см}^2$  с обмоткой

440 витков провода ПЭЛ 0,5 — 0,55 (для электросети *в*) или из 880 витков ПЭЛ 0,33 — 0,35 (для электросети *в*), обмоткой II — из  $2 \times 1\,400$  витков ПЭЛ 0,15 — 0,18, обмоткой III — из 21 витка ПЭЛ 1,0 — 1,1 и обмоткой IV — 26 витков ПЭЛ 0,8 — 0,9.

Дроссель  $Dr_2$  должен иметь индуктивность 10 — 20 *гн* и сопротивление постоянному току не более 1 000 *ом*. Его можно собрать на сердечнике сечением 3 — 5 *см*<sup>2</sup> с зазором — 0,3 *мм* и обмоткой из 3 000 — 5 000 витков провода Л 0,15 — 0,18. Вместо него может быть включена обмотка подмагничивания громкоговорителя.

**На л а ж и в а н и е.** Проверив в соответствии со схемой правильность всех соединений, усилитель включают в электросеть и проверяют режим его питания, измеряя для этого напряжения между электродами ламп и общим заземляющим проводом (шиной). Эти напряжения не должны сильно отличаться от указанных на схеме.

После этого включают проигрыватель и, поставив звукосниматель на замкнутую бороздку в конце пластинки, добиваются наименьшего шума путем более точного подбора емкости конденсатора  $C_5$ . Движок регулятора тембра  $R_7$  это время должен быть в нижнем (по схеме) положении.

Проигрывая затем пластинку, надо добиться наилучшего ее звучания. Возможно, что для этого придется изменить величину сопротивления  $R_6$  и емкость конденсатора  $C_6$ .

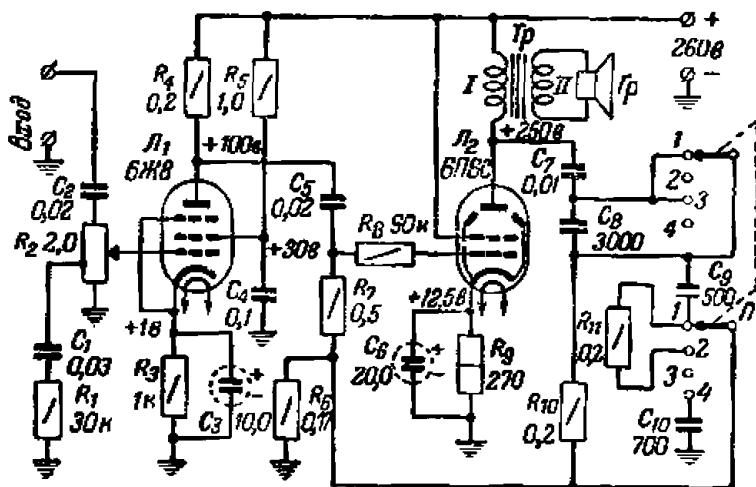
## ДВУХЛАМПОВЫЙ УСИЛИТЕЛЬ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ ДЛЯ РАДИОВЕЩАТЕЛЬНОГО ПРИЕМНИКА

Усилитель рекомендуется как составная часть несложного лампового приемника, но он может быть выполнен и как отдельное устройство для воспроизведения граммофонной записи или для других целей. Полоса его пропускания лежит в пределах 80—6 000 *гц* с неравномерностью усиления  $\pm 1$  *дб*, выходная мощность при коэффициенте гармоник 2,5% равна 2,5 *вт*, а входное напряжение, необходимое для получения такой мощности на выходе усилителя, составляет 170 *мв*. Этот усилитель содержит два каскада усиления с лампами 6Ж8 и 6П6С, имеет регуляторы громкости и тембра и рассчитан на питание от электросети переменного тока через обычный выпрямитель.

**С х е м а и д е т а л и.** Первый каскад усилителя с лампой  $L_1$  выполнен по обычной реостатной схеме (фиг. 9). На его входе имеется компенсирующий регулятор громкости

сти  $R_2$ . Цепь из конденсатора  $C_1$  и сопротивления  $R_1$ , делящая в эту часть схемы, вызывает подъем нижних частот благодаря чему обеспечивается естественность звучания в любом положении движка регулятора громкости.

Во втором выходном каскаде с лампой  $L_2$  применена отрицательная обратная связь, напряжение которой подается на управляющую сетку лампы из ее анодной цепи через ряд сопротивлений и конденсаторов. Входящий в этот участок схемы переключатель  $\Pi$  служит ступенчатым регулятором тембра. При положении 1 переключателя получае



Фиг. 9. Принципиальная схема двухлампового усилителя низкой частоты для радиовещательного приемника.

ослабление на верхних частотах (за счет шунтирования сопротивления  $R_{10}$  конденсатором  $C_9$ ). При положении 2 ослабление на верхних частотах становится меньше (последовательно с конденсатором  $C_9$  включается сопротивление  $R_{11}$ ) и, кроме того, повышается усиление на нижних частотах (из-за введения в схему конденсатора  $C_8$ ). При положении 3 выключаются все частотнозависимые детали обратной связи и усиление на всей полосе пропускания становится равномерным. При положении 4 усиление повышается и на верхних и на нижних частотах (из-за включения конденсаторов  $C_8$  и  $C_{10}$ ). Все эти изменения частотных характеристики усилителя получаются за счет ослабления или усиления действия отрицательной обратной связи разных частотах.

Выходной трансформатор  $Tr$  рассчитан на работу громкоговорителем, звуковая катушка которого имеет с

ротивлесис 3 — 4 ом. Его сердечник собран из пластин П-20 (окно  $10 \times 30$  мм) при толщине пакета 40 мм. Обмотка I состоит из 2900 витков провода ПЭЛ 0,15, а обмотка II — из 82 витков ПЭЛ 0,8.

## 6. ДВУХЛАМПОВЫЙ УСИЛИТЕЛЬ

Усилитель предназначен для воспроизведения граммофонной записи и усиления радиопередатчиков, принимаемых на ретекторный или ламповый приемники. Он содержит два каскада усиления с лампами 6Ж7 и 30П1С и выпрямитель кенотроном 30Ц1М. Особенностью этого усилителя является схема питания от электросети без силового трансформатора и дросселя фильтра, что заметно упрощает его устройство.

В усилителе применена отрицательная обратная связь, повышающая качество его работы. Он имеет регуляторы громкости и тембра. Его выходная мощность при анодном напряжении 100 — 110 в составляет около 1 вт.

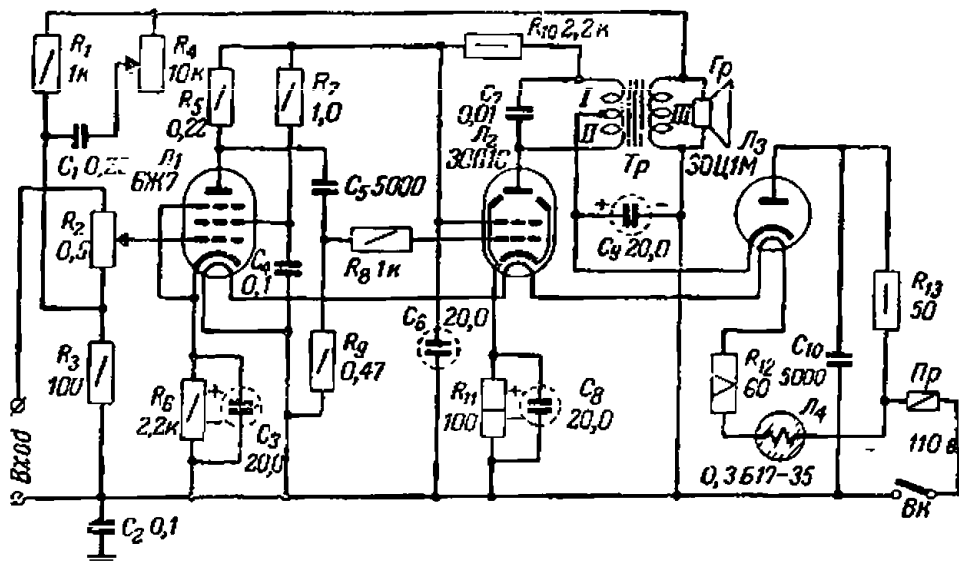
**Схема.** В предварительном каскаде усиления работает лампа  $L_1$ , в выходном каскаде лампа  $L_2$  и в выпрямителе кенотрон  $L_3$  (фиг. 10). Нити накала этих ламп соединены последовательно и включены через сопротивления  $R_{12}$  и стабилизатор тока  $L_4$  непосредственно в электросеть переменного или постоянного тока.

Напряжение звуковой частоты от звукоусилителя или другого источника подается на вход усилителя и поступает здесь на делитель, состоящий из высокоомного потенциометра  $R_2$  и низкоомного сопротивления  $R_3$ . С потенциометра  $R_2$ , который служит регулятором громкости, большая или меньшая часть этого напряжения попадает в цепь управляющей сетки первой усилительной лампы  $L_1$ , усиливается последней и через конденсатор  $C_5$  и сопротивление  $R_8$  передается в цепь управляющей сетки второй усилительной лампы  $L_2$ . Конденсатор  $C_5$  преграждает путь постоянному току из анодной цепи лампы  $L_1$  в сеточную цепь лампы  $L_2$ , а сопротивление  $R_8$  обеспечивает устойчивость работы усилителя. Усиленное еще раз лампой  $L_2$  напряжение звуковой частоты через выходной трансформатор  $Tr$  поступает на громкоговоритель  $Gr$ .

Сопротивление  $R_5$  является анодной нагрузкой первой усилительной лампы, сопротивление  $R_7$  понижает постоянное напряжение на экранную сетку этой лампы, а сопротивления  $R_8$  и  $R_{11}$  с конденсаторами  $C_3$  и  $C_8$  служат источни-

ками отрицательного смещения на управляющие сетки одних усилительных ламп.

С выхода усилителя (с обмотки III выходного трансформатора  $Tr$ ) на его вход (в цепь управляющей сетки лампы  $Л_1$ ) через цепь, состоящую из сопротивлений  $R_1$  и  $R_4$  и конденсатора  $C_1$ , подается напряжение отрицательной обратной связи, повышающей устойчивость работы усилителя уменьшающей в нем амплитудные и частотные искажения. Переменное сопротивление  $R_4$  в цепи отрицательной обратной связи служит регулятором тембра.



Фиг. 10. Принципиальная схема двухлампового усилителя.

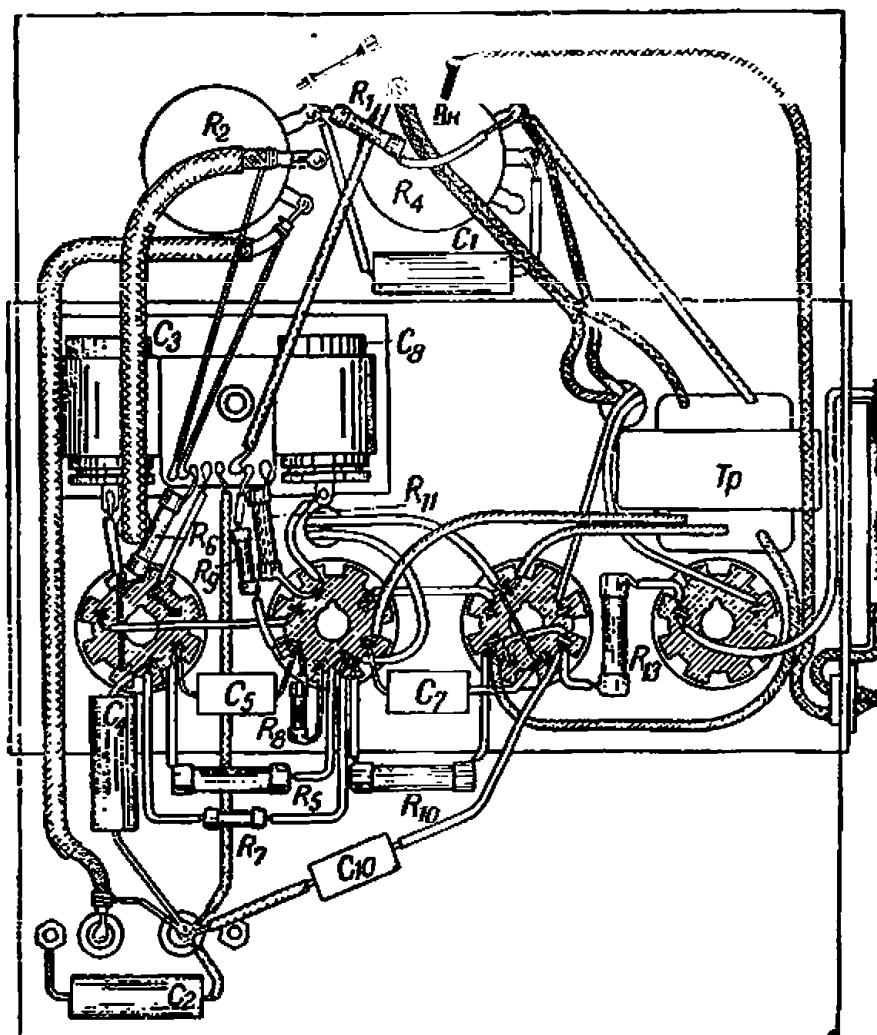
Выпрямитель для питания анодных цепей усилителя собран по однополупериодной схеме выпрямителя с кенотроном  $Л_3$ . Переменное или постоянное напряжение электросети подается через сопротивление  $R_{13}$  на кенотрон, который выпрямляет (переменное напряжение) или пропускает (постоянное напряжение) это напряжение. Выпрямленное или пропущенное кенотроном напряжение сглаживается фильтром, в который входят компенсационная обмотка II выходного трансформатора  $Tr$ , сопротивление  $R_{11}$  и конденсаторы  $C_6$  и  $C_9$ .

Конструкция и детали. Усилитель можно собрать на шасси, изготовленном из листа алюминия или мягкой стали по чертежу фиг. 11. На верхней панели шасси укрепляют ламповые панельки, электролитические конденсаторы  $C_6$  и  $C_9$ , а также добавочное сопротивление  $R_{12}$ .





Обмотка I состоит из 2250 витков провода ПЭЛ 0,13 мотка II (продолжение обмотки I) — из 250 витков того же провода, а обмотка III — из 100 витков провода ПЭЛ (для громкоговорителя с сопротивлением звуковой катушки 3 ом).



Фиг. 12. Расположение деталей и монтаж двухлампового усилителя (сопротивление звуковой катушки 3 ом). При намотке трансформатора через каждые 200-250 витков прокладывают слой тонкой парафинированной бумаги. Обмотка III изолируется от обмотки I двумя слоями изоляционного полотна или плотной парафинированной бумаги. Каркас с обмотками рекомендуется пропитать парафином.

Кенотрон  $L_3$  в выпрямителе можно заменить селеновым

толбиком, состоящим из 10—12 шайб диаметром 35 мм. В этом случае необходимо увеличить сопротивление  $R_{12}$  до 280 ом или, исключив это сопротивление из схемы, поставить вместо стабилизатора тока 0,3Б17-35 стабилизатор типа 0,3Б65-135. Можно также обойтись и без стабилизатора тока, увеличив сопротивление  $R_{12}$  до 180 ом.

**Н а л а ж и в а н и е.** Готовый усилитель подключается к электросети и испытывается на работу от звукоснимателя и детекторного приемника. При питании усилителя от электросети 220 в нужно последовательно с предохранителем *Пр* включить дополнительное сопротивление в 240—260 ом, рассчитанное на ток 350 ма. В случае питания усилителя от сети постоянного тока провод с отрицательным полюсом должен быть присоединен к зажиму, соединенному через выключатель *Вк* с общей шиной усилителя. Если в работающем усилителе возникает самовозбуждение, то надо поменять местами выводы обмотки *III* выходного трансформатора *Тр*.

Звукосниматель включается на вход усилителя. Провода от него должны быть экранированными. Экранирующая оболочка, соединенная с одним из проводов звукоснимателя, подключается к зажиму, соединенному с общей шиной. При воспроизведении граммофонной записи надо опытным путем подобрать емкость конденсатора  $C_7$  такой, при которой получается наиболее естественное звучание.

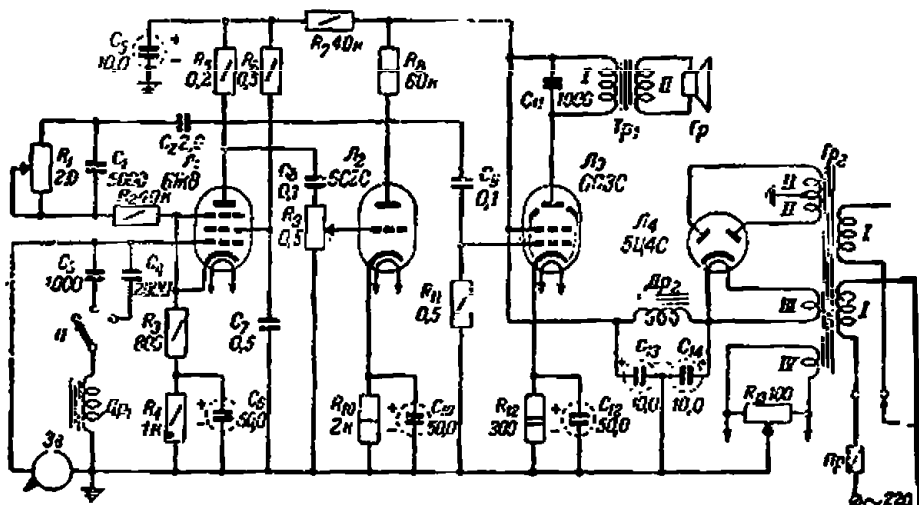
Для работы усилителя от детекторного приемника телефонные гнезда последнего нужно соединить короткими проводами с входными гнездами усилителя. При этом во избежание заземления электросети необходимо отсоединить от детекторного приемника заземляющий провод. Между телефонными гнездами приемника следует включить сопротивление порядка 10—30 ком (величина его подбирается опытным путем, по наиболее естественному звучанию громкоговорителя). Если при включении детекторного приемника в громкоговорителе возникнет сильный фон, надо поменять местами провода, соединяющие приемник с входными зажимами усилителя.

## 7. УСИЛИТЕЛЬ ДЛЯ ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ ГРАММЗАПИСИ

Усилитель предназначен для воспроизведения граммофонной записи от проигрывателя с обычным электромагнитным звукоснимателем. Он имеет три каскада усиления

низкой частоты с лампами 6Ж8, 6С2С и 6П3С, питает от электросети переменного тока через выпрямитель с катодом 5Ц4С. Повышенное усиление в области низших звуковых частот компенсирует их завал на граммофонной пластинке. Кроме того, усилитель не пропускает частоты выше 4 000 — 6 000 гц, ослабляя этим шумы от граммофонной иглы. Выходная мощность этого усилителя составляет 3 при коэффициенте нелинейных искажений меньше 3%.

Схема. Принципиальная схема усилителя представлена на фиг. 13. Первые два каскада с лампами  $L_1$  и



Фиг. 13. Принципиальная схема усилителя для воспроизведения грамзаписи.

обеспечивают предварительное усиление напряжения звукоснимателя  $Zв$ . Переключатель  $\Pi$  на входе первого каскада позволяет включить резонансный контур, состоящий из дросселя  $Dr_1$  и конденсатора  $C_3$  или  $C_4$ . Этот контур создает крутой спад характеристики на частотах выше 4 000 или 6 000 гц. Подъем низших звуковых частот осуществляется узлом из  $R_1$ ,  $C_1$ ,  $R_2$ , включенным в цепь отрицательной обратной связи между лампами  $L_2$  и  $L_1$ . Степень подъема этих частот регулируется переменным сопротивлением  $R_b$  на входе второго каскада.

Третий, выходной, каскад усилителя с лампой  $L_3$  собран по обычной схеме.

Выпрямитель для питания анодных цепей ламп уси-  
ля собран по двухполупериодной схеме выпрямления с  
рентроном  $L_4$ . Сглаживающий фильтр выпрямителя состоит  
в дросселя  $Dr_2$  и электролитических конденсаторов  $C_{13}$

$C_{14}$ . Питание на первый каскад усилителя подается через  
дополнительный, развязывающий фильтр из сопротивления  
 $r$  и конденсатора  $C_5$ . Для уменьшения фона переменного  
тока в цепь накала ламп усилителя введена искусственная  
средняя точка с переменным сопротивлением  $R_{13}$ . Движок  
этого сопротивления устанавливается при регулировке усили-  
теля на минимальный уровень фона.

Конструкция и детали. Усилитель можно со-  
брать в ящике или чемодане, разместив его детали на сталь-  
ном или алюминиевом шасси. При монтаже усилителя сле-  
дует применять необходимые меры против возможных вред-  
ных связей между его каскадами, располагая для этого  
соответствующим образом его детали и провода, а в необ-  
ходимых случаях и экранируя их (особенно детали и про-  
вода первого каскада).

Дроссель  $Dr_1$  должен обладать высокой добротностью,  
поэтому его сердечник собирается из пермаллоевых пластин  
Ш-12 при толщине пакета 8 мм. Его обмотка состоит из 440  
витков провода ПЭЛ 0,3. Для уменьшения междувитковой  
емкости обмотка дросселя разделена на четыре секции по  
110 витков в каждой. Индуктивность этого дросселя около  
0,3 гн.

Сердечник для дросселя  $Dr_1$  можно собрать и из стан-  
дартных пластин трансформаторной стали, например из  
пластин Ш-17 при толщине пакета 10 мм. В этом случае  
обмотка дросселя должна состоять из 520 витков провода  
ПЭЛ 0,3. Однако при таком сердечнике характеристика уси-  
лителя в области высших звуковых частот будет иметь бо-  
лее пологий спад.

Выходной трансформатор  $Tr_1$  должен рассчитываться  
в соответствии с лампой  $L_3$  и громкоговорителем  $Gr$ .

Силовой трансформатор  $Tr_2$  имеет сердечник из пластин  
Ш-25 при толщине пакета 40 мм. Обмотка I состоит из  
 $2 \times 550$  витков провода ПЭЛ 0,25, обмотка II — из  $1500 +$   
 $+ 1500$  витков провода ПЭЛ 0,17, обмотка III — из 27 и  
обмотка IV — из 33 витков провода ПЭЛ 1,0.

Дроссель  $Dr_2$  может быть собран на сердечнике из пла-  
стин Ш-20 при толщине пакета 30 мм с обмоткой из 6000  
витков провода ПЭЛ 0,17. Вместо него можно использовать  
обмотку подмагничивания громкоговорителя.

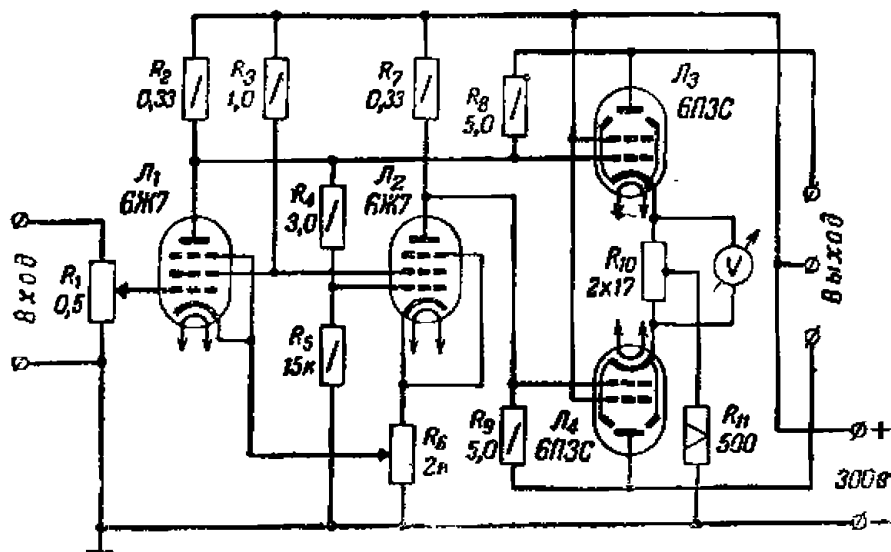
## 8. УСИЛИТЕЛЬ БЕЗ КОНДЕНСАТОРОВ

Непосредственная (без разделительных конденсаторов) связь между отдельными каскадами усилителя позвол при сравнительно простой схеме получить высококачественное усиление токов самой различной формы. Собранный такой схеме двухкаскадный или трехкаскадный усилит может быть применен для усиления принятых радиопдач, граммпзаписи, сигналов связи, телемеханических сиглов, термотоков, фототоков, биотоков и т. п.

Четырехламповый (две 6Ж7 и две 6П3С) усилите схема которого приведена на фиг. 14, отдает до 8 *вт* полной мощности при напряжении на входе 0,05 *в*. Коэффциент его усиления при сопротивлении нагрузки 10 *ком* *!* стигает 8000. Зависимость тока на выходе от напряжен на входе составляет 1,2 *ма* на 1 *мв*.

Схема. Усилитель состоит из предварительного кака усиления с лампой  $L_1$ , фазоинвертора с лампой  $L_2$ , выходного двухтактного каскада усиления с лампами и  $L_4$ .

Напряжение, которое нужно усилить, подается на управляющую сетку лампы  $L_1$  с потенциометра  $R_1$ , включенно на входе усилителя. Из анодной цепи этой лампы усиленое ею напряжение попадает непосредственно на управляющую сетку выходной лампы  $L_3$ , работающей в одном пле двухтактной схемы, а часть его с делителя  $R_4R_5$  подводит к управляющей сетке фазоинверсной лампы  $L_2$ , усиливае



Фиг. 14. Принципиальная схема усилителя без конденсаторов.

ею до необходимого значения и подается в обратной фазе на управляющую сетку выходной лампы  $L_4$ , работающей в другом плече двухтактной схемы. Сопротивления  $R_8$ ,  $R_9$ , соединяющие аноды выходных ламп с их управляющими сетками, образуют цепи отрицательной обратной связи, повышающей устойчивость работы усилителя.

Небольшое положительное смещение (0,2 — 0,3 в) из подлой цепи лампы  $L_1$  на управляющую сетку лампы  $L_2$  компенсируется дополнительным отрицательным смещением части потенциометра  $R_5$  между его движком и концом, соединенным с катодом лампы, а положительные смещения в анодных цепях ламп  $L_1$  и  $L_2$  на управляющие сетки выходных ламп нейтрализуются повышенным для этого отрицательным смещением с катодного сопротивления  $R_{11}$ .

К выходу усилителя, рассчитанному под симметричную нагрузку в 10 ком, можно подключать измерительные или регистрирующие приборы (осциллографы, ондуляторы), резонансные селекторы, реле и двухтактные трансформаторы.

**Детали и монтаж.** В отличие от обычных релактатно-емкостных схем величины постоянных сопротивлений и токи в отдельных цепях этого усилителя должны быть строго рассчитаны и сбалансированы. Поэтому лампы для усилителя надо подбирать с полноценной эмиссией, а все сопротивления брать хорошего качества и с большим запасом по мощности. Отклонение величин сопротивлений от указанных на схеме не должно превосходить  $\pm 10\%$ .

При сборке усилителя детали надо располагать так, чтобы соединительные провода были как можно короче.

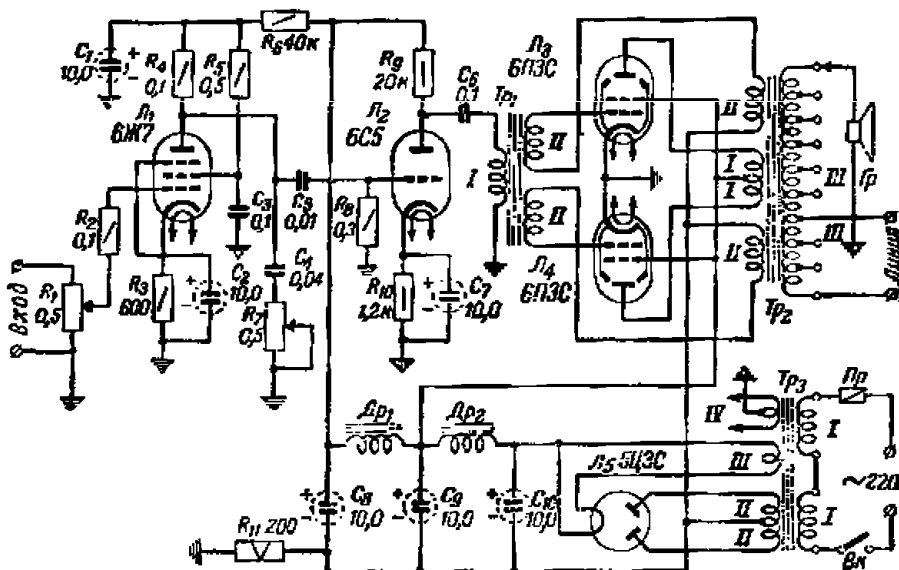
**Налаживание и регулировка.** Налаживание усилителя сводится к проверке режима питания всех ламп и уравниванию тока в плечах выходного каскада при помощи потенциометра  $R_5$ . Контроль симметрии схемы производится указателем баланса, включенным между катодами выходных ламп. Таким указателем может служить любой низкоомный вольтметр. При полной симметрии напряжение между катодами равно нулю. Общий ток сбалансированного усилителя должен равняться 140 — 150 ма. Он подбирается изменением величины сопротивления  $R_3$ .

## 9. ДВАДЦАТИПЯТИВАТТНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ

Усилитель рассчитан на максимальную выходную мощность в 25 вт при коэффициенте гармоник не более 2%. Эту мощность он отдает при работе от электромагнитного звуко-

спимателя обычного типа. Его частотная характеристика практически прямолинейна в пределах от 50 до 8000 Гц. Нагрузкой усилителя могут быть электродинамические громкоговорители и трансляционная линия. Питается усилитель от сети переменного тока 110 или 220 в.

Схема. Усилитель содержит три каскада усиления низкой частоты (фиг. 15). Первый его каскад с лампой типа 6Ж7 выполнен по обычной реостатной схеме. Потенциометр  $R_1$  на входе этого каскада служит регулятор



Фиг. 15. Принципиальная схема двадцатипятиваттного усилителя.

громкости. Сопротивление  $R_2$  включено в сточную цепь лампы  $L_1$  с целью предотвращения возможного возбуждения каскада. Регулировка тембра осуществляется в анодной цепи лампы при помощи переменного сопротивления  $R_7$ .

Второй каскад усилителя с лампой  $L_2$  типа 6С5 собран по реостатно-трансформаторной схеме (с сопротивлением  $R_9$  и трансформатором  $Tr_1$  в анодной цепи лампы).

В третьем выходном двухтактном каскаде работают лампы  $L_3$  и  $L_4$  типа 6П3С. В нем применена отрицательная обратная связь, напряжение которой с симметричной дополнительной обмотки II выходного трансформатора  $Tr_2$  подается в сеточные цепи оконечных ламп  $L_3$  и  $L_4$ . Секционированная обмотка III выходного трансформатора позволяет подключать к выходу усилителя различные электродинамические громкоговорители и трансляционную линию.



Выпрямитель с кенотроном  $L_5$  типа 5Ц3С собран по обычной двухполупериодной схеме выпрямления. В нем имеется двухзвенный сглаживающий фильтр с дросселями  $Dp_1$ ,  $Dp_2$  и конденсаторами  $C_8$ ,  $C_9$ ,  $C_{10}$ . Анодные цепи ламп всех каскадов получают раздельное питание (лампы  $L_3$  и  $L_4$  после дросселя  $Dp_2$ , лампа  $L_2$  после дросселя  $Dp_1$  и лампа  $L_1$  после сопротивления  $R_0$ ). Это обеспечивает устойчивую работу усилителя. Напряжение смещения на управляющие сетки ламп поступает с сопротивлений  $R_3$  (для лампы  $L_1$ ),  $R_{10}$  (для лампы  $L_2$ ) и  $R_{11}$  (для ламп  $L_3$  и  $L_4$ ).

Конструкция и детали. Усилитель можно собрать в деревянном ящике ( $485 \times 210 \times 355$  мм) с откидной передней стенкой. Все детали усилителя располагаются на шасси, изготовленном из мягкой листовой стали толщиной  $t = 1,5$  мм.

Междуламповый трансформатор  $Tr_1$  имеет сердечник из пластин Ш-25 при толщине пакета 25 мм. Обмотка I состоит из 3 200 витков провода ПЭЛ 0-1, а обмотка II — из  $2 \times 6 000$  витков того же провода.

Выходной трансформатор  $Tr_2$  собран на сердечнике из пластин Ш-32 при толщине пакета 35 мм. Его обмотка I состоит из  $2 \times 850$  витков провода ПЭЛ 0,3, обмотка II — из  $2 \times 60$  (подбирается опытным путем в пределах от  $2 \times 20$  до  $2 \times 100$ ) витков ПЭЛ 0,6 и обмотка III — из  $22 + 7 + 5 + 9 + 6 + 29$  витков ПЭЛ 1,5 и  $214 + 88 + 112$  витков ПЭЛ 0,55 (секции этой обмотки рассчитаны соответственно под нагрузку 2, 3, 4, 5, 8, 16, 125, 250 и 500 ом; счет в соответствии с принципиальной схемой — сверху вниз).

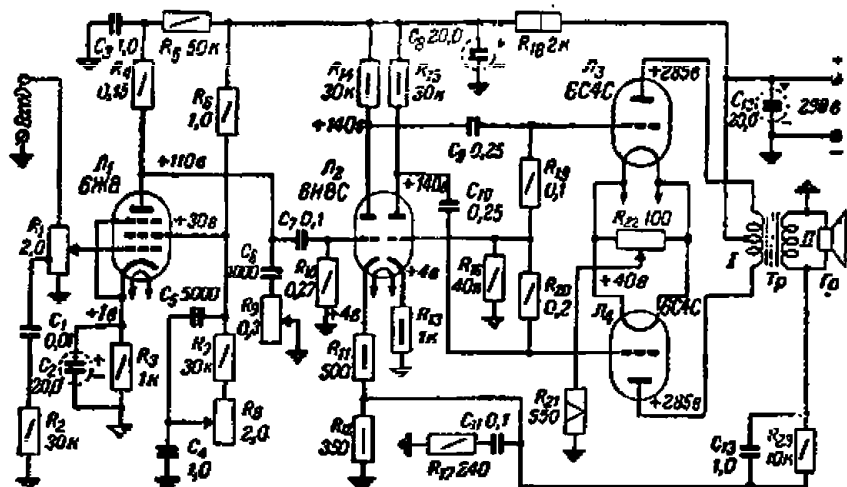
Силовой трансформатор  $Tr_3$  имеет сердечник из пластин Ш-32 при толщине пакета 60 мм. Обмотка I содержит  $2 \times 200$  витков провода ПЭЛ 0,8, обмотка II —  $2 \times 670$  витков ПЭЛ 0,35, обмотка III — 7 витков ПЭЛ 1,4 и обмотка IV —  $2 \times 5$  витков ПЭЛ 1,5.

Дроссель фильтра  $Dp_1$  имеет сердечник из пластин Ш-19 при толщине пакета 20 мм и обмотку из 3 400 витков провода ПЭЛ 0,08 (сопротивление обмотки постоянному току 1 400 ом). Дроссель фильтра  $Dp_2$  собран на сердечнике из пластин Ш-25 при толщине пакета 25 мм и зазоре 0,1 мм. Его обмотка содержит 3 000 витков провода ПЭЛ 0,3 (сопротивление 150 ом).

Этот усилитель можно использовать для усиления речи и для звукозаписи, если добавить к нему еще один реостатный каскад, подобный первому входному каскаду.

## 10. УСИЛИТЕЛЬ С ДВУХТАКТНЫМ ВЫХОДНЫМ КАСКАДОМ НА ТРИОДАХ

Усилитель представляет собой низкочастотную ча высококачественного радиовещательного приемника, но жет быть выполнен и как отдельное устройство для восп изведения граммофонной записи. Он содержит три каск усиления и фазоинверсный каскад с лампами 6Ж8, 6Н и двумя 6С4С, имеет регулятор громкости и регуляте тембра верхних и нижних частот и рассчитан на питание электросети переменного тока через обычный выпрямите



Фиг. 16. Принципиальная схема усилителя с двухтактным выходным каскадом на триодах.

Полоса пропускания усилителя 50 — 10 000  $\mu\text{ц}$ , выходная мощность 8  $\text{вт}$  при коэффициенте гармоник не более 2,5, а напряжение на его входе для получения такой мощности должно быть порядка 150  $\text{мв}$ .

Схема и детали. Принципиальная схема усилителя приведена на фиг. 16. Первые два каскада усиления с пентодом  $L_1$  и левым (по схеме) триодом лампы  $L_2$  выполнены по реостатной схеме. На входе усилителя имеется комбинированный регулятор громкости  $R_1$  с корректирующей цепью  $C_1R_2$ . Между первым и вторым каскадами усиления помещены регулятор тембра верхних частот  $R_9$  и регулятор тембра нижних частот  $R_8$ . Регулировка осуществляется за счет изменения коэффициента усиления первого каскада в краях полосы пропускания. Усиление на верхних частотах регулируется изменением сопротивления цепи  $C_6R_9$ , шунт

лющей нагрузочное сопротивление  $R_4$ . На нижних частотах сопротивление регулируется изменением сопротивления цепи  $C_4 R_7 R_8$ , изменяющей в свою очередь значение переменной составляющей напряжения на экранной сетке лампы  $L_1$ , действующего в противофазе с напряжением низкой частоты на ее управляющей сетке.

Правый (по схеме) триод лампы  $L_2$  работает в фазоинверсном каскаде, который построен по автобалансной схеме, обеспечивающей устойчивое симметрирование напряжения низкой частоты, подаваемого на вход двухтактного выходного каскада.

В выходном каскаде усиления используются триоды  $L_3$  и  $L_4$ . От обмотки  $II$  трансформатора  $Tr$  этого каскада в каждую цепь усилительного триода  $L_2$  через делитель  $R_{22} C_{13} R_{12}$  поступает напряжение отрицательной обратной связи, обеспечивающей качественные показатели усилителя. Конденсатор  $C_{13}$  ослабляет действие обратной связи на нижних, а конденсатор  $C_{11}$  с сопротивлением  $R_{17}$  — на верхних частотах полосы пропускания, благодаря чему на этих частотах создается необходимый для регулирования тембра запас усиления.

Выходной трансформатор  $Tr$ , рассчитанный для громкоговорителя  $Gr$  со звуковой катушкой в 10 ом, имеет сердечник из пластин Ш-26 (окно  $13 \times 39$  мм) при толщине пакета 39 мм, обмотку  $I$  из  $2 \times 750$  витков провода ПЭЛ 0,2 и обмотку  $II$  из 67 витков ПЭЛ 0,8.

## 11. УСИЛИТЕЛЬ С ДВУХТАКТНЫМ ВЫХОДНЫМ КАСКАДОМ НА ЛУЧЕВЫХ ТЕТРОДАХ

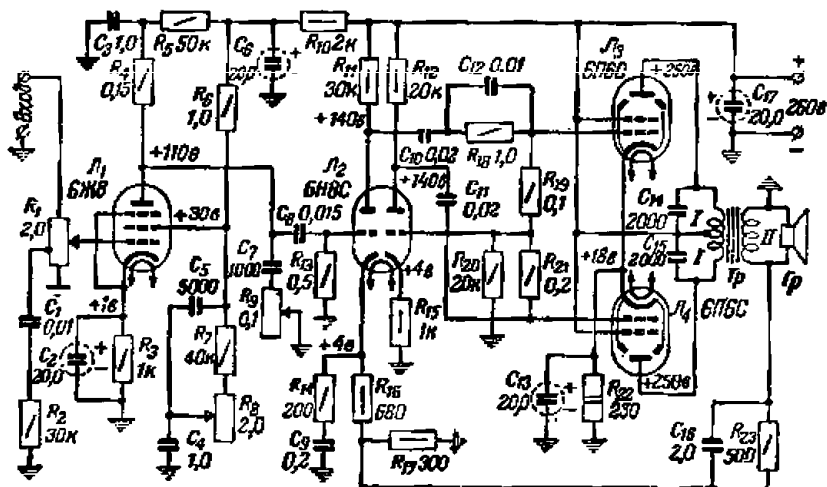
Усилитель может быть использован в качестве низкочастотной части радиовещательного приемника или собран как отдельное устройство для воспроизведения граммофонной записи. Он содержит три каскада усиления и фазоинверсный каскад с лампами 6Ж8, 6Н8С и двумя 6П6С, имеет регулятор громкости и регуляторы тембра верхних и нижних частот и рассчитан на питание от электросети переменного тока через выпрямитель.

Полоса пропускаемых усилителем частот лежит в пределах 50—10 000 гц, выходная мощность при коэффициенте гармоник не более 1,5% равна 8 вт, а входное напряжение низкой частоты, необходимое для получения на выходе усилителя такой мощности, составляет 140 мв.

Схема и детали. Принципиальная схема усилителя представлена на фиг. 17. Первый усилительный каскад

с лампой  $L_1$ , выполнен по реостатной схеме. На его вх имеется компенсированный регулятор громкости  $R_1$  с и ректирующей цепью из конденсатора  $C_1$  и сопротивления  $R_2$ . В анодной цепи лампы этого каскада находится регуля тембра верхних частот  $R_3$ , а в цепи ее экранной сетки — регулятор тембра нижних частот  $R_4$ .

Регулировка тембра осуществляется путем изменения эффициента усиления каскада на верхних и нижних частотах полосы пропускания. Усиление на верхних частотах регулируется за счет изменения параметров цепи  $C_7R_9$ , шу



Фиг. 17. Принципиальная схема усилителя с двухтактным выходным каскадом на лучевых тетрадах.

тирующей нагрузочное сопротивление  $R_4$ . В области нижних частот усиление каскада регулируется изменением параметров цепи  $C_5C_4R_9R_8$ , благодаря чему изменяется переменная составляющая напряжения на экранной сетке лампы, действующего в противофазе с напряжением на ее управляющей сетке.

Во втором усилительном каскаде, который также собран по реостатной схеме, работает левый (по схеме) триод лампы  $L_2$ . Правый триод этой лампы используется в фазоинверсном каскаде, выполненном по автобалансной схеме, которая обеспечивает устойчивое симметрирование напряжения, подаваемого на вход двухтактного оконечного каскада.

Выходной каскад усиления работает на лампах  $L_3$  и  $L_4$ . С обмотки  $II$  выходного трансформатора  $Tr$  этого каскада в катодную цепь усилительного триода лампы  $L_2$  через де

итель  $R_{23}C_{16}R_{17}$  подается напряжение отрицательной обратной связи, которая обеспечивает высокие качественные показатели усилителя. Конденсатор  $C_{16}$  ослабляет действие той связи на нижних, а сопротивление  $R_{14}$  с конденсатором  $C_9$  — на верхних частотах полосы пропускания, вследствие чего на этих частотах создается необходимый для регулирования тембра запас усиления. Сопротивление  $R_{18}$  и конденсатор  $C_{12}$  включены между вторым и последним каскадами для устранения возможного возбуждения усилителя на нижних частотах.

Выходной трансформатор  $T_r$  рассчитан для громкоговорителя  $G_r$  с сопротивлением звуковой катушки 10 ом. Он собран на сердечнике из пластин Ш-26 (окно  $13 \times 39$  мм) при толщине пакета 39 мм. Обмотка  $I$  состоит из  $2 \times 1500$  витков провода ПЭЛ 0,15, а обмотка  $II$  — из 105 витков ПЭЛ 1,0.

## 12. УСИЛИТЕЛЬ ДЛЯ ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННОГО РАДИОПРИЕМНИКА

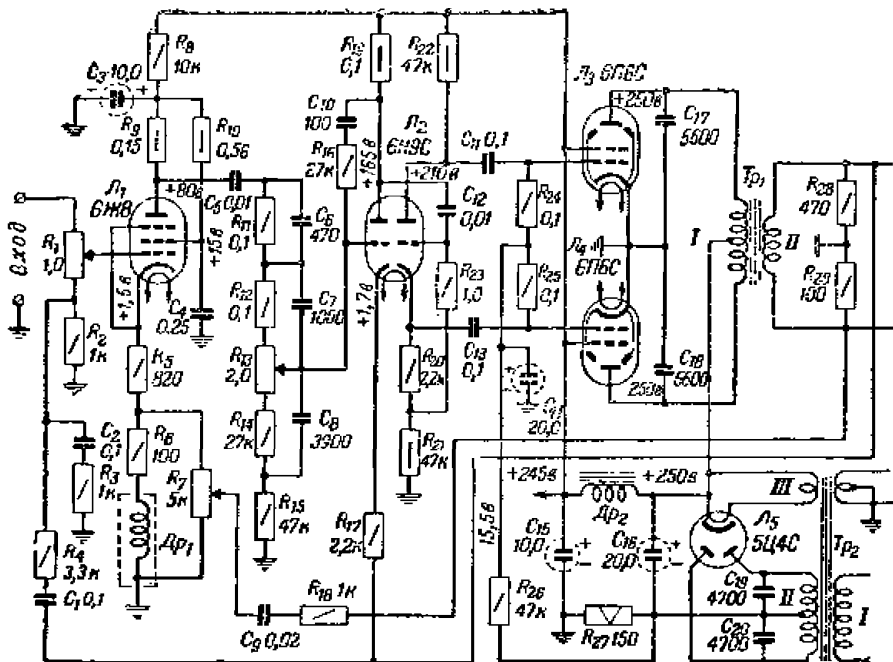
Данный усилитель является низкочастотной частью приемника «Рига-10». Его можно выполнить как составную часть самодельного высококачественного радиоприемника или собрать в виде приставки к имеющемуся приемнику с недостаточно развитой низкочастотной частью. Такой усилитель можно, конечно, использовать и для воспроизведения граммофонных записей, а также для ряда других целей.

Усилитель (вместе с выпрямителем) содержит пять ламп. Он имеет компенсированный регулятор громкости и два регулятора тембра. Выходная мощность усилителя при коэффициенте гармоник не более 2% составляет 8 вт. Необходимое для получения такой мощности входное напряжение должно быть порядка 0,2 в.

Схема. Принципиальная схема усилителя приведена на фиг. 18. Усилитель состоит из двух предварительных каскадов усиления низкой частоты с пентодом  $L_1$  и левым (по схеме) триодом лампы  $L_2$ , фазоинверсного каскада с правым триодом лампы  $L_2$ , оконечного двухтактного каскада с лучевыми тетрами  $L_3$  и  $L_4$  и выпрямителя с кенотроном  $L_5$ .

Для повышения стабильности работы и улучшения качества воспроизведения в усилителе имеются четыре цепи отрицательной обратной связи.

Одна из этих цепей с сопротивлениями  $R_{28}$  и  $R_{17}$  соединяет выход усилителя с катодом левого триода лампы  $L_2$ .



Фиг. 18. Принципиальная схема усилителя для высококачественного приемника.

Подаваемое при этом с обмотки II выходного трансформатора  $Tr_1$  напряжение обратной связи снижает коэффициент гармоник и уменьшает выходное сопротивление усилителя: это заметно улучшает качество звуковоспроизведения.

Другая цепь отрицательной обратной связи, состоящая из конденсатора  $C_{10}$  и сопротивления  $R_{16}$ , включена между анодом и сеткой левого триода лампы  $L_2$ . Она способствует резкому снижению усиления на частотах, лежащих вне рабочего диапазона, и повышает стабильность работы усилителя.

Остальные две цепи отрицательной обратной связи используются в узлах регулировки громкости и тембра.

Первая из них, связывающая выход усилителя с цепью управляющей сетки лампы  $L_1$ , обеспечивает при регулировке громкости компенсацию нижних и верхних звуковых стот. Величина этой связи изменяется в зависимости от положения движка регулятора громкости  $R_1$ . Подъем нижних частот создает конденсатор  $C_1$  с сопротивлением  $R_4$ , а подъем верхних частот — конденсатор  $C_2$  с сопротивлением  $R_3$ .

Вторая цепь отрицательной обратной связи, охватывающая участок схемы от выхода усилителя до катода лампы  $L_1$ , используется для регулировки тембра на верхних

частотах (1000, 5000, 10000, 20000, 30000, 40000, 50000, 60000, 70000, 80000, 90000, 100000) сопротивления  $R_{29}$ ,  $R_{18}$ ,  $R_7$ ,  $R_6$  и  $R_5$ , конденсатор  $C_9$  и дроссель  $Dr_1$ . При установке движка регулятора  $R_7$  в верхнее (по схеме) положение получается наиболее узкая полоса, а при перемещении его вниз полоса расширяется.

В схему регулировки тембра на нижних частотах входят сопротивления  $R_{12}$ ,  $R_{13}$ ,  $R_{14}$  и конденсаторы  $C_7$ ,  $C_8$ . Перемещение движка регулятора  $R_{13}$  в ту или другую сторону от его среднего положения вызывает подъем или завал усиления на частоте 60 гц.

Выпрямитель собран по обычной двухполупериодной схеме. Выпрямленное кенотроном  $L_5$  и сглаженное фильтром напряжение подается через соответствующие развязки в анодные цепи ламп усилителя. Напряжение на аноды выходных ламп  $L_3$  и  $L_4$  снимается до дросселя фильтра. Такой способ питания при хорошо сбалансированной двухтактной схеме и наличии отрицательной обратной связи не создает заметного уровня фона, но зато благоприятно сказывается на стабильности работы усилителя.

**Д е т а л и.** Корректирующий дроссель  $Dr_1$  состоит из катушки шириной 15 мм, помещенной в стальной экран. Катушка содержит 1500 витков провода ПЭЛ 0,14—0,15, намотанных на каркасе диаметром 10 мм.

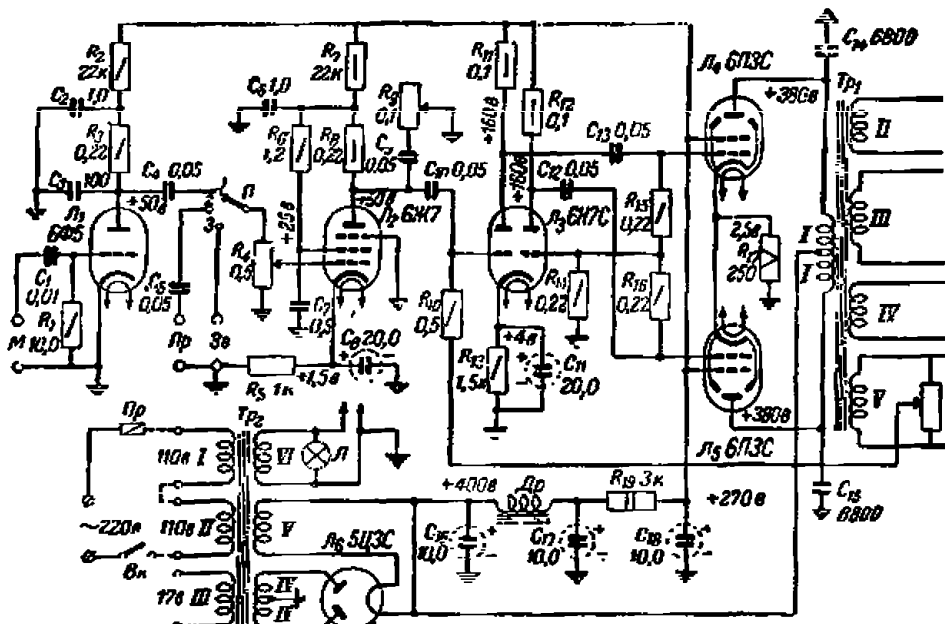
Дроссель фильтра  $Dr_2$  собран на сердечнике из пластин Ш-20 при толщине пакета 20 мм и имеет 3300 витков провода ПЭЛ 0,2—0,21.

Выходной трансформатор  $Tr_1$  имеет сердечник из пластин Ш-20 при толщине пакета 30 мм. Обмотка  $I$  состоит из 1200 + 1200 витков провода ПЭЛ 0,14—0,15. Она располагается между двумя параллельно включенными половинами обмотки  $II$  (2 × 96 витков провода ПЭЛ 0,41—0,44), рассчитанной для громкоговорителя с сопротивлением звуковой катушки 12 ом.

Силовой трансформатор  $Tr_2$  выполнен на сердечнике из пластин Ш-40 при толщине пакета 40 мм. Обмотка  $I$ , рассчитанная на включение в электросеть 110, 127 и 220 в, состоит из двух одинаковых секций по 341 + 53 витка провода ПЭЛ 0,44 в каждой. Обмотка  $II$  содержит 800 + 800 витков провода ПЭЛ 0,25—0,27, обмотка  $III$  — 16 витков ПЭЛ 1,0—1,2 и обмотка  $IV$  — 21 виток ПЭЛ 1,5—1,6 с отводом от середины. Между обмотками  $I$  и  $II$  имеется экран. Трансформатор рассчитан и на дополнительное питание от него высокочастотной части радиоприемника или микрофонного усилителя.

### 13. УСИЛИТЕЛЬ ДЛЯ ШКОЛЬНОГО РАДИОУЗЛА

Усилитель рассчитан на нагрузку из двух громкоговорителей мощностью по 10 вт или 18—25 громкоговорителей мощностью по 1 вт и может работать от микрофона, приемника и звукоснимателя. Он был разработан в радиоборатории Дома пионеров и по его образцу были изготовлены усилители для ряда школьных радиоузлов.



Фиг. 19. Принципиальная схема усилителя для школьного радиоузла

Схема. Принципиальная схема усилителя приведена на фиг. 19. Усилитель содержит три предварительных каскада усиления на лампах  $L_1$ ,  $L_2$  и левом (по схеме) триоде лампы  $L_3$ , фазоинверсный каскад на правом триоде лампы  $L_3$ , двухтактный выходной каскад на лампах  $L_4$  и  $L_5$  и выпрямитель с кенотроном  $L_6$ .

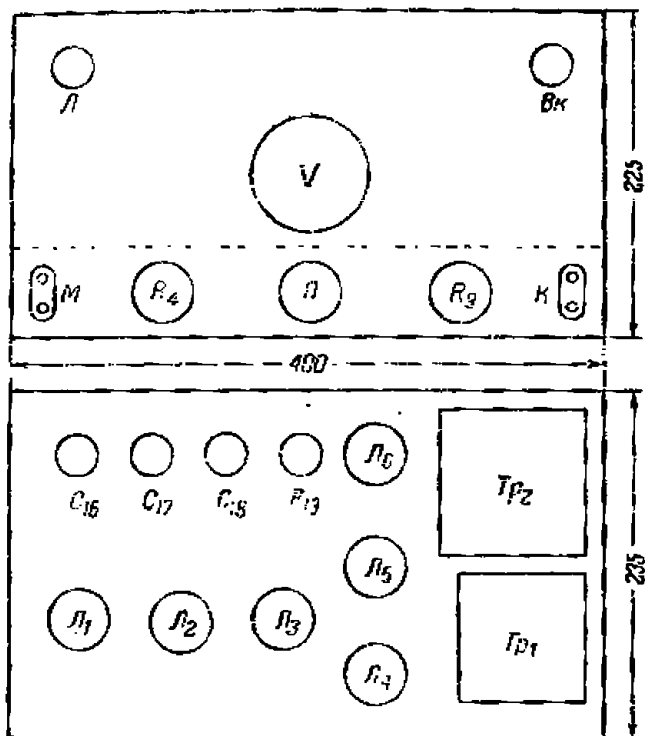
Для перехода с одного вида работы на другой служит переключатель  $P$ . При положении 1 этого переключателя ведется работа с микрофона  $M$ , при положении 2 — работа с приемника  $Pr$  и при положении 3 — работа со звукоснимателя  $Zв$ .

В усилителе применена отрицательная обратная связь напряжение которой с обмотки  $V$  выходного трансформатора  $Tr_1$  подается на сетку левого триода лампы  $L_3$ .



Регулятором громкости в усилителе служит потенциометр  $R_4$ , а регулятором тембра — переменное сопротивление  $R_9$ .

Обмотка II (120 в) выходного трансформатора  $Tr_1$  рассчитана на включение громкоговорителей типа Р-10, обмотка III (30 в) — на включение комнатных громкоговорите-



Фиг. 20. Примерное расположение деталей на шасси усилителя для школьного радиоузла.

лей, а также для контроля работы усилителя при помощи магнитоэлектрического вольтметра  $V$ , включенного через купроксный столбик  $B$ , обмотка IV — на включение контрольного громкоговорителя радиоузла, а обмотка V — на подачу через потенциометр  $R_{13}$  напряжения отрицательной обратной связи.

Конструкция и детали. Все детали усилителя смонтированы на металлическом шасси и на скрепленной с ним металлической лицевой панели, изготовленных из листовой стали или алюминия толщиной 2—3 мм. Примерное расположение основных деталей усилителя на шасси и панели показано на фиг. 20.

Выходной трансформатор  $Tr_1$  собран на сердечнике пластин Ш-30 при толщине пакета 40 мм. Обмотка I стоит из  $2 \times 1000$  витков и обмотка II — из 500 витков провода ПЭЛ 0,25, а обмотка III — из 125 витков, обмотка IV — из 70 витков и обмотка V — из 100 витков ПЭЛ 1.

Силовой трансформатор  $Tr_2$  имеет сердечник из пластин Ш-32 при толщине пакета 60 мм. Обмотка I (на 110 в) стоит из 200, обмотка II (на 110 в) — из 200 и обмотка III (на 17 в) — из 30 витков провода ПЭЛ 0,8, обмотка IV из  $2 \times 670$  витков ПЭЛ 0,35, обмотка V — из 10 витков ПЭЛ 1,4 и обмотка VI — из 12 витков ПЭЛ 1,5.

Дроссель сглаживающего фильтра  $Dr$  собран на сердечнике из пластин Ш-20 при толщине пакета 20 мм с зазором 1 мм и содержит 3400 витков провода ПЭЛ 0,15.

**Н а л а ж и в а н и е.** После изготовления усилителя проверяется режим работы его ламп, а затем при помощи потенциометра  $R_{18}$  устанавливается нужная величина обратной связи (на слух, по наилучшему качеству работы усилителя). Если при введении обратной связи усилитель возбуждается (появляется свист), то надо поменять местами концы обмотки V выходного трансформатора  $Tr_1$ .

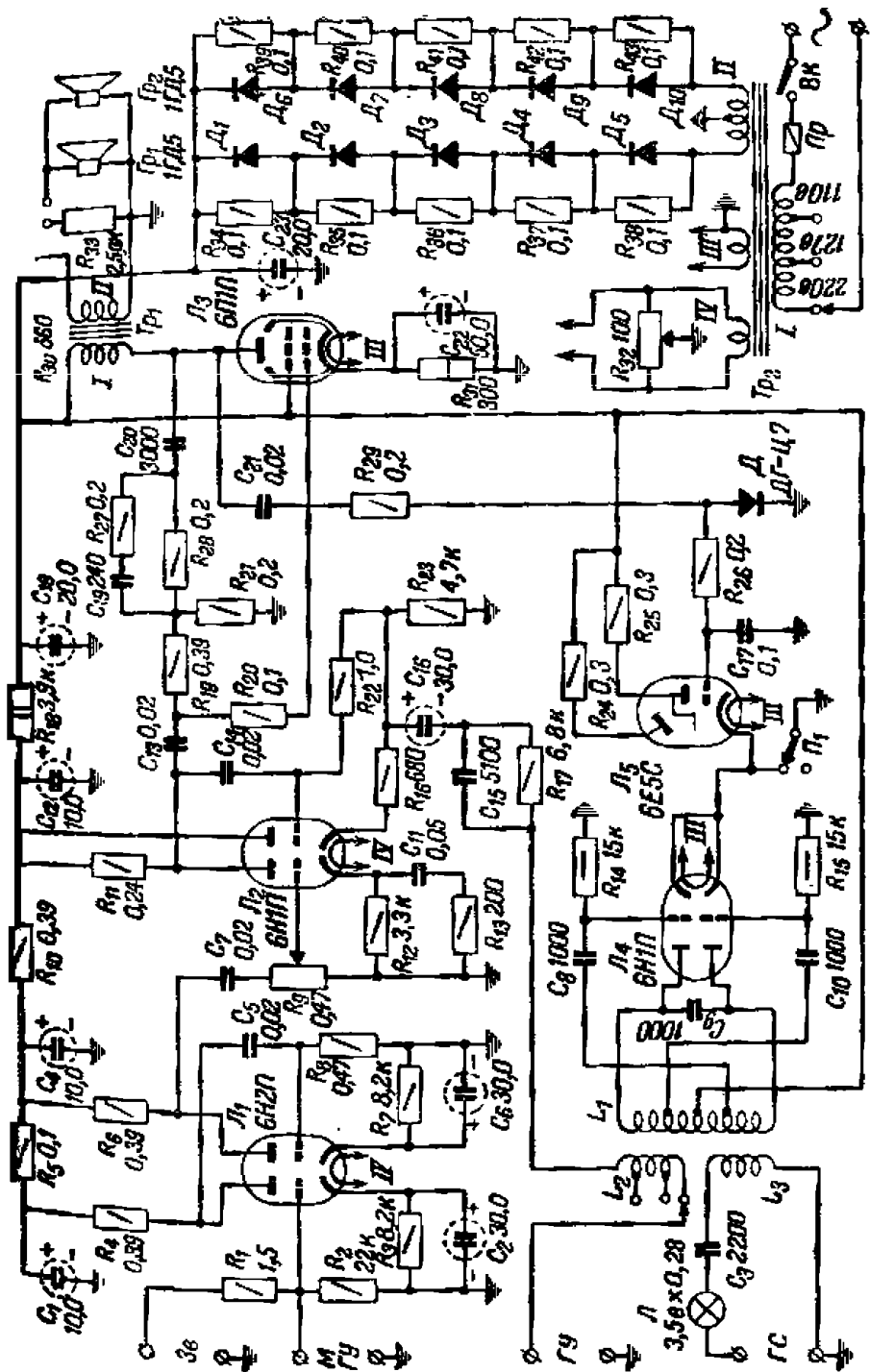
## 14. УСИЛИТЕЛЬ ДЛЯ МАГНИТОФОНА

Усилитель состоит из трех общих предварительных каскадов усиления и отдельных оконечных каскадов для записи и воспроизведения. Такая схема упрощает коммутацию при переходе с записи на воспроизведение и облегчает налаживание усилителя.

В схему усилителя входит также ламповый генератор (частота 50 кГц) для стирания и подмагничивания ленты. Контрольным прибором при записи служит оптический индикатор.

Питается усилитель от сети переменного тока через выпрямитель, собранный на полупроводниковых диодах.

**С х е м а.** Принципиальная схема усилителя приведена на фиг. 21. Лампа  $L_1$  и левый (по схеме) триод лампы работают в предварительных каскадах усилителя, которые используются как при записи, так и при воспроизведении. Эти каскады собраны по реостатной схеме ( $R_4$ ,  $R_6$  и  $R_8$ ) с развязывающими фильтрами в анодных цепях ламп ( $R_9C_1$ ,  $R_{10}C_4$  и  $R_{11}C_{12}$ ) и отдельными смещениями на управляющие сетки ламп ( $R_3$ ,  $R_7$  и  $R_{12}$ ). Для подъема верхних частот в каскаде с левым триодом лампы  $L_2$  применена частотноизбирательная цепь.



Фиг. 21. Принципиальная схема усилителя для магнитофона.

тальная отрицательная обратная связь по току ( $C_{11}R_{13}$ ). Запись вход усилителя соединяется с микрофоном  $M$  (через делитель  $R_1R_2$ ) со звуконосителем  $Zв$ , а при воспроизведении — с универсальной головкой  $ГУ$ . Регулятором усиления служит потенциометр  $R_9$ .

Правый триод лампы  $L_2$  используется в оконечном каскаде для записи. Каскад собран по схеме катодного драйвера. При записи его выход соединяется с универсальной головкой  $ГУ$  через цепь из  $C_{16}R_{17}C_{15}$  и катушку  $L_2$ , с которой подается напряжение от генератора.

Лампа  $L_3$  работает в оконечном каскаде для воспроизведения. Для подъема нижних частот в этом каскаде применена частотноизбирательная отрицательная обратная связь по напряжению ( $C_{20}R_{25}R_{27}C_{19}R_{21}$ ). При воспроизведении вход каскада соединяется переключателем  $P_2$  с громкоговорителями  $Гр_1$  и  $Гр_2$ , а при записи от микрофона громкоговорители отсоединяются и вместо них подключается нагрузочное сопротивление  $R_{33}$ .

Оптический индикатор  $L_5$  подключен к оконечному каскаду с лампой  $L_3$ . Напряжение звуковой частоты, поступающее из анодной цепи лампы  $L_3$  через цепь  $C_{21}R_{29}$ , выпрямляется диодом  $D$  и подается затем на сетку индикатора.

Генератор для стирания и подмагничивания ленты собран по двухтактной схеме на лампе  $L_4$ . Включается (а вместе с ним и оптический индикатор) переключателем  $P_1$  только при записи. Стирающая головка  $ГС$  подвешена к генератору последовательно с лампочкой  $L$ , которая служит индикатором работы генератора.

Выпрямитель для питания анодных цепей ламп выполнен по двухполупериодной схеме на полупроводниковых диодах  $D_1 - D_{10}$  типа ДГ-Ц24. Выпрямленное напряжение сглаживается простым фильтром из  $C_{22}R_{30}C_{18}$ . Для уменьшения фона накал ламп  $L_1$  и  $L_2$  производится от отдельной обмотки  $IV$  силового трансформатора  $Тр_2$ .

Конструкция и детали. Усилитель монтируется на алюминиевом шасси размерами  $200 \times 120 \times 50$  мм. Службу на шасси помещаются лампы, электролитические конденсаторы, выходной трансформатор и катушки генератора в экране. Выпрямитель собирается на другом шасси и соединяется с усилителем шестижильным кабелем.

В магнитофоне применены типовая низкоомная стирающая головка и универсальная головка от магнитофона «Днепр-3» ( $2 \times 500$  витков ПЭЛ 0,1).

Катушки генератора намотаны на альсиферовом сердечнике типа СБ-5а. Катушка  $L_1$  состоит из  $175 + 45 + 45 + 175$  витков провода ПЭЛ 0,15, катушка  $L_2$  — из  $200 + 100 + 100$  витков того же провода и катушка  $L_3$  — из 110 витков провода ПЭЛ 0,41.

Выходной трансформатор  $Tr_1$  собран на сердечнике из пластин Ш-20 при толщине пакета 30 мм и зазоре 0,2 мм. Обмотка  $I$  состоит из 3000 витков провода ПЭЛ 0,15, а обмотка  $II$  — из 68 витков ПЭЛ 0,8. Можно использовать также готовый выходной трансформатор, рассчитанный на лампу 6П6С и громкоговоритель с сопротивлением звуковой катушки около 5 ом.

Силовой трансформатор  $Tr_2$  выполнен на сердечнике из пластин Ш-20 при толщине пакета 60 мм. Обмотка  $I$  состоит из  $440 + 70 + 370$  витков провода ПЭЛ 0,41, обмотка  $II$  — из  $2 \times 1250$  витков ПЭЛ 0,15, обмотка  $III$  — из 29 витков ПЭЛ 0,8 и обмотка  $IV$  — из 28 витков ПЭЛ 0,6.

Н а л а ж и в а н и е. Сначала проверяется режим питания ламп усилителя, а затем усилитель испытывается на работе. Движок потенциометра  $R_{32}$  при этом ставится в положение, соответствующее минимальному уровню фона на выходе усилителя.

Естественность звучания устанавливается на слух, путем регулировки корректирующих цепей усилителя. Регулировка на верхних частотах производится подбором емкости конденсатора  $C_{11}$  и сопротивления  $R_{19}$ , а регулировка нижних частот — подбором емкости конденсатора  $C_{20}$ .

Нормальному уровню напряжения звуковой частоты при записи соответствует узкий затемненный сектор на экране лампы  $L_5$ . Необходимая величина тока подмагничивания ленты устанавливается подключением различных отводов катушки  $L_2$ . Стирающая головка путем подбора емкости конденсатора  $C_3$  настраивается в резонанс с частотой тока генератора. При резонансе лампочка  $L$  светится с наибольшей яркостью.

## 15. УНИВЕРСАЛЬНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ

Усилитель содержит пять ламп (6Ф5, 6Ж7, 6Н8С и две 6П6С) и питается от электросети переменного тока через выпрямитель с кенотроном 5Ц4С. Полоса пропускания усилителя составляет 50—10 000 гц, а его выходная мощность при коэффициенте нелинейных искажений 2%, равна 12 вт. Регуляторы тембра обеспечивают коррекцию нижних (в пределах  $\pm 12$  дб) и верхних (до  $+5$  дб) звуковых частот.

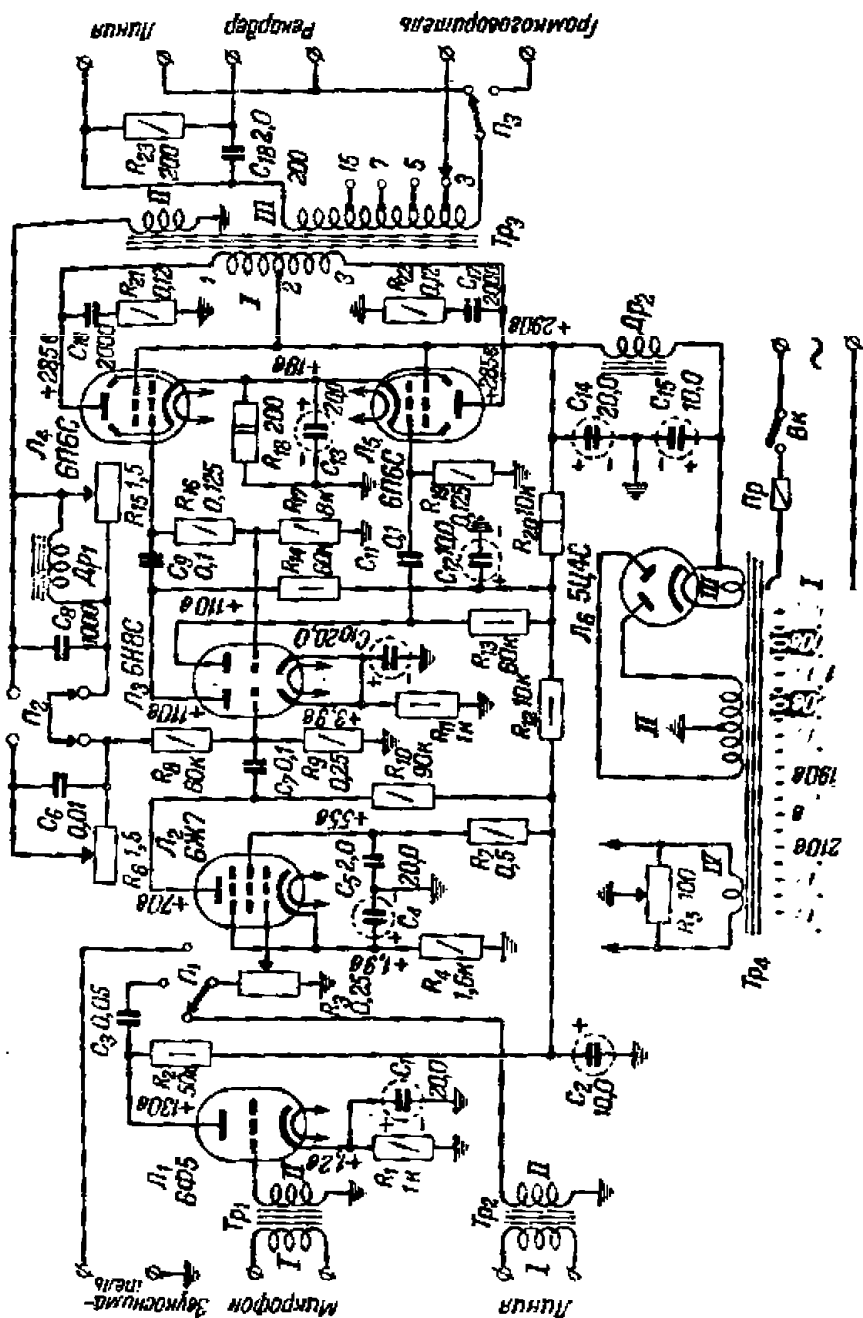
Уровень шумов на выходе усилителя по отношению к максимальному выходному уровню составляет —50 дБ. Мощность, потребляемая от электросети, равна 100 вт.

Этот усилитель можно использовать для небольшого трансляционного узла в клубе или школе, усиления р и музыкальных передач в большом зале, применить в установках звукозаписи или в качестве модулятора ленточного коротковолнового передатчика.

**Схема.** Усилитель имеет четыре каскада усиления (фиг. 22). Первый каскад с лампой  $L_1$  используется тогда при работе от микрофона или от звуковоспроизводящей головки магнитофона. Напряжение от звукозаписывающей головки подается на вход второго каскада с лампой  $L_2$ . Ременное сопротивление здесь служит регулятором громкости. Переход на тот или иной вид работы осуществляется переключателем  $P_1$ . В третьем каскаде усиления используется левый (по схеме) триод лампы  $L_3$ . Напряжение звуковой частоты из анодной цепи этого триода подается на управляющую сетку выходной лампы  $L_4$ , а часть его с помощью резисторов  $R_{16}R_{17}$  подводится к правому диоду лампы  $L_3$ . Напряжение им до нужного значения и подается в обратной фазе на управляющую сетку выходной лампы  $L_5$ . Четвертый каскад с лампами  $L_4$  и  $L_5$  работает по дельта-тактной схеме. Для устойчивой работы ламп выходного каскада в их анодные цепи включены через конденсаторы  $C_{16}$  и  $C_{17}$  сопротивления  $R_{21}$  и  $R_{22}$ .

С обмотки II выходного трансформатора  $Tr_3$  на вход третьего каскада усиления подается напряжение частоты звуковой частоты отрицательной обратной связи. Переменные сопротивления  $R_6$  и  $R_{15}$  в цепи обратной связи служат соответственно для регулировки нижних и верхних звуковых частот. Переключатель  $P_2$  предназначен для перевода усилителя с режима записи на режим воспроизведения. При записи в цепь обратной связи включается контур, состоящий из дросселя  $Dp_1$  и конденсатора  $C_5$ , а при воспроизведении — конденсатор  $C_6$ .

Обмотка III выходного трансформатора  $Tr_3$  сделана с отводами и рассчитана на подключение нагрузки в 3, 15 или 200 ом. Линия (в случае применения усилителя трансляции) или рекордер (при работе усилителя в установках записи на диск) подключаются к выходу, рассчитанному на нагрузку в 200 ом (вся обмотка). Сопротивления  $R_{23}$  и конденсатор  $C_{18}$  ослабляют усиление в области низких звуковых частот, что необходимо для режима записи



Фиг. 22. Принципиальная схема универсального усилителя.

Звукозаписывающая головка магнитофона подключается к отводам обмотки на 7 или 15 ом. Последовательно с обмоткой головки при этом включается генератор то подмагничивания. Отводы на 3, 5, 7 и 15 ом служат для подключения различных громкоговорителей.

Выпрямитель с кенотроном  $L_6$  собран по двухполупериодной схеме. Для уменьшения фона в цепь накала лампы введена искусственная средняя точка с сопротивлением  $R_6$ . Движок этого сопротивления устанавливается при регулировке усилителя на минимальный уровень фона.

Конструкция и детали. Усилитель и выпрямитель лучше собрать на отдельных стальных или алюминиевых шасси и располагать их во время работы на расстоянии 1—1,5 м друг от друга. В этом случае для усилителя нужно изготовить шасси размерами  $300 \times 200 \times 60$  мм. Усилитель без первого (микрофонного) каскада усиления можно собрать вместе с выпрямителем на общем шасси размерами  $400 \times 320 \times 60$  мм. Внешнее оформление усилителя рекомендуется выполнить в виде переносного металлического или деревянного ящика.

Микрофонный трансформатор  $Tr_1$  имеет сердечник из пермаллоевых пластин Ш-12 при толщине пакета 15 мм. Каркас трансформатора разделен тремя перегородками (щечками) на четыре секции. Обмотка II ( $4 \times 2160$  витков провода ПЭЛ 0,05) расположена над обмоткой I ( $4 \times 180$  витков провода ПЭЛ 0,2). Витки обмоток размещаются равномерно во всех секциях каркаса. Между обмотками помещен электростатический экран (слой изолированного провода или незамкнутой фольги). Смонтированный трансформатор должен быть закрыт цилиндрическим экраном из пермаллоя, поверх которого надевается еще такой же экран из меди.

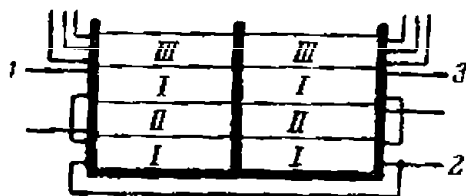
Линейный трансформатор  $Tr_2$  выполнен на сердечнике из стальных пластин Ш-19 при толщине пакета 20 мм. Обмотка I содержит 1600 витков провода ПЭЛ 0,2, а обмотка II — 400 витков ПЭЛ 0,1.

Выходной трансформатор  $Tr_3$  собран на сердечнике из пластин Ш-25 при толщине пакета 35 мм. Каркас для обмоток разделен посередине щечкой с прорезью для прохождения провода. Обмотка I состоит из 4000 витков провода ПЭЛ 3,2—0,22 с отводом от середины, обмотка II — из 78 витков ПЭЛ 0,1—0,2 и обмотка III — из 172 витков ПЭЛ 1,0 и 453 витков ПЭЛ 0,5 (всего 625 витков) с отводами от 77-го, 100-го, 123-го и 172-го витков. Расположение обмоток на



каркасе и схема их соединения показаны на фиг. 23. Сначала в одной половине каркаса наматывают 1 000 витков обмотки *I*, а затем каркас переворачивают и в том же направлении, в другой его половине, наматывают еще 1 000 витков этой обмотки. Далее, не переворачивая каркаса, наматывают обмотку *II* (по 39 витков в каждой секции), а поверх нее вторую половину обмотки *I* (так же как и первую). Обмотка *III* помещается сверху и располагается равномерно по всем секциям. Провода всех обмоток трансформатора нужно укладывать плотно виток к витку, изолируя каждый слой обмотки парафинированной бумагой.

Фиг. 23. Расположение обмоток на каркасе выходного трансформатора и схема их соединения.



Силовой трансформатор  $Tr_4$  выполнен на сердечнике из пластин Ш-25 при толщине пакета 60 мм. Сетевая обмотка *I* состоит из  $270 + 30 + 30 + 30 + 30 + 180 + 30 + 30 + 30 + 30$  (всего 690) витков провода ПЭЛ 0,55—0,6, обмотка *II* — из  $2 \times 950$  витков ПЭЛ 0,2—0,22, обмотка *III* — из 16 витков ПЭЛ 0,95—1,0 и обмотка *IV* — из 20 витков ПЭЛ 1,0.

Дроссель  $Dr_1$  (0,45—0,5 гн) собран на сердечнике из пермаллоевых пластин Ш-12 при толщине пакета 16 мм. Его обмотка содержит 1 070 витков провода ПЭЛ 0,2. Сердечник для этого дросселя можно составить и из пластин трансформаторной стали.

Дроссель  $Dr_2$  имеет сердечник из пластин трансформаторной стали Ш-25 при толщине пакета 35 мм с зазором 0,8—1 мм и обмотку из 4 500 витков провода ПЭЛ 0,3—0,35.

Лампу 6Ф5 можно заменить лампой 6Ж7, включив ее как триод (соединив вторую и третью сетки с анодом).

## 16. ДВАДЦАТИПЯТИВАТТНЫЙ ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫЙ УСИЛИТЕЛЬ

Усилитель предназначен для высококачественного воспроизведения радиопередач (после приемника), граммофонной записи (непосредственно от звукоснимателя), а также магнитной записи (после предварительного усиления). Низкочастотное напряжение 0,12 в на входе усилителя позво-

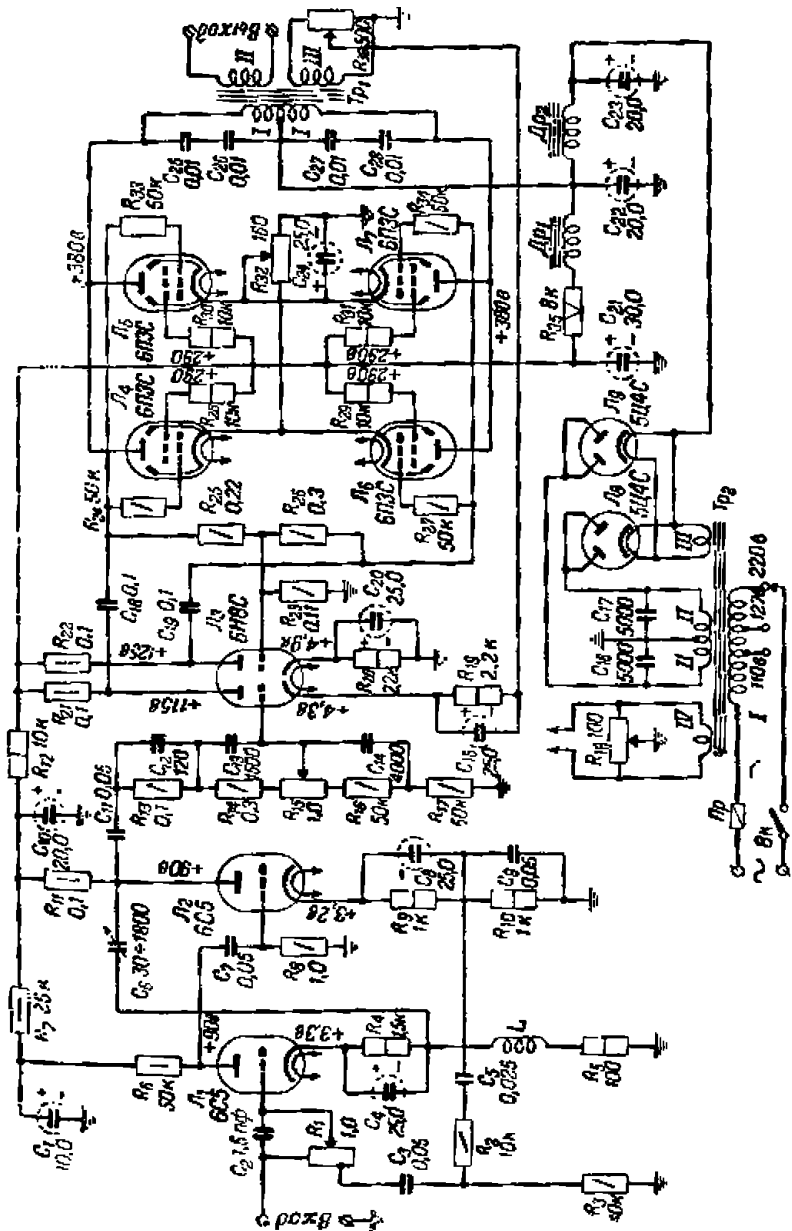
ляет получить выходную мощность 25 вт при коэффициент гармоник не более 1,5%. Полоса пропускаемых частот ставляет 30—10 000 гц при неравномерности усиления более  $\pm 1$  дб. В усилителе имеются компенсированный регулятор громкости и два регулятора тембра. Он питается сети переменного тока через выпрямитель. Мощность, потребляемая от электросети, составляет 170 вт.

**Схема.** Принципиальная схема усилителя приведена на фиг. 24. Усилитель содержит три предварительных каскада с лампами  $L_1$ ,  $L_2$  и левым (по схеме) триодом лампы  $L_3$ , фазоинверсный каскад с правым триодом лампы  $L_3$ , оконечный двухтактный каскад с лампами  $L_4$ ,  $L_5$ ,  $L_7$  и выпрямитель с кенотронами  $L_6$  и  $L_9$ .

Три предварительных каскада усиления выполнены по реостатной схеме. На входе первого каскада имеется компенсированный регулятор громкости  $R_1$ , который одновременно с изменением уровня громкости изменяет соответственно и форму частотной характеристики усилителя. Обходимое для этого уменьшение усиления на средних частотах достигается при помощи цепи  $C_3R_3$ , шунтирующей часть потенциометра  $R_1$ , а подъем на верхних частотах дается цепью частотозависимой отрицательной обратной связи  $R_{10}C_5R_2R_3$  и конденсатором  $C_2$ . Между первым и вторым каскадами включена цепь отрицательной обратной связи  $C_6LR_5$ , конденсатор переменной емкости  $C_6$  служит регулятором тембра верхних частот. Второй и третий каскады связаны через реостатно-емкостной делитель состоящий из сопротивлений  $R_{13}$ ,  $R_{14}$ ,  $R_{15}$ ,  $R_{16}$ ,  $R_{17}$  и конденсаторов  $C_{12}$ ,  $C_{13}$ ,  $C_{14}$ . Переменное сопротивление  $R_{15}$  делителя служит регулятором тембра нижних частот перемещением движка сопротивления  $R_{15}$  вверх (по схеме) от среднего положения усиление на нижних частотах возрастает, а при движении вниз — падает.

Фазоинверсный каскад, в котором используется левый (по схеме) триод лампы  $L_3$ , выполнен по автобалансной схеме. Напряжение низкой частоты на сетку этого триода подается с сопротивления  $R_{23}$ , на котором оно создается разностным током триодов лампы  $L_3$ . Для получения сбалансированного подаваемого на оконечный двухтактный каскад переменных напряжений сопротивление  $R_{26}$  должно быть больше сопротивления  $R_{25}$ .

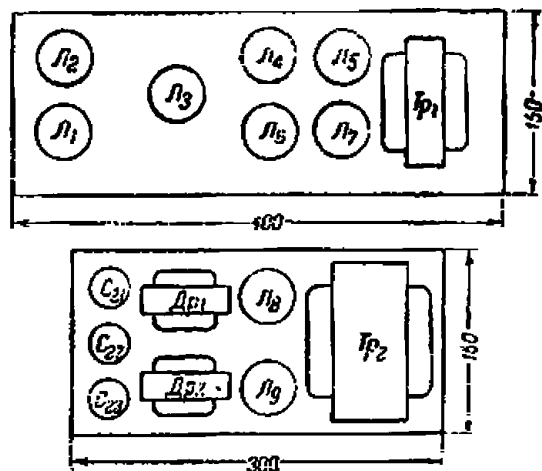
В каждом плече оконечного каскада работает по 2 параллельно соединенных лучевых тетрода 6ПЗС. Для повышения устойчивости работы усилителя в цепи управ



Фиг. 24. Принципиальная схема двенадцатипятываттного высококачественного усилителя.

щих сеток этих ламп включены сопротивления  $R_{24}$ ,  $R_{27}$ , и  $R_{34}$ . Напряжение смещения на управляющие сетки ламп подается с сопротивления  $R_{32}$ , которое для подгонки режима сделано переменным. С выхода усилителя на катод левого (по схеме) усилительного триода лампы  $L_3$  подается напряжение отрицательной обратной связи. Потенциометр  $R_{36}$ , с которого снимается это напряжение, позволяет при налаживании усилителя регулировать величину обратной связи.

Выпрямитель с двумя кенотронами 5Ц4С собран обычной двухполупериодной схемой. Сопротивление  $R_{35}$  в



Фиг. 25. Примерное расположение деталей на шасси усилителя и выпрямителя.

ни сглаживающего фильтра понижает выпрямленное и напряжение для питания анодных цепей первых трех ламп усилителя и цепей экранных сеток оконечных ламп. Потенциометр  $R_{18}$  в цепи накала ламп служит для уменьшения фона переменного тока. Его движок устанавливают при регулировке усилителя на минимальный уровень фона.

Конструкция и детали. Усилитель и выпрямитель для него монтируются на отдельных металлических шасси. Размеры шасси и примерное расположение на них деталей усилителя показаны на фиг. 25.

Переменное сопротивление  $R_1$  для регулятора громкости берется с отводом от точки 0,2 Мом (на схеме считая снизу). Потенциометры  $R_{18}$  и  $R_{32}$  (проволочные) должны быть рассчитаны на мощность порядка 5 вт. Они и потенциометр  $R_{36}$  имеют короткие ручки со шлицами под отвертку, так как регулируются только при налаживании усилителя. В

постоянные сопротивления могут иметь отклонение в  $\pm 10\%$  от величин, указанных на схеме.

Конденсатор переменной емкости  $C_6$  (с твердым диэлектриком) для регулировки тембра верхних частот можно заменить набором постоянных конденсаторов в 30, 50, 100, 200, 300, 400, 600, 1 000 и 1 800 пф, включая их в схему при помощи переключателя. Конденсаторы  $C_{25}$ ,  $C_{26}$ ,  $C_{27}$  и  $C_{28}$  должны быть рассчитаны на рабочее напряжение 500 в.

Катушка  $L$  индуктивностью 20 мкГн имеет обмотку «универсаль». Ее нужно поместить в экран, изготовленный из листовой стали толщиной 2—3 мм. Монтажные выводы этой катушки должны быть возможно более короткими и экранированными.

Выходной трансформатор  $Tr_1$  собран на сердечнике из пластин Ш-30 (окно  $51 \times 17$  мм) при толщине пакета 40 мм. Обмотка  $I$  состоит из  $2 \times 1 000$  витков провода ПЭЛ 0,26—0,28, обмотка  $II$  — из  $4 \times 40$  витков ПЭЛ 0,9—1,0 и обмотка  $III$  — из 50 витков ПЭЛ 0,26—0,28. Сначала наматывают два слоя обмотки  $II$  с выводами от каждого слоя, затем первую половину обмотки  $I$ , далее обмотку  $III$ , все витки которой равномерно распределяют в одном слое, и, наконец, вторую половину обмотки  $I$ , а на нее еще два слоя обмотки  $II$  с отдельными выводами. Первый (нижний) слой обмотки  $II$  надо соединить последовательно с третьим слоем этой обмотки, а второй — с четвертым (верхним) слоем. Полученные при этом две части обмотки  $II$  включаются параллельно при нагрузке 2,5 ом или последовательно при нагрузке 10 ом.

Силовой трансформатор  $Tr_2$  выполнен на сердечнике из пластин Ш-40 (окно  $60 \times 20$  мм) при толщине пакета 65 мм. Обмотка  $I$  состоит из  $200 + 31 + 169$  витков провода ПЭЛ 0,8 + ПЭЛ 0,8 + ПЭЛ 0,6, обмотка  $II$  — из  $2 \times 629$  витков ПЭЛ 0,3, обмотка  $III$  — из 10 витков ПЭЛ 1,5 и обмотка  $IV$  — из 12 витков ПЭЛ 1,4. Сначала наматывается обмотка  $I$ , поверх которой помещают электростатический экран из фольги или слоя провода, а затем наматывают обмотку  $II$  и поверх нее обмотки  $III$  и  $IV$ .

Дроссель  $Dr_1$  собирается на сердечнике из пластин Ш-20 (окно  $30 \times 10$  мм) при толщине пакета 20 мм и зазоре 0,03—0,06 мм. Обмотка дросселя состоит из 5 850 витков провода ПЭЛ 0,15 (сопротивление постоянному току 800 ом).

Дроссель  $Dr_2$  выполняется на таком же сердечнике, но при зазоре 0,1—0,15 мм. Его обмотка содержит 1 400 вит-

ков провода ПЭЛ 0,3 (сопротивление постоянному току 46 ом).

**Налаживание.** Если усилитель изготовлен точно по описанию, то налаживание его сводится к проверке режимов питания и к определению на слух качества звучания при различных нагрузках и разных положениях регулятора громкости и тембра.

Проверку работы усилителя начинают при крайнем нижнем (по схеме) положении движка потенциометра  $R_{36}$ . Подвигая движок вверх, устанавливают такую глубину отрицательной обратной связи, при которой напряжение на выходе усилителя уменьшается в 5—7 раз (при нормальной нагрузке и постоянном входном напряжении 20—30 мВ). Затем все детали, влияющие на величину усиления, регулируют так, чтобы при входном напряжении 120 мВ выходное напряжение соответствовало номинальной выходной мощности 25 Вт (при нагрузке 2,5 Ом было бы 8 В, а при нагрузке 10 Ом равнялось бы 16 В). Регулятор громкости  $R_{37}$  при этом ставится в крайнее верхнее (по схеме) положение.

Если при введении обратной связи усилитель будет возбуждаться, то нужно поменять местами концы обмотки  $I_{II}$  у трансформатора  $Tr_1$  и, возможно, подобрать сопротивления  $R_{24}$ ,  $R_{27}$ ,  $R_{33}$ ,  $R_{34}$  и конденсаторы  $C_{25}$ ,  $C_{26}$ ,  $C_{27}$ ,  $C_{28}$ .

## 17. ДВУХКАНАЛЬНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ

Усилитель предназначен для высококачественного воспроизведения граммофонной записи, а также для усиления принятых на радиоприемник передач местных радиовещательных станций. Особенностью его схемы являются раздельное усиление и воспроизведение нижних и верхних звуковых частот. Благодаря этому значительно повышается качество звуковоспроизведения.

Двухканальный усилитель содержит лампы 6Н9С (предварительный каскад усиления при воспроизведении граммофонной записи и первый каскад усиления канала верхних частот), 6Н8С (два общих каскада усиления), 6П6С (выходной каскад усиления канала верхних частот), 6Н8Е (первый каскад усиления канала нижних частот и фазоинверсный каскад) и две 6С4С (выходной двухтактный каскад усиления канала нижних частот). Питается усилитель от электросети переменного тока через двухполупериодный выпрямитель с селеновыми столбиками.

Этот усилитель пропускает полосу частот от 40 до 16 000 Гц. Неравномерность частотной характеристики

в этой полосе по напряжению составляет  $\pm 1$  дб. Суммарная мощность на частоте раздела отличается от мощности на средней частоте каждого канала не более чем на 0,5 дб. Выходная мощность канала нижних частот усилителя составляет 6 вт при коэффициенте гармоник 1%, а канала верхних частот — 4 вт при коэффициенте гармоник 1,5%. Чувствительность со входа «Радиоприемник» равна 150 мв, а со входа «Звукосниматель» — 30 мв. Пределы регулировки тембра регулятора нижних частот составляют 28 дб на частоте 50 гц и 2 дб на частоте 1 000 гц, а регулятора верхних частот 26 дб на частоте 10 000 гц и 2 дб на частоте 1 000 гц.

С х е м а. Принципиальная схема усилителя показана на фиг. 26.

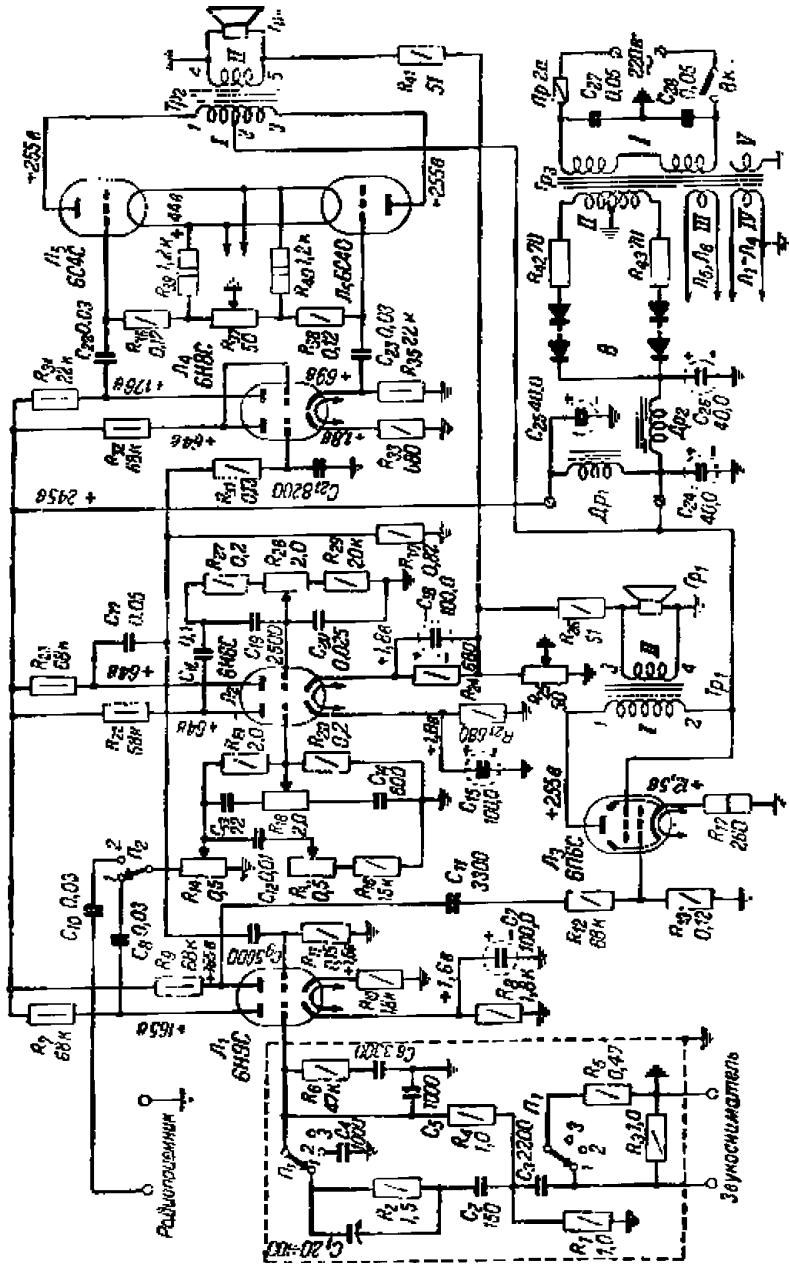
При работе от радиоприемника напряжение низкой частоты поступает на управляющую сетку левого (по схеме) триода лампы  $L_2$ , а при воспроизведении граммофонной записи от электромагнитного звукоснимателя с трансформатором подключается дополнительный каскад усиления с левым (по схеме) триодом лампы  $L_1$ . Переход с одного рода работы на другой производится при помощи переключателя  $P_2$ .

Необходимость в дополнительном каскаде усиления вызвана тем, что для высококачественного воспроизведения граммофонной записи от электромагнитного звукоснимателя нужен корректирующий фильтр. При этом напряжение низкой частоты на выходе фильтра становится недостаточным для получения номинальной выходной мощности без дополнительного каскада усиления. Корректирующий фильтр состоит из сопротивлений  $R_1 - R_6$  и конденсаторов  $C_1 - C_6$ .

В усилителе применен компенсированный регулятор громкости из механически спаренных переменных сопротивлений  $R_{14}$  и  $R_{15}$ . После регулятора громкости включен регулятор верхних частот, состоящий из конденсаторов  $C_{13}$  и  $C_{14}$  и сопротивлений  $R_{18}$  (переменное),  $R_{19}$  и  $R_{20}$ . Регулятор нижних частот, состоящий из конденсаторов  $C_{19}$  и  $C_{20}$  и сопротивлений  $R_{27}$ ,  $R_{28}$  (переменное) и  $R_{29}$ , включен в анодную цепь левого триода лампы  $L_2$ .

Разделение звуковых частот происходит в анодной цепи правого триода лампы  $L_2$ .

В канале усиления верхних частот работают правый триод лампы  $L_1$  и лучевой тетрод  $L_3$ . Небольшая емкость переходных конденсаторов  $C_9$  и  $C_{11}$  препятствует прохождению через этот усилитель нижних звуковых частот.



Фиг. 26. Принципиальная схема двухканального усилителя.



Усилитель канала нижних частот работает на лампах  $L_4$  (левый триод — первый каскад усиления, правый триод — фазоинверсный каскад) и  $L_3L_6$  (выходной каскад по двухтактной схеме). Фильтр из сопротивления  $R_{31}$  и конденсатора  $C_{21}$  на входе этого усилителя ослабляет верхние звуковые частоты.

Напряжение отрицательной обратной связи усилителей с их выходов подается в цепь катода правой (по схеме) части лампы  $L_2$ . Так как фазы этих напряжений различны, весь усилитель управляется фазой того канала, который для данной частоты дает большее усиление. Благодаря этому обеспечивается разделение частот с крутыми скатами частотных характеристик в области раздела.

Выпрямитель  $B$ , соединенный с электросетью переменного тока через силовой трансформатор  $Tr_3$ , служит для питания всех ламп усилителя. Выпрямленное двумя селеновыми столбиками напряжение сглаживается двухзвенным фильтром, состоящим из дросселей  $Dp_1$  и  $Dp_2$  и конденсаторов  $C_{24}$ ,  $C_{25}$  и  $C_{26}$ . Накал ламп  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$ ,  $L_4$  и ламп  $L_5$ ,  $L_6$  производится от двух отдельных обмоток силового трансформатора.

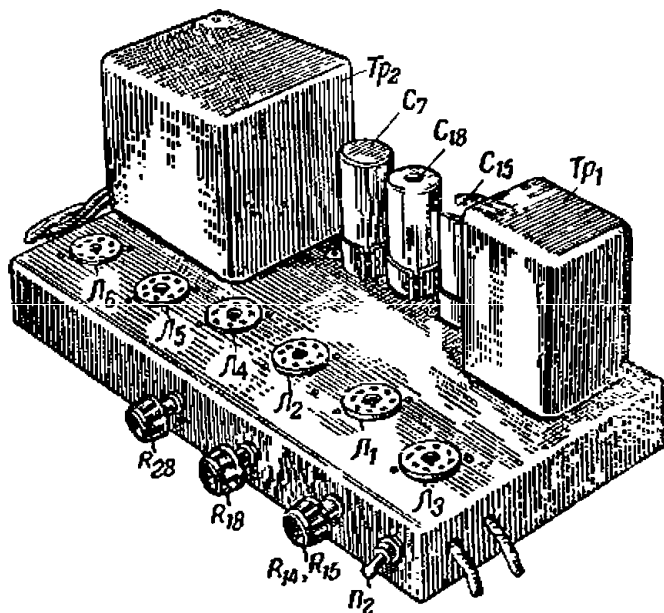
**Монтаж и детали.** Усилитель (без выпрямителя и корректирующего фильтра) собран на шасси размерами  $310 \times 160 \times 40$  мм, сделанном из листовой стали толщиной 1 мм. Общий вид собранного усилителя показан на фиг. 27.

Монтаж усилителя должен быть выполнен по возможности прямыми короткими проводами. Постоянные сопротивления и конденсаторы рекомендуется монтировать на специальной изоляционной планке с приклепанными к ней контактными лепестками и разместить эти детали так, чтобы они находились возможно ближе к лампам, к которым должны быть подключены.

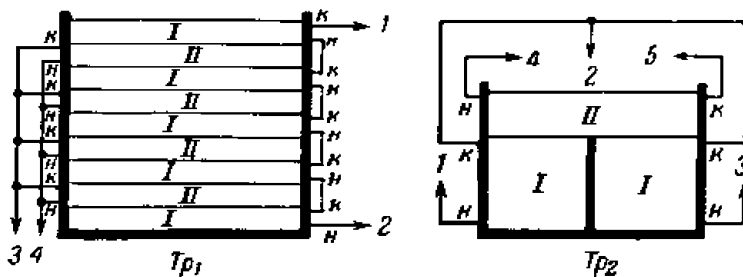
Корректирующий фильтр собирается отдельно и помещается около звукоснимателя. Его детали заключены в экран размерами  $60 \times 60 \times 40$  мм, изготовленный из белой жести. Этот фильтр соединяется с усилителем отрезком высокочастотного коаксиального кабеля марки РК-1 длиной не более 1 м.

Выпрямитель тоже собирается на отдельном шасси.

Выходной трансформатор усилителя верхних частот  $Tr_1$  (фиг. 28) имеет сердечник из пластин ХВПШ-15 с окном  $13 \times 40$  мм, набранных в пакет толщиной 15 мм. Сердечник собран встык с прокладкой из кабельной бумаги толщиной 0,1 мм. Обмотка I этого трансформатора состоит из



Фиг. 27. Общий вид собранного двухканального усилителя.



Фиг. 28. Расположение обмоток на каркасах выходных трансформаторов двухканального усилителя.

600 витков провода ПЭЛ 0,31 (пять секций по 120 витков в секции), а обмотка II — из 22 витков провода ПЭЛ 0,64 (четыре секции по 22 витка в секции). Секции обмотки I соединены последовательно, а обмотки II — параллельно. Обмотка II рассчитана на громкоговоритель с сопротивлением звуковой катушки 2 ом.

Выходной трансформатор усилителя нижних частот  $Tr_2$  (фиг. 28) имеет сердечник без зазора из пластин ХВПШ-20 с окном  $17 \times 55$  мм, набранных в пакет толщиной 30 мм. Обмотка I этого трансформатора состоит из двух секций по 1 200 витков провода ПЭЛ 0,38, намотанных в противоположных направлениях. Обмотка II, рассчитанная на громкоговоритель с сопротивлением звуковой катушки 2 ом, содержит 46 витков провода ПЭЛ 1,1.

При намотке выходных трансформаторов витки провода надо укладывать ровными рядами. Вместо стали ХВП для сердечников можно применять трансформаторную сталь марки ХТ или ВП. После сборки трансформаторы рекомендуется пропитать в горячем парафине или церезине. Кроме того, для предохранения от механических повреждений трансформаторы следует заключить в металлические кожухи.

Силовой трансформатор  $Tr_3$  собран на сердечнике из пластин Ш-40 при толщине пакета 60 мм. Обмотка I состоит из  $264 + 264$  витков провода ПЭЛ 0,64, а обмотка II — из  $700 + 700$  витков провода ПЭЛ 0,35. Обмотки III и IV содержат по 16 витков провода ПЭЛ 1,1, а обмотка V (экранная) состоит из одного слоя провода ПЭЛ 0,35. Этот трансформатор выполнен с некоторым запасом по мощности для того, чтобы от выпрямителя одновременно с усилителем можно было питать многоламповый радиоприемник.

Дроссель фильтра  $Dr_1$  выполнен на сердечнике из пластин Ш-20 при толщине пакета 20 мм с зазором 0,05 мм и обмоткой из провода ПЭЛ 0,15, намотанного до заполнения каркаса.

Дроссель  $Dr_2$  с обмоткой из провода ПЭЛ 0,35 (до заполнения каркаса) имеет сердечник из пластин Ш-26 при толщине пакета 26 мм с зазором в 0,2 мм.

Два селеновых столбика выпрямителя В содержат по 20 шайб диаметром 45 мм.

Регулировка и налаживание. Усилитель можно хорошо отрегулировать и наладить только при нали-

чий звукового генератора и ламповых вольтметров постоянного и переменного тока.

Сначала проверяют режим работы ламп усилителя. Напряжения на электродах ламп измеряются при отключенных цепях отрицательной обратной связи ( $R_{26}$  и  $R_{41}$ ) и замкнутых накоротко входах усилителя («Звукосниматель» и «Радиоприемник»). Указанные на принципиальной схеме усилителя напряжения измерены ламповым вольтметром постоянного тока с входным сопротивлением 12 *Мом*. Из-за разброса величин отдельных сопротивлений и ламп измеренные напряжения могут несколько отличаться от указанных на схеме.

Затем производят статическую балансировку выходного каскада канала нижних частот. Для этого параллельно обмотке  $I$  трансформатора  $Tr_2$  включают высокоомный вольтметр постоянного тока чувствительностью не ниже 3 *в* на всю шкалу и движок переменного сопротивления  $R_{37}$  устанавливают в такое положение, при котором напряжение между анодами ламп  $L_5$  и  $L_6$  равно нулю. Если даже при крайних положениях движка этого сопротивления каскад не сбалансируется, то надо сменить одну из ламп 6С4С. Балансировку необходимо повторять после каждой смены ламп, а также после 150—200 час. работы усилителя.

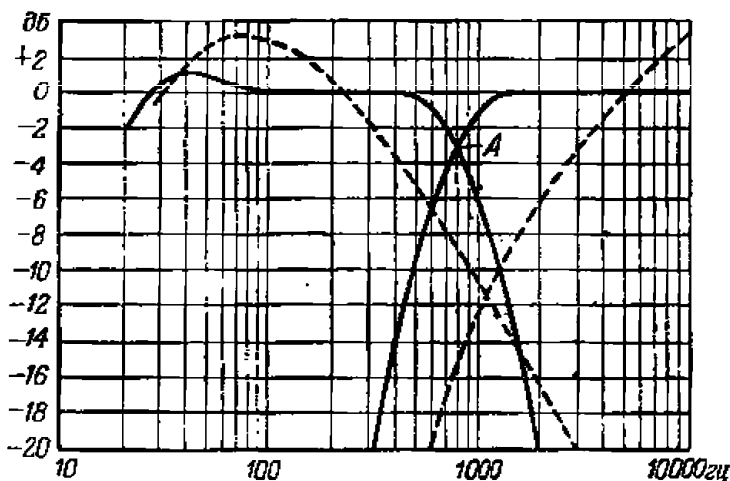
После этого проверяют работу усилителя.

Сначала при подключенных громкоговорителях и отключенных цепях отрицательной обратной связи, подавая от звукового генератора неизменное напряжение низкой частоты не более 2 *в*, снимают частотные характеристики канала нижних и верхних частот. Они должны быть подобны частотным характеристикам, изображенным штриховыми линиями на фиг. 29.

Потом, установив величину сопротивления  $R_{25}$  равной 7 *ом*, подключив к громкоговорителю  $Gr_2$  ламповый вольтметр переменного тока и подавая от звукового генератора минимальное напряжение, включают в схему цепь отрицательной обратной связи с сопротивлением  $R_{41}$ . Если напряжение отрицательной обратной связи подается в лужной фазе, то фон на выходе усилителя нижних частот после этого уменьшается в несколько раз. Таким же образом, подключив к громкоговорителю  $Gr_1$  ламповый вольтметр и включив в схему цепь отрицательной обратной связи с сопротивлением  $R_{26}$ , проверяется усилитель верхних частот.

Убедившись в исправной работе каналов усилителя, надо подобрать окончательно величину сопротивления  $R_{25}$ ,

определяющего глубину отрицательной обратной связи. Для этого нужно проверить частотные характеристики усилителя отдельно по каналам верхних и нижних частот. Они должны соответствовать характеристикам, изображенным на фиг. 29 сплошными линиями. Если частотные характеристики недостаточно прямолинейны, то следует несколько увеличить глубину отрицательной обратной связи, увеличив сопротивление  $R_{25}$ . Глубина отрицательной обратной связи на крайних частотах звукового диапазона должна быть в пределах 18—20 дБ.



Фиг. 29. Частотные характеристики двухканального усилителя.

Достигнув соответствующей линейности частотных характеристик, необходимо выравнять усиление по каналам. Подавая для этого от звукового генератора на сетку правого триода лампы  $L_2$  напряжение с частотой 400 гц, устанавливаем на выходе канала нижних частот напряжение 1 в. Затем, не изменяя подаваемого напряжения, повышаем его частоту до 5 000 гц и измеряют напряжение на выходе канала верхних частот, которое должно быть также равно 1 в. Если же оно не равно 1 в, то этого значения достигают подбором величины сопротивления  $R_{12}$ .

Указанный способ выравнивания усиления по каналам применим при одинаковых сопротивлениях звуковых катушек громкоговорителей. При других же условиях, устанавливая на выходе канала нижних частот напряжение 1 в, напряжение на выходе канала верхних частот должно быть равно  $\sqrt{R_v/R_n}$ , где  $R_v$  — сопротивление звуковой катушки громкоговорителя верхних, а  $R_n$  — нижних частот.

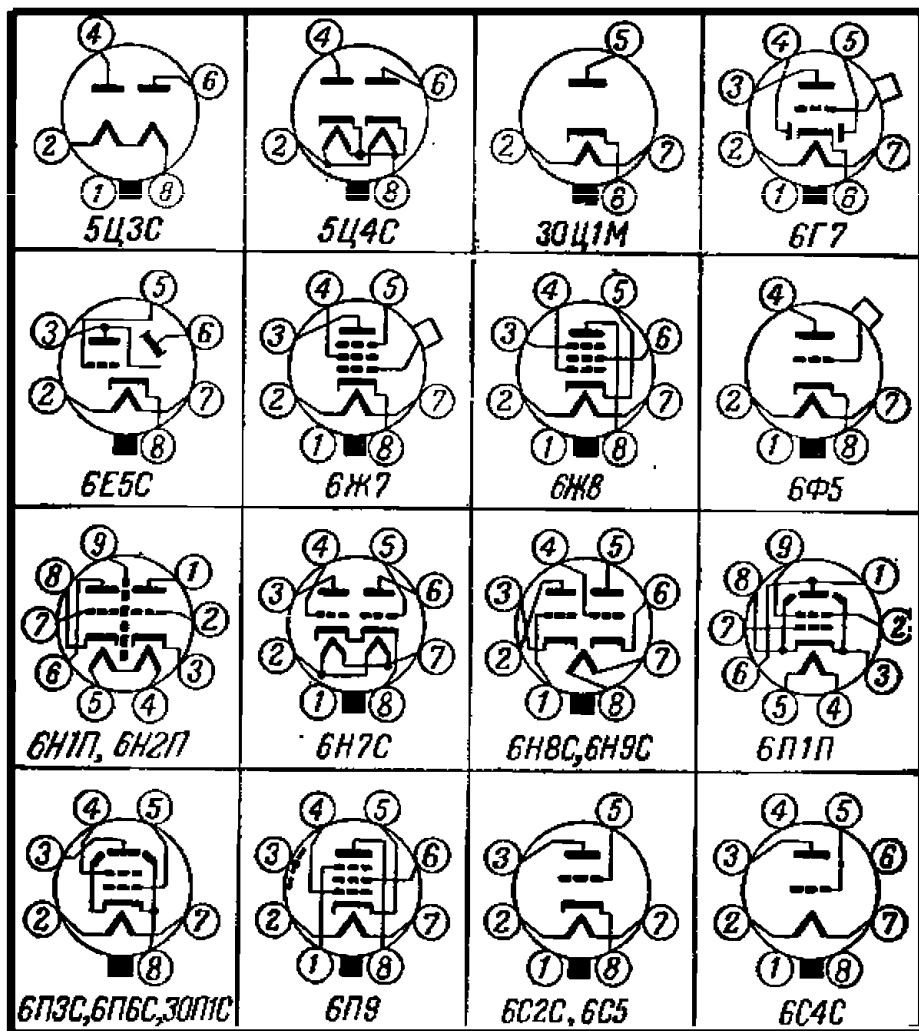
Вывавнив усиление каналов, определяют частоту их раздела, которая должна быть около 800 гц. Если точка раздела (А на фиг. 29) расположена более чем на 3 дб ниже среднего значения частотных характеристик, то необходимое усиление на частоте раздела устанавливается подбором емкости конденсатора  $C_{11}$ .

Откорректировав окончательно частотные характеристики усилителя, надо провсрить работу регуляторов тембра. Для этого звуковой генератор, настроенный на частоту 60 гц, соединяют с входом «Радиоприемник», а к выходу усилителя нижних частот подключают ламповый вольтметр переменного тока. Установив затем регулятор тембра нижних частот (сопротивление  $R_{28}$ ) в положение наибольшего подъема этих частот, регулятором громкости (сопротивления  $R_{14}$  и  $R_{15}$ ) доводят напряжение на выходе усилителя до 2 в. Потом этот же регулятор тембра переводят в положение наименьшего пропускания нижних частот. При этом напряжение на выходе усилителя должно уменьшиться до 0,1 в. Таким же способом, но подавая от звукового генератора напряжение с частотой 10 000 гц и переключив ламповый вольтметр на другой выход усилителя, проверяется работа регулятора тембра верхних частот (сопротивление  $R_{18}$ ). На частоте 1 000 гц при установке обоих регуляторов тембра в любые крайние положения выходные напряжения усилителей не должны изменяться более чем на 15%.

Уровень фона проверяется при замкнутых накоротко входах усилителя, полностью введенных регуляторах тембра и громкости и переведенном переключателе  $\Pi_2$  в положение 1. Измеренное ламповым вольтметром напряжение фона на выходе усилителя нижних частот должно быть не более 0,02 в, а на выходе усилителя верхних частот — не более 0,015 в. Повышенный уровень фона может быть вызван недостаточной фильтрацией анодного напряжения, плохими лампами, а также наводкой переменного тока на цепи управляющих сеток ламп первых каскадов усилителя. В хорошо отрегулированном усилителе фон не должен быть слышен на расстоянии 10—15 см от громкоговорителей.

После регулировки усилитель надо проверить на воспроизведение радиопередач и граммпзаписи.

На схемах показано, в каком порядке расположатся  
штырьки лампы, если смотреть на ее цоколь снизу и вести  
счет штырькам по движению часовой стрелки.



## УКАЗАТЕЛЬ ЛИТЕРАТУРЫ

Для радиолюбителей, интересующихся более полными материалами о конструкциях усилителей низкой частоты, схемы и описания которых помещены в этой брошюре, приводим список журналов, где впервые они опубликованы.

Номера описаний здесь указываются в соответствии с нумерацией содержания брошюры.

1. «Радио», 1952, № 9, стр. 55.
2. «Радио», 1952, № 11, стр. 54—59.
3. «Радио», 1951, № 5, стр. 61.
4. «Радио», 1950, № 3, стр. 43—45.
5. «Радио», 1952, № 1, стр. 48—51.
6. «Радио», 1949, № 9, стр. 58—61.
7. «Радио», 1952, № 3, стр. 38.
8. «Радио», 1949, № 3, стр. 43.
9. «Радио», 1948, № 3, стр. 48 и 49.
10. «Радио», 1952, № 1, стр. 48—51.
11. «Радио», 1952, № 1, стр. 48—51.
12. «Радио», 1953, № 1, стр. 49—51.
13. «Радио», 1953, № 2, стр. 57 и 58.
14. «Радио», 1956, № 8, стр. 34—36.
15. «Радио», 1949, № 12, стр. 42—44.
16. «Радио», 1951, № 8, стр. 56 и 57.
17. «Радио», 1954, № 6, стр. 53—57.
18. «Радио», 1955, № 6, стр. 28 и 29.
19. «Радио», 1956, № 2, стр. 37—39.

Фотокопии со страниц журналов можно заказать отделу внешнего обслуживания Государственной библиотеки имени Салтыкова-Щедрина (Ленинград, 11, Садовая, 18).