



СПЕЦИАЛЬНЫЙ ВЫПУСК РАДИОКОМПЛЕКС СВОИМИ СИЛАМИ

ISSN 0131—1433

Цена 20 коп.
Индекс 71123

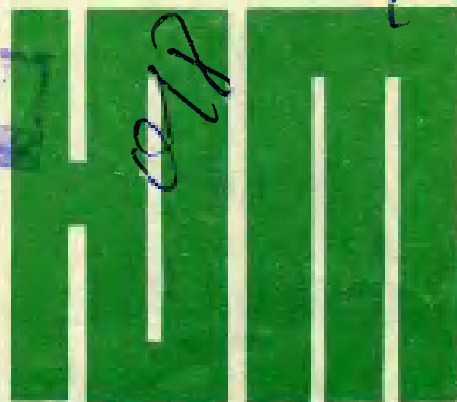
Номер, который вы сейчас держите в руках, адресован тем, кто всерьез увлекается радиоэлектроникой и с нынешнего года внимательно следил за нашей рубрикой. Специальный выпуск — своего рода путеводитель по миру радиоконструкторов — позволит нанести последние штрихи в работе, которую вы начали. С его помощью вы сможете оборудовать усилитель низкой частоты, о котором мы рассказали в № 8 приложения за этот год, тремя дополнительными функциональными блоками: индикаторами различных систем и назначения, эквалайзером, многополосным регулятором тембра и устройством защиты акустических систем. РК, которые здесь использованы, позволяют расширить возможности вашего радиоконкомплекса и сделают его эксплуатацию удобной и безопасной.

А тому, кто к сборке радиоконкомплекса еще не приступил, не поздно заняться этим и сегодня — мы подробно остановимся на переделке РК «Эквалайзер» и создании на его базе мини-радиоконкомплекса.

Более искушенных в радиоэлектронике читателей наверняка заинтересует подробная информация о сборке и модернизации наборов серии «Электроника» — самой лучшей из выпускающихся на сегодняшний день нашей промышленностью. Кому не придется по душе за считанные дни собрать музыкальный центр, который по своим техническим характеристикам и внешнему оформлению стоит вровень с лучшими образцами бытовой аппаратуры самого высокого класса!

Помогут вам в работе и несколько советов по организации рабочего места, и «маленькие хитрости» в электронике, благодаря которым вы сможете быстро и без ошибок собрать любой, даже самый сложный РК.

Кроме того, заглянем мы и в завтрашний день рубрики «Радиоконкомплекс своими силами». На последней страничке этого номера вы узнаете, какие модели из РК появятся на страницах приложения в 1988—1989 годах.



ДЛЯ УМЕЛЫХ РУК

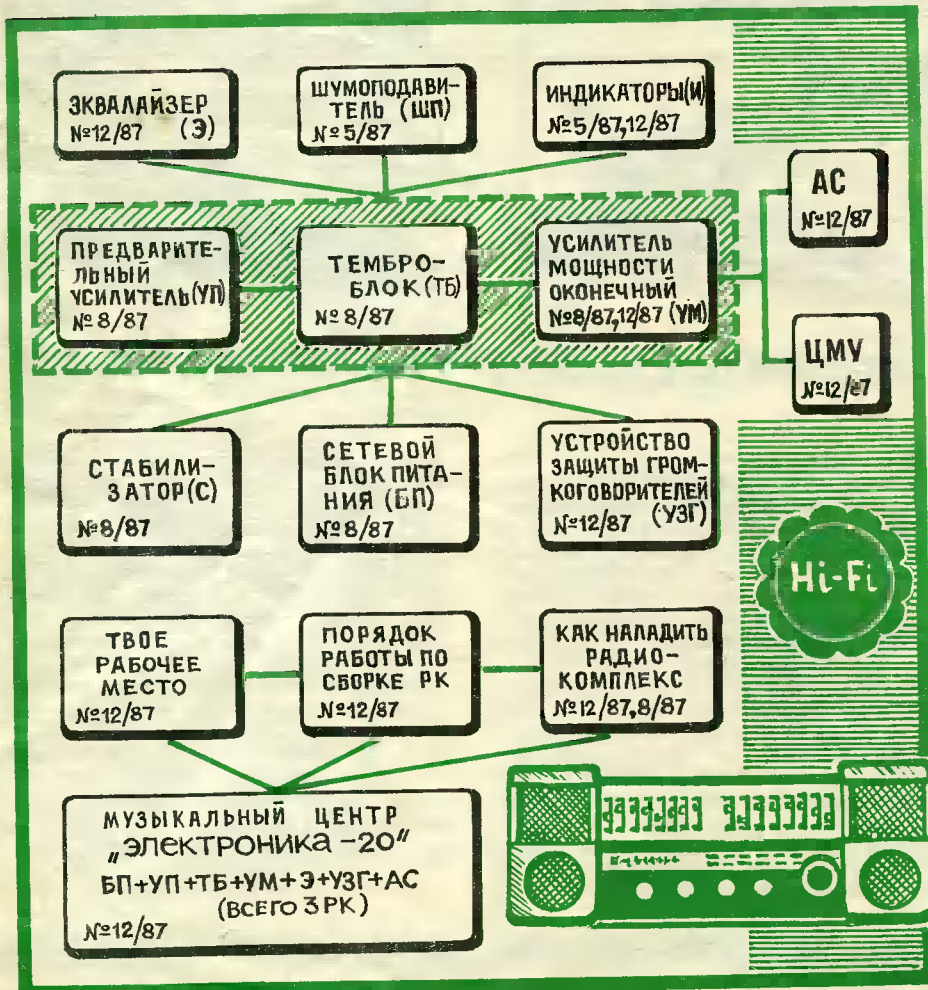
ПРИЛОЖЕНИЕ К ЖУРНАЛУ
„ЮНЫЙ ТЕХНИК“
12 1987

СОДЕРЖАНИЕ

КОГДА КОРОБКА РАСПАКОВАНА	2
ОБОРУДУЕМ УНЧ...	4
СЮРПРИЗЫ РК «ЭКВАЛАЙЗЕР»	9
МИНИ-РАДИОКОМПЛЕКС	10
МУЗЫКАЛЬНЫЙ ЦЕНТР	
«ЭЛЕКТРОНИКА»	12
ЗАГЛЯНЕМ В ЗАВТРАШНИЙ ДЕНЬ	16

В подготовке выпуска принимали участие:

Ю. Бурштейн, А. Грищенко, С. Завапов, Н. Кирсанов, М. Колтовой, С. Мухомедов, М. Симаков, Р. Смирнова.



Главный редактор
В. В. СУХОМЛИНОВ
Редактор приложения
В. А. Заворотов
Художественный редактор
А. М. Назаренко
Технический редактор
М. В. Симонова
Адрес редакции: 125015, Москва,
Новодмитровская, 5а
Тел. 285-80-94
Издательско-полиграфическое
объединение ЦК ВЛКСМ
«Молодая гвардия»
Сдано в набор 29.10.87. Подп. в печ.
20.11.87. А01262. Формат 60×90¹/₈. Печать
офсетная. Условно печ. л. 2. Условн.
кр.-отт. 4. Учетно-изд. л. 2,6. Тираж
1 300 000 экз. Цена 20 коп. Заказ
261. Типография ордена Трудового
Красного Знамени ИПО ЦК ВЛКСМ
«Молодая гвардия». Адрес ИПО:
103030, Москва, К-30, Сущевская, 21.

Когда коробка распакована...

...Не торопитесь сразу браться за паяльник. Сначала надо хорошо подготовить фронт работ — только при этом условии вам удастся быстро и без ошибок собрать РК.

Подготовку начните с тщательного изучения инструкции и проверки комплектности набора. Затем приступайте к отбору деталей. В любой радиосхеме больше всего содержится резисторов, поэтому логичнее начать именно с них. Отложите их в отдельную кучку и рассортируйте по номиналам — если обозначение на каком-либо из них написано нечетко, то не ленитесь измерить его сопротивление омметром. Чтобы потом было удобнее устанавливать резисторы на печатные платы, возьмите несколько кусков пенопласта и втыкайте в них резисторы в порядке возрастания номиналов, как показано на рисунке 1. Любое сопротивление всегда будет у вас под рукой. Аналогичным способом рассортируйте и конденсаторы. Их удобнее раскладывать не только по номиналам, но и по типу — отдельно бумажные, керамические и так далее. Полупроводниковые приборы — диоды, транзисторы и интегральные схемы — отложите в отдельную коробочку и тщательно проверьте их исправность тестером. Пренебрегать этим не стоит, так как в схему РК можно устанавливать только заведомо исправные детали. В противном случае налаживание и поиск пробитого диода или транзистора доставит вам немало неприятностей. Детали корпуса и элементы внеш-

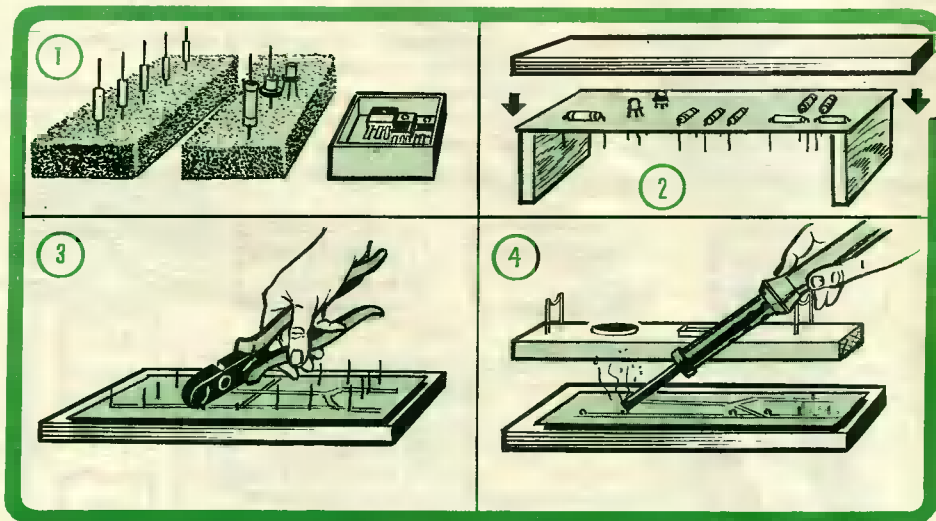
него оформления отложите пока в сторону — они вам потребуются в самую последнюю очередь.

Когда все радиодетали будут аккуратно рассортированы и разложены, возьмите печатные платы блоков РК и внимательно посмотрите, в каком состоянии находятся токоведущие дорожки. Если на них есть тонкий слой окислов, особенно рядом с отверстиями для установки радиодеталей, поверхность надо зачистить шкуркой и облудить с минимальным количеством припоя и канифоли флюса. Дело пойдет быстрее, если удастся раздобыть немного спирта и в пропорции 1:1 или 1:1,5 растворить в нем истолченную в порошок канифоль. Пользоваться таким жидким флюсом очень удобно — раствор можно наносить тонким слоем обыкновенной кисточкой для рисования акварельными красками. Хранить спиртовой раствор канифоли можно только в плотно закрытой посуде, так как на открытом воздухе спирт быстро улетучивается.

При лужении платы обязательно следите, чтобы ни одно отверстие для выводов

но его можно ускорить, если воспользоваться следующим советом: печатную плату поставьте на два деревянных чурбачка, как показано на рисунке 2. Затем, сверяясь с принципиальной схемой и маркировкой на лицевой стороне платы, установите на нее резисторы с номинальной мощностью рассеивания 0,125 и 0,250 Вт. Когда все резисторы окажутся на своих местах, накройте плату сверху фанеркой и переверните тыльной стороной с токоведущими дорожками вверх (см. рис. 3). Выводы обрежьте кусачками так, чтобы они выступали над поверхностью платы не более чем на 1,0—1,5 мм. После этого можете приступать к пайке.

Заниматься ею можно только в хорошо проветриваемом помещении. Старайтесь без крайней необходимости не наклоняться над местом пайки и не вдыхать испарения — в них содержатся ядовитые пары свинца. В условиях домашней мастерской время пайки не должно превышать одного часа. Выдерживать это ограничение полезно еще и потому, что по истечении часа напряженной работы вы неизбежно устанете, внимание начнет рассеиваться, а тут



радиодеталей не запыло припоем или канифолью. Если это все-таки произойдет, то его надо аккуратно прочистить. Возьмите пруток из медной проволоки толщиной 0,5—0,6 мм, слегка заточите конец напильником и облудите. Желательно приделать к нему и ручку из плохо проводящего тепло материала, например из дерева. Заостренный конец прутка поставьте в центр отверстия и прогрейте пруток паяльником. Как только острие проткнет заплыв, уберите паяльник и несколько раз проверните пруток до застывания припоя и канифоли. Следите за тем, чтобы припой не «прихватил» сам пруток — иначе всю процедуру придется повторить сначала.

После того как плата будет полностью облужена, можно приступать к сборке РК. Процесс этот довольно длительный,

недалеко и до ошибок в монтаже. Так что в любом случае советуем вам не спешить.

При работе с печатной платой постарайтесь не задерживать жало паяльника больше 3—5 секунд на одном месте — из-за перегрева печатные дорожки могут отслоиться. А если такое произойдет, отставшую фольгу следует приклеить к плате клеем БФ-2 и место склейки слегка прогреть паяльником.

Когда все резисторы будут установлены и припаяны, займитесь конденсаторами. Припаивают их обычным способом. Поэтому осторожно закрепите плату в тисках.

В последнюю очередь на плату устанавливаются все полупроводниковые приборы — диоды, транзисторы и микросхемы. Все эти детали крайне чувствительны к перегреву, поэтому при их пайке вам надо проявлять особую осторожность. Для от-



вода тепла обязательно пользуйтесь пинцетом и не нагревайте место пайки дольше трех секунд.

Затем еще раз проверьте правильность установки всех деталей на плате: номиналы, полярность включения, надежность пайки. Под сильной лампой внимательно просмотрите тыльную сторону и убедитесь в отсутствии замыканий между токоведущими дорожками — они могут образоваться при неумелой пайке. Ликвидировать замыкание можно так: на место натека припоя положите маленький кусочек канифоли и нагрейте паяльником. А если слой припоя достаточно тонкий, процарапайте его иглой. Места, которые вызывают у вас сомнения, не поленитесь прозвонить тестером. Чтобы удалить с печатной платы неправильно установленную или вышедшую из строя деталь, прогрейте паяльником место ее установки и, пока припой не застыл, выньте пинцетом.

Налаживать схему РК под напряжением можно лишь в том случае, когда такая работа в отключенном от сети состоянии невозможна — настройка, изменение режимов работы транзисторов, устранение самовозбуждения усилителя и тому подобное. При этом будьте очень осторожны и внимательны, ни в коем случае не касайтесь токоведущих частей РК. При налаживании пользуйтесь только инструментами с изолированной ручкой. При измерениях не держите тестер на коленях — его место на рабочем столе. Все провода и щупы автметра должны быть снабжены зажимами «крокодил».

Если ваш РК состоит из нескольких плат и все они соединяются между собой жгутом проводов (он обычно входит в комплект РК), то его распайку надо начать с цепей питания. Здесь требуется быть предельно внимательным — даже самая кратковременная подача напряжения неправильной полярности мгновенно выведет из строя большую часть полупроводниковых приборов. Поэтому каждое соединение нужно проверять по принципиальной схеме с помощью тестера. Если при испытании РК спустя 1—2 минуты какая-нибудь из деталей сильно разогреется, то немедленно отсоедините питание и еще раз проверьте правильность распайки жгута и полярность включения полупроводниковых приборов и конденсаторов. Прежде чем выбросить «сгоревшую» деталь, обязательно проверьте ее тестером.

При работе с электролитическими конденсаторами блока питания после отключения от сети их следует разрядить через мощный низкоомный резистор. Это не лишняя предосторожность — заряд в конденсаторах остается довольно большой, и вас может изрядно ударить током. Все соединения входов-выходов УП с гнездами, регуляторами тембров, громкости и баланса выполняйте только экранированным проводом минимальной длины. Металлическую оплетку обязательно соедините с общим проводом РК.

Ну вот, пожалуй, и все. Надеемся, что наши советы помогут вам. Остальные рекомендации по сборке вы найдете в инструкции, прилагаемых в РК.

РАБОЧЕЕ МЕСТО

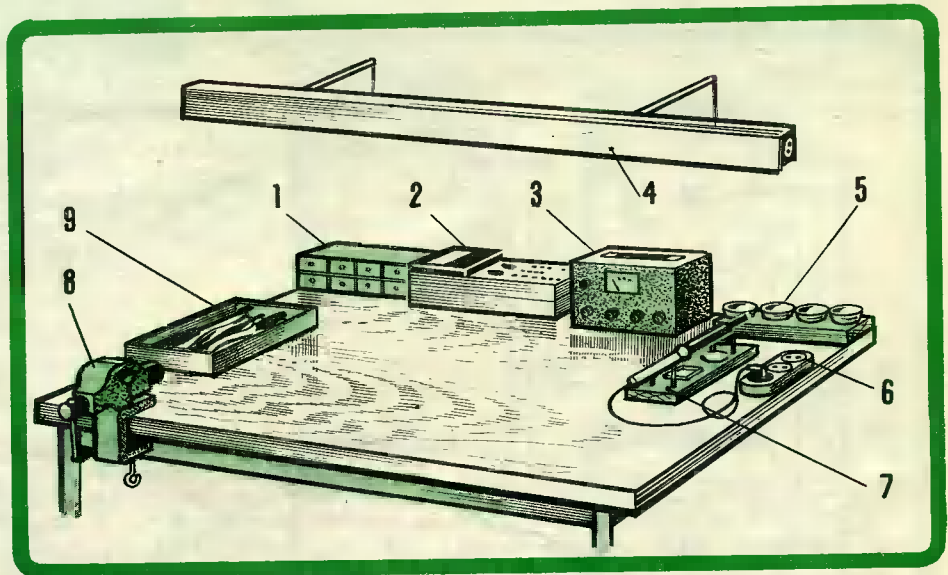
От того, каким оно будет, в немалой степени зависит, насколько быстро будет собран ваш РК. Предлагаем вам несколько вариантов.

Простейшее рабочее место можно оборудовать из листов фанеры или оргалита толщиной 4—6 мм и размерами примерно 600×400 мм. По периметру прикрепите деревянные рейки сечением 15×15 мм и приклейте снизу кусок шинельного сукна, старого пледа или фланели. Это позволит вам устанавливать переносной верстак даже на полированный стол. Конечно, возможности такого верстака невелики, но все же на нем можно выполнить все работы по сборке РК.

Если позволяет конструкция окна, то для устройства рабочего места советуем использовать подоконник. Его необходимо расширить, прикрепив к торцу или к стене сухую широкую доску толщиной не менее 30 мм. Для установки тисков снизу сделайте в ней вырез. На доске закрепите три



детали удобно хранить в самодельной касетнице из спичечных коробок. Радиодетали хранят, воткнув их выводы в кусок пенопласта. Сетевые розетки 5 лучше все-



розетки для открытой проводки и соедините их с сетью. Тогда вам будет удобно пользоваться паяльником и вести испытания РК. Кроме того, здесь можно выполнять самые сложные монтажные, регулировочные и слесарные работы.

А уж если в вашем распоряжении есть старый стол, то рекомендуем сделать верстак на нем и оборудовать его более основательно (см. рис.). Тестер 2 и блок питания 3 должны быть всегда под рукой. Для равномерного освещения советуем использовать одну или две лампы дневного света 4. Крепятса они к стене на высоте 60—70 см над поверхностью стола. Для хранения крепежа и деталей среднего размера можно сделать касетницу из баночек из-под плавленого сыра 5. Мелкие

го расположить в правом дальнем углу стола. Для паяльника постарайтесь сделать отдельную подставку из толстой проволоки и деревянной дощечки 7. На ней же укрепите две жестяных баночки для припоя и канифоли. Тиски 8 расположите слева.

При организации рабочего места надо учесть требования техники безопасности, предусмотреть специальное место для каждого инструмента. Если он хранится на полке, то следует фломастером нанести его контур, а если в ящике 9 — не поленитесь сделать для инструментов специальные гнезда.

Словом, постарайтесь с самого начала сделать все продуманно.

Оборудуем УНЧ...

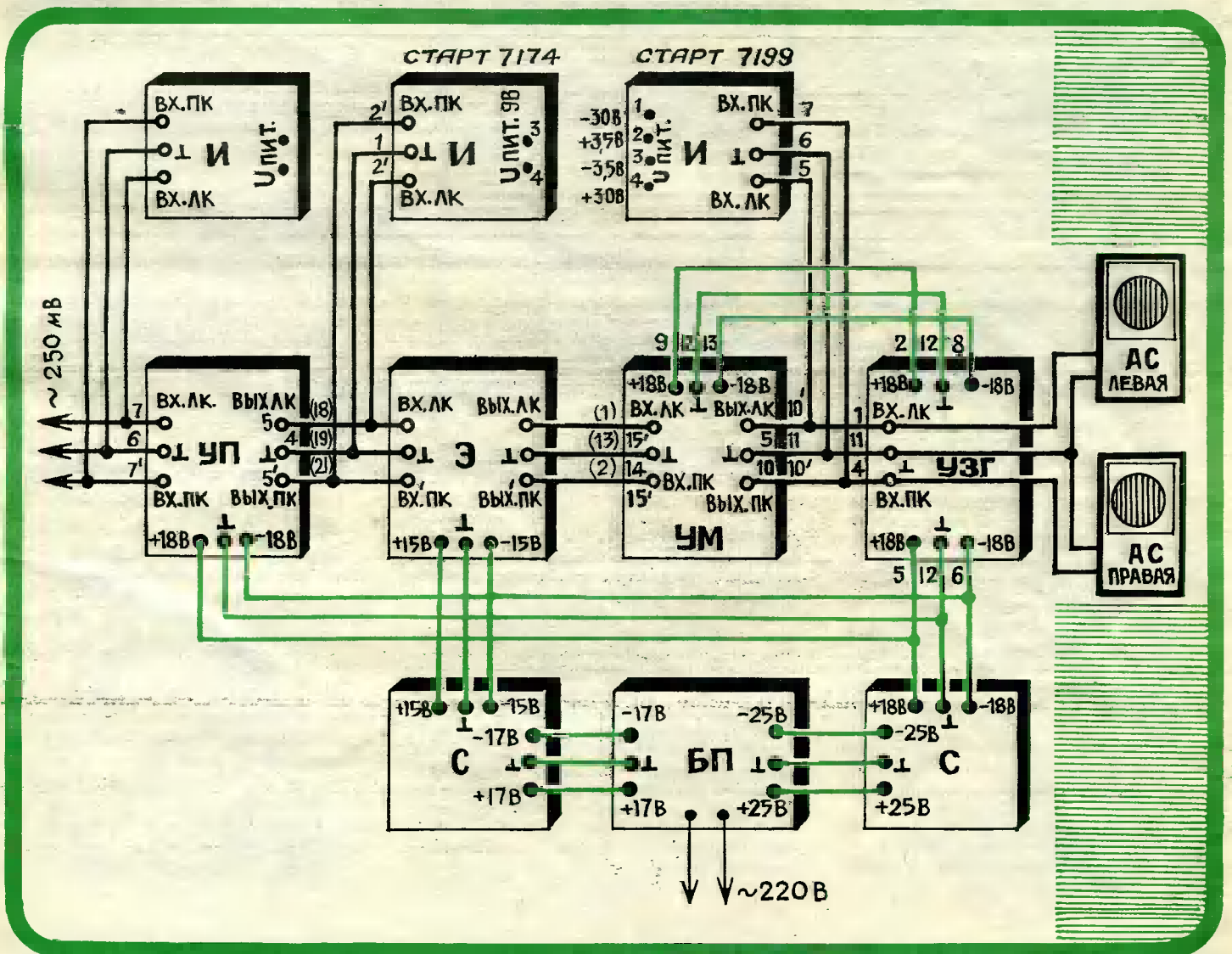
В № 8 приложения за этот год вы уже познакомились с тем, как собрать два варианта усилителя низкой частоты и стабилизированный блок питания для самодельного радиоконкомплекса. Мы надеемся, что многое вы уже сделали, поэтому сегодня речь пойдет о том, как оборудовать радиоконкомплекс эквалайзером (многополосным регулятором тембра), устройством защиты громкоговорителей, индикаторами уровня сигнала и выходной мощности. Применение этих устройств поможет вам улучшить качество звуковоспроизведения, сделает эксплуатацию радиоконкомплекса более удобной.

Никакой переделки РК для этого не потребуется, все блоки радио-

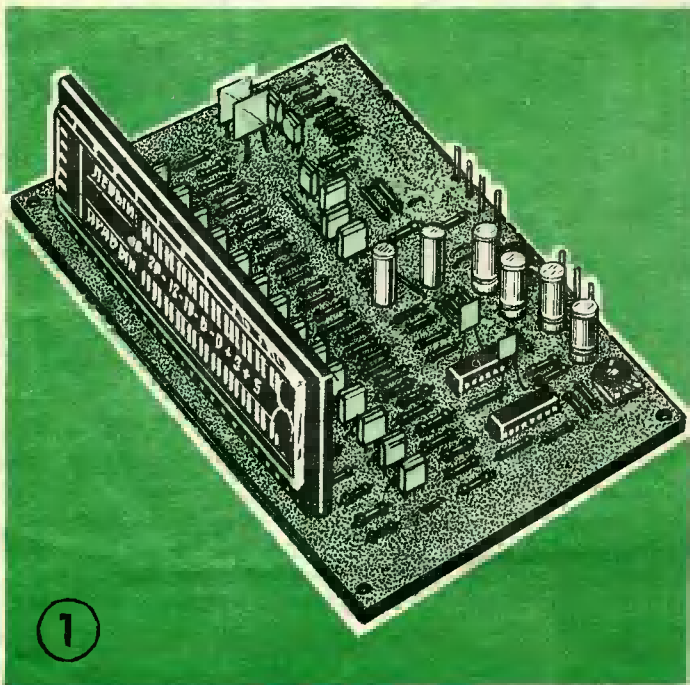
комплекса отлично стыкуются друг с другом, даже несмотря на то, что выпускаются на разных предприятиях. Правильно подключить их друг к другу вы сможете при помощи структурной схемы соединения радиоконструкторов. Нумерация соединяемых контактов РК не соответствует заводской. В блоках УП и УМ в скобках указаны номера контактов РК «Орфей-стерео». Номера контактов, помеченные штрихом, говорят о том, что в стереофоническом варианте используются два радиоконструктора. Это касается наборов «Тонар 1», «Тонар 2», «Эквалайзер» и светодиодного индикатора уровня. Черные линии обозначают сигнальные цепи радиоконкомплекса, а цветом показано соединение проводов питания.

В качестве трансформатора используется уже знакомый вам набор «Блок питания». Со стабилизатором «С1» вы тоже знакомы, а «С2» придется сделать дополнительно. Он будет нужен вам для питания устройств, собранных исключительно на операционных усилителях (ОУ). Подключить его можно к обмотке «2×12 В» РК «Блока питания».

Руководствуясь блок-схемой, которая дана на этой странице, вы сможете быстро и безошибочно соединить все блоки РК и сконструировать такой радиоконкомплекс, каким он вам представляется. Ведь онв предусматривает десятки вариантов конструкции музыкального центра.



...ИНДИКАТОРАМИ



Индикаторы могут показаться излишеством. Какая от них польза? Только светятся да мигают!.. Но это не так.

Применение индикаторов в радиокомплексе позволит быстро, на глаз, оценить уровень сигнала, поступающего на вход усилителя или его выходную мощность. Индикаторы помогут вам избавиться от искажений при воспроизведении звука, которые неизбежно возникают в любых усилителях, если уровень сигнала превышает номинальный, на который рассчитан тот или иной каскад.

Индикаторы могут защитить акустические системы (АС) от перегрузки и выхода из строя в том случае, когда выходная мощность УМ значительно выше той, на которую рассчитаны АС.

Расскажем об индикаторах, которые можно собрать из РК, и как их доработать, чтобы они были способны выполнять эти функции.

РК «Старт-7174» «Светодиодный индикатор уровня» — уже знаком вам по публикации «Реконструируем магнитофон» (№ 5 приложения за этот год). Вход его рассчитан на номинальное напряжение 250 мВ, но его можно использовать для индикации сигналов практически с любой амплитудой, если поставить на его входе делитель напряжения.

Как вы помните, этот РК состоит из несложной схемы управления и четырех светодиодов красного цвета свечения типа АЛ307БМ. Уровень зажигания устанавливается при помощи подстроечных резисторов для каждого светодиода в отдельности. Для стереофонического радиокомплекса вам потребуются два таких РК. Питается он напряжением 9 В.

Набор «Старт-7199» «Световой логарифмический индикатор уровня» значительно сложнее, чем «Старт-7174». В комплект этого РК входит печатная плата и полный набор элементов для сборки двухканального семисегментного индикатора. Его вы можете использовать в качестве индикатора стереобаланса, уровней сигналов на входе-выходе предварительных усилителей или выходе усилителя мощности самодельного радиокомплекса. Уровень сигнала в этом РК высвечивает специальный люминесцентный линейный индикатор П-402 (см. рис. 1). Каждая риска в нем представляет собой лампочку, которая может загораться

отдельно от остальных. Логарифмическим этот индикатор называется потому, что шкала его отградуирована не в милливольтгах, а в децибелах (см. приложение № 2 за этот год).

Устроен он довольно остроумно. Два операционных усилителя (К553УД1) усиливают входные напряжения правого и левого канала и подают их на две линейки транзисторных ключей, каждый из которых открывается только при строго заданном напряжении. Ключ, в свою очередь, соединен с риской индикатора. Так, например, первый ключ линейки открывается при напряжении 1 В и зажигает риску «-20 дБ», а последний, седьмой, открывается при напряжении 17,7 В и зажигает риску «+5 дБ». Для получения таких высоких значений напряжения при низком (около 250 мВ) уровне входного сигнала и используются операционные усилители.

Индикатор П-402, используемый в РК, — двухсеточный. При подаче напряжения на первую сетку светятся риски левого канала, а при подаче на вторую — правого. С помощью симметричного мультивибратора напряжение с большой частотой переключения подается то на первую сетку, то на вторую. В один момент времени работает первая линейка ключей и индицируется уровень сигнала в левом канале, а в другой момент вторая линейка и индицируется уровень сигнала в правом канале. Таким образом, переключаются они с такой скоростью, что на глаз это практически незаметно. Если у вас есть желание поэкспериментировать и более подробно разобраться в устройстве этого РК, то замените керамические конденсаторы С7 и С16 в мультивибраторе на электролитические, емкости 5—10 мкФ и наблюдайте за тем, как изменится работа индикатора.

Технические характеристики РК «Старт-7199» такие:

Напряжение питания I — 30 В.

II — 3,5 В.

Потребляемый ток от источника питания I — 50 мА.

Потребляемый ток от источника питания II — 125 мА.

Максимальное входное напряжение, вариант I — 5 В,
вариант II — 30 В.

Минимальное входное напряжение для развертки информации на всю шкалу индикатора, вариант I — 200 мВ,
вариант II — 1,5 В.

Минимальная длительность регистрируемого импульса — 5 микросекунд.

Время обратного хода — 40 микросекунд.

Индикация информации — двухцветная, дискретно-аналоговая.

Динамический диапазон на частоте 1000 Гц — 25 дБ.

Масса — 120 г.

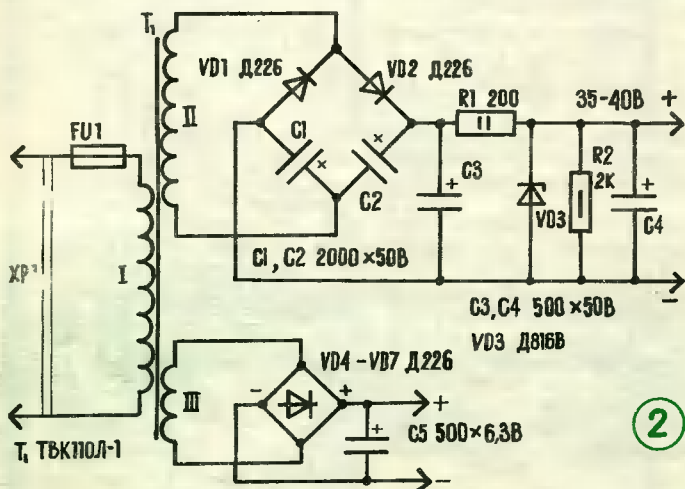
Размеры — 135×95×55 мм.

Цена набора — 29 руб.



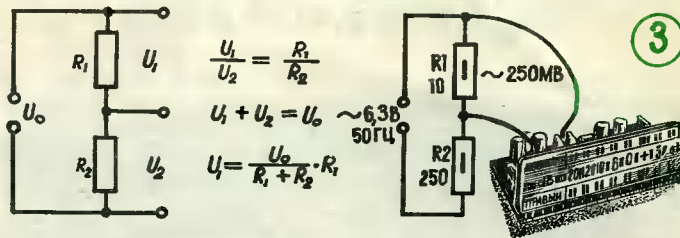
Конструкция индикатора предусматривает два варианта сборки с разной чувствительностью. Это позволит вам без всяких переделок использовать его по своему вкусу — в качестве индикатора уровня сигнала на входе-выходе УП или выходной мощности.

Использовать РК «Старт-7199» в радиокомплексе вам будет несколько труднее, чем «Старт-7174» потому, что для его питания требуется отдельный источник питания с двумя «нестандартными» напряжениями, причем одно из них — 30 В — обязательно должно быть стабилизированным. На первый взгляд самый простой выход — подобрать подходящий сетевой трансформатор с двумя независимыми вторичными обмотками с нужными напряжениями. Но такие трансформаторы, к сожалению, встречаются очень редко, и нет никакой гарантии, что вам удастся его найти. Впрочем, отчаиваться не стоит, если у вас под рукой есть трансформатор ТВК-110Л-1 (см. № 2 приложения за этот год). Как вы помните, именно трансформаторы этой серии мы и предлагали вам использовать в самодельном блоке питания со стабилизатором на 12 В. Правда, у этих трансформаторов напряжение на вторичных обмотках не превышает 12—20 В, а нам необходимо получить 30 В, да еще стабилизированного. Откуда же взять эти недостающие вольты? Выручит вас уже почти забытый в наши дни удвоитель напряжения (см. схему 2). Собран он на двух диодах VD1, VD2 и двух электролитических конденсаторах C1 и C2. В течение одного полупериода выпрямитель через VD1 заряжает до амплитуды переменного напряжения конденса-



тор C1, а в течение второго полупериода заряжает через VD2 конденсатор C2. Оба конденсатора включены последовательно по отношению к нагрузке, и поэтому напряжение на нагрузке (оно уже выпрямлено) равно сумме напряжений на C1 и C2, то есть напряжению, которое подводилось к выпрямителю. Недостаток этой схемы — высокий коэффициент пульсаций. Для их сглаживания на выходе удвоителя установлен электролитический конденсатор фильтра C3. Стабилизировать выпрямленное напряжение проще всего, используя несложный параметрический стабилизатор на мощном стабилизаторе типа Д816В. Резистор R2 установлен для поддержания минимального тока стабилизации, а конденсатор C4 — для дополнительной фильтрации стабилизированного напряжения.

Обмотку на напряжение 2,5 В (после выпрямления у вас



получится как раз 3,5 В) вам придется сделать самостоятельно. Разберите трансформатор, смотайте неиспользуемую вторичную обмотку и на освободившееся место уложите 20—25 витков провода в эмалированной оболочке и диаметром не менее 0,3 мм. Затем соберите трансформатор и испытайте его. Напряжение на выходе стабилизатора может быть в пределах 29—32 В. Если оно меньше, то ошибку следует искать прежде всего в схеме удвоителя напряжения, а если больше, то в схеме стабилизатора. Когда вы убедитесь, что блок питания работает нормально, подключите к нему индикатор и проверьте.

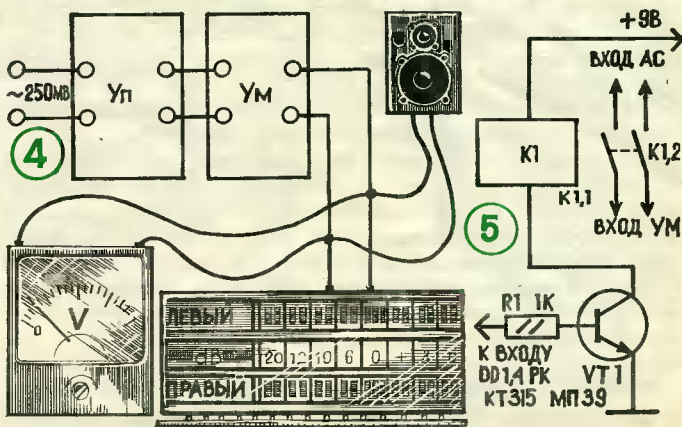
Теперь о том, как в условиях вашей домашней радиостанции отградуировать индикаторы. В любом случае вам обязательно потребуется источник переменного напряжения 250 мВ. Проще всего его сделать на базе элементарного делителя напряжения с питанием от накальной обмотки (6,3 В) любого сетевого трансформатора (см. схему 3).

Если вы хотите использовать РК «Старт-7199» в качестве индикатора входного сигнала, то советуем откалибровать его так. Соедините выводы 7 и 5 платы индикатора перемычкой, включите питание и подайте на его вход напряжение 250 мВ. Затем, вращая движки подстроечных резисторов R1 и R2, добейтесь засветки всех рисок до отметки «0 дБ» включительно — это последние риски, светящиеся зеленым цветом. После этого индикатор можно считать отградуированным.

С градуировкой РК «Старт-7174» «Светодиодный индикатор уровня» дело обстоит несколько сложнее — в нем уровень зажигания каждого светодиода надо выбирать отдельно. Для этого вам придется собрать несколько делителей напряжения, а быстро и грамотно рассчитать их вам помогут формулы, приведенные на схеме 4.

Светодиодный индикатор можно самостоятельно превратить в логарифмический — именно такие индикаторы получили наибольшее распространение в бытовой аппаратуре высокого класса. Удобнее всего пользоваться индикаторами со следующими порогами засвечивания — 1-й светодиод 25 мВ («—20 дБ»), 2-й — 125 мВ («—6 дБ»), 3-й — 250 мВ («0 дБ») и 4-й — 400 мВ («+5 дБ» — «перегрузка»).

А как быть, если вы решили использовать РК «Старт 7199» в качестве индикатора выходной мощности? Приготовьте тестер и эквивалент нагрузки (о том, как сделать последний, см. «Сердце радиокомплекса» в № 5 приложения за этот



...УСТРОЙСТВОМ ЗАЩИТЫ ГРОМКОГОВОРИТЕЛЕЙ

P, Вт	Напряжение на нагрузке, В	
	4 Ом	8 Ом
1	2,0	2,8
2	2,8	4,0
5	4,4	6,3
10	6,3	9,0
15	7,7	11,0
20	9,0	12,6
25	10,0	14,0
35	12,0	16,7
50	14,0	20,0

год). Выход УМ соедините с эквивалентом нагрузки. Его сопротивление должно быть равно сопротивлению АС, с которыми предполагается эксплуатировать радиокomплекс. К нагрузке подсоедините вход индикатора и вольтметр переменного тока с пределом измерения 15—30 В. Выведите регулятор громкости в положение, соответствующее минимальному усилению, и подайте на вход УП переменное напряжение 250 мВ.

Допустим, что нам надо отградуировать индикатор выходной мощности, который будет работать с УМ с номинальной мощностью 25 Вт на нагрузку сопротивлением 8 Ом. По таблице находим значение 25 Вт и определяем, какое напряжение при этом будет на нагрузке 8 Ом — 14 вольт. Затем, постепенно поворачивая регулятор громкости, следим за показаниями вольтметра. Как только стрелка остановится на делении, соответствующем 14 В, можно приступить к настройке индикатора. Вращая движки подстроечных резисторов R1 и R2, добейтесь засветки всех зеленых рисок. После этого настройку РК «Старт-7199» можно считать законченной.

РК «Светодиодный индикатор уровня», к сожалению, напрямую к выходу УМ подключить нельзя. Советуем прибегнуть к помощи делителя напряжения. При выборе номиналов резисторов для делителя помните, что напряжение на его выходе при номинальной выходной мощности должно быть равно 250 мВ. Рассчитать делитель вам помогут формулы на схеме 3 и таблица. При помощи той же таблицы вы можете отградуировать шкалу РК «Старт 7171» не в децибелах, а в единицах мощности — ваттах.

Этот РК можно использовать не только как индикатор. Путем доработки вы легко превратите его в устройство защиты громкоговорителей. Для этого достаточно электромагнитного реле, надежно срабатывающего при напряжении 7—8 В, п-р-п транзистора любой мощности и резистора 1 кОм (см. схему 5). Резистор R1 подключается к выходу транзисторного ключа, управляющего последним светодиодом шкалы, который засвечивается при самом высоком уровне сигнала. Как только ключ откроется, на базу T1 поступит напряжение и откроет его. Реле в коллекторной цепи немедленно сработает и отключит акустическую систему от выхода усилителя мощности радиокomплекса. Когда уровень сигнала на входе индикатора понизится, ключи, следовательно, транзистор VT1 закроются, и реле вновь подключит АС к выходу УМ. Таким устройством целесообразно снабдить оба канала. Аналогичным способом можно доработать и РК «Старт-7199».

Акустические системы (АС), пожалуй, самая уязвимая часть радиокomплекса. При пробое транзисторов в оконечных каскадах УМ или частичном выходе из строя источника питания или стабилизатора АС могут очень быстро «сгореть». Для их ремонта придется разыскивать новые динамические головки, разбирать корпус, словом, неприятностей будет достаточно. Чтобы избежать этого и подстраховаться от возможных поломок, мы предлагаем дополнить ваш самодельный радиокomплекс радиоконструктором «Устройство защиты громкоговорителей».

Из этого набора вы сможете собрать устройство, которое автоматически отключит питание УМ стереофонического радиокomплекса, если на выходе одного из каналов вдруг появится постоянное напряжение (а это может произойти из-за неправильной настройки УМ или пробоя транзисторов в оконечном каскаде). Устройство также блокирует подачу питания, если на выходе стабилизатора или БП отсутствует одна из полярностей напряжения. Работу самого РК можно контролировать при помощи двух светодиодов красного цвета свечения АЛ307АМ. При срабатывании устройства защиты они загораются и сигнализируют, в каком канале возникла неисправность. Расположить светодиоды лучше всего на передней декоративной панели корпуса.

Кроме того, РК «Устройство защиты громкоговорителей» выполняет еще одну очень важную задачу — он практически сводит на нет громкие щелчки, возникающие в акустических системах в момент включения усилителей в сеть. Специальное устройство подключает УМ к питанию не одновременно со всеми остальными каскадами, а спустя 3—4 секунды. К этому моменту все переходные процессы (резкие броски тока и напряжения) в предварительных каскадах усиления заканчиваются. Это позволит продлить срок службы АС.

Собранное из набора устройство контактами 1 и 4 соедините с выходами УМ. Контакты 5, 6 и 12, строго соблюдая полярность, подключите к источнику питания, а 2, 3 и 11 — к клеммам питания УМ. Собранное и налаженное устройство защиты громкоговорителей постарайтесь разместить как можно ближе к гнездам для подключения АС и блоку питания. Это даст вам возможность максимально укоротить монтажные провода и, следовательно, исключит возможность самовозбуждения усилителя. Провода, соединяющие УЗГ с блоком питания, должны быть не тоньше 0,7 мм. При монтаже свейте их в жгут — это уменьшит паразитные наводки.

Радиоконструктор «Устройство защиты громкоговорителей» рассчитан на работу с УМ, питающимся двухполярным напряжением ± 30 В, но его легко можно переделать, если заменить некоторые резисторы в схеме РК, руководствуясь следующей таблицей.

Резисторы	U питания		
	± 18 В	± 20 В	± 25 В
R8	6 кОм	6,8 кОм	8,2 кОм
R9	2,2 кОм	2,5 кОм	3,2 кОм
R13 и R15	1,6 кОм	1,8 кОм	2,3 кОм
R18	2,6 кОм	3,2 кОм	4,1 кОм
R19	68 Ом	72 Ом	91 Ом
R17	91 Ом	125 Ом	250 Ом

...ЭКВАЛАЙЗЕРОМ

Хотя в полном названии нашего РК и присутствует слово «игрушка», по своим характеристикам он мало чем отличается от эквалайзеров, которые устанавливаются в промышленной аппаратуре.

Выпускается этот РК в двух вариантах: монофоническом и стереофоническом. В комплект РК «Эквалайзер монофонический. Электроника» входят печатная плата, девять ОУ типа К544УД1 (один запасной) и все радиокомпоненты для сборки шестиполосного эквалайзера. Цена набора — 22 рубля. В комплект РК «Эквалайзер стереофонический» входят две платы и детали для сборки двух шестиполосных эквалайзеров, сетевой трансформатор, выпрямитель со стабилизатором и корпус. Цена такого набора 60 рублей.

В радиокомплексе удобнее всего использовать первый РК — он дешевле и его проще модернизировать.

Электронная схема шестиполосного эквалайзера выполнена на восьми ОУ К544УД1. Сначала сигнал поступает на вход первой микросхемы, работающей в качестве усилителя тока (повторителя напряжения), а затем на шесть включенных параллельно активных фильтров. Каждый из них собран на двух резисторах, двух конденсаторах и одном ОУ и усиливает строго определенную полосу частот входного сигнала. Частота настройки фильтра определяется емкостью двух конденсаторов. С фильтров сигнал поступает на входы восьмого ОУ, который как бы собирает (суммирует) сигналы снимаемые с каждого фильтра. Перемещая движки переменных резисторов, мы в широких пределах можем менять амплитуду сигнала, снимаемого с фильтров, и, следовательно, изменять по своему желанию АЧХ сигнала. Вот основные характеристики этого РК:

- Количество полос регулировки — 6
- Полосы регулировки — 63, 125, 250, 2500, 8000 и 16 000 Гц.
- Рабочий диапазон частот — от 31 до 20 000 Гц
- Глубина регулировки в каждой полосе эквалайзера — ±10 дБ.
- Напряжение питания — 12—15 В, стабилизированное.
- Потребляемый ток — 15—20 мА.

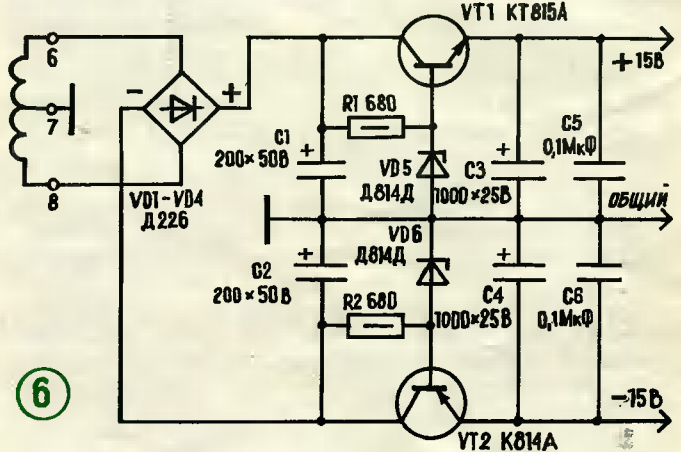
Схема нашего эквалайзера проста и отличается большой надежностью. Одно из преимуществ — относительно широкий диапазон входных напряжений — от 0,25 до 1,0 В.

Это позволяет включать эквалайзер как на входе УП, так и на его выходе. Кроме того, схему можно очень просто переделать и превратить эквалайзер в предварительный усилитель. Об этом мы еще расскажем ниже. А пока остановимся на специальном маломощном стабилизаторе напряжения.

Из-за использования ОУ, которые довольно чувствительны к пульсации питающего напряжения, без стабилизатора вам никак не обойтись. Проще всего собрать несложный стабилизатор по схеме 6. С принципами работы подобных устройств вы знакомы довольно хорошо, поэтому рассказывать о них подробно не будем.

Стабилитрон VD1 (VD2) задает напряжение стабилизации, которое поступает на базу мощного транзистора VT1 (VT2), работающего в режиме усиления тока и одновременно являющегося электронным фильтром. Резистор R1 (R2) задает ток базы VT1 (VT2). На выходе стабилитрона параллельно с электролитическими конденсаторами C3 и C4 установлены керамические C5 и C6, которые делают работу микросхем более стабильной.

Вместо стабилитронов Д814Д вы можете использовать КС515 или любой другой стабилитрон на напряжение 12-15 В. Транзисторы можно заменить на любые другие р-р-р и п-р-п с мощностью рассеивания не менее 0,5 Вт, например на ГТ403 и ГТ404, КТ816 и КТ817 и так далее. Собранный стабилизатор подключите к обмотке «2Х12В» РК «Блок питания».



Энциклопедия РК

РАЗ ПОЛОСКА, ДВА ПОЛОСКА...

Среди деталей РК могут оказаться резисторы, маркированные не привычными цифрами и буквами, а четырьмя или пятью цветными полосками. Такой способ нанесения обозначений непривычен, но он гораздо удобнее традиционного. «Читаются» цветные полоски проще, чем мелкие цифро-буквенные обозначения.

Маркировку резисторов следует читать слева направо. А определить, где правое и где левое, у резисторов просто. Если цветные полоски смещены к краю резистора, то отсчет начинается с него. В том случае, когда полоски занимают всю поверхность корпуса сопротивления, самая широкая полоска является последней. Вот как они расшифровываются.

- 1-я цветная полоска — первая цифра номинала резистора.
- 2-я цветная полоска — вторая цифра номинала резистора.
- 3-я цветная полоска — третья цифра номинала резистора.
- 4-я цветная полоска — множитель.
- 5-я цветная полоска — допустимое отклонение сопротивления резистора от номинала в процентах.

Если на корпусе резистора всего четыре полоски, это значит, что третья цифра сопротивления равна нулю (например, 490 кОм) или что значение сопротивления выражено двумя цифрами (например, 56 Ом). Значение нуля в этом случае определяется множителем (третья цветная полоска). Четвертая полоска соответственно будет обозначать допустимое отклонение от номинала.

Определить номиналы резисторов, маркированных цветными полосками, вы можете по таблице:

Цвет знака маркировки	Номинальное сопротивление, Ом				Допускаемое отклонение сопротивления от номинала, %
	Первая цифра	Вторая цифра	Третья цифра	Множитель	
Серебристый	—	—	—	10 ⁻²	±10
Золотистый	—	—	—	10 ⁻¹	±5
Черный	—	0	—	1	—
Коричневый	1	1	1	10	±1
Красный	2	2	2	10 ²	±2
Оранжевый	3	3	3	10 ³	—
Желтый	4	4	4	10 ⁴	—
Зеленый	5	5	5	10 ⁵	±0,5
Голубой	6	6	6	10 ⁶	±0,25
Фиолетовый	7	7	7	10 ⁷	±0,1
Серый	8	8	8	10 ⁸	±0,05
Белый	9	9	9	10 ⁹	—

Сюрпризы РК «Эквалайзер»

Как мы уже говорили, возможности этого набора не ограничиваются только сборкой шестиполосного эквалайзера. С минимальными затратами средств и времени вы можете легко превратить его в девятиполосный, где основная частота каждой полосы регулировки вдвое выше предыдущей — такие эквалайзеры называются октавными.

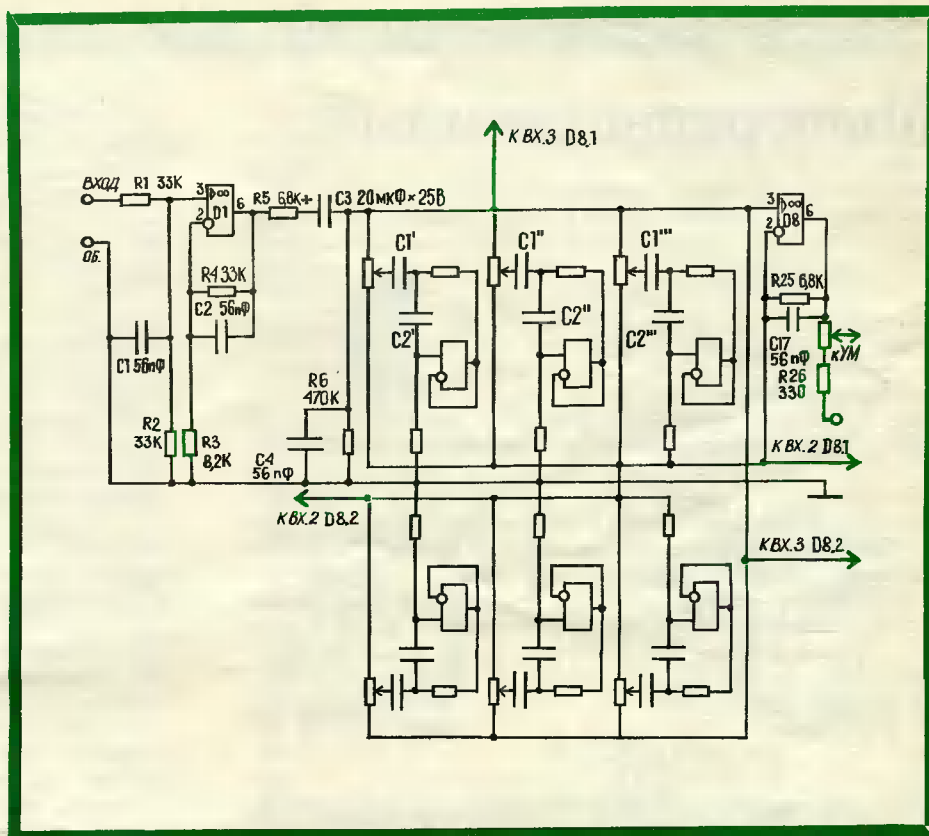
Внимательно рассмотрите принципиальную схему эквалайзера. Обратите внимание, что все шесть активных фильтров подключены к входам сумматора на микросхеме D8 параллельно. Без особого ущерба их количество можно увеличить до девяти или даже двенадцати.

В стереофоническом радиоконтакте используют две платы РК «Эквалайзер «Электроника». Для того чтобы переделать его в девятиполосный, вам потребуется еще одна.

Перерезав в четырех местах токоведущие дорожки печатной платы (места надрезов обозначены цветными стрелками), вы сразу получите два независимых друг от друга блока по три активных фильтра в каждом. Цепи питания и «земля» при этом останутся ненарушенными. Установив по таблице на доработанную плату конденсаторы, вы получите три новых полосовых регулятора тембра с основными частотами 500, 1000 и 4000 Гц. После этого на платах основных РК замените конденсаторы в фильтре «2,5 кГц» — и тогда он превратится в фильтр на 2000 Гц.

Как соединить модернизированные блоки фильтров с платами основного РК, показано на схеме. Монтаж лучше всего выполнить двухжильным экранированным проводом в металлической оплетке, которую обязательно надо соединить с общим проводом («землей»). Вот собственно, и вся переделка.

Правда, у вас возникнут некоторые затруднения с креплением регуляторов на передней панели радиоконтакса. Из-за того, что переменные резисторы припаиваются непосредственно к платам (а их у нас после переделки стало три), расположить их в порядке возрастания частоты не получится. Выход здесь один — соединить контакты регуляторов с платами экранированным проводом. Это позволит вам отказаться от до-



		Фильтры					
50 Гц		1000 Гц		2000 Гц		4000 Гц	
C1'	0,12 мкФ	C1''	0,056 мкФ	C6	0,002 мкФ	C1'''	0,015 мкФ
C2'	.7500 мФ	C2''	3600 пФ	C8	1500 пФ	C2'''	750 пФ

вольно громоздких переменных резисторов СПЗ-23а, которыми комплектуются РК «Эквалайзер» и заменить их на аналогичные, но меньших габаритов. Внешний вид радиоконтакса от такой переделки только выиграет.

Несколько снизить нелинейные искажения и улучшить АЧХ эквалайзера вы можете, заменив микросхемы D1 и D8 на К544УД2 или другие прецизионные ОУ с соответствующими цепями коррекции.

Сюрпризы нашего РК на этом не исчерпываются — заменив в нем резистор R3 в цепи обратной связи, которая определяет коэффициент усиления ОУ D1 по напряжению, вы сразу дополните эквалайзер отличным предварительным усилителем с коэффициентом усиления, по напряжению равным четырем. Это значит, что, если на вход эквалайзера подать сигнал 250 мВ, то на выходе D1 и, следовательно, D8 он будет

равен уже 1В, а этого вполне достаточно для «раскачки» входных трансисторов любого УМ. И уж совсем просто оборудовать получившийся у вас «эквалайзер-усилитель» регулятором громкости. Достаточно вместо R26 установить переменный резистор сопротивлением 47 кОм и соединить его с «землей» резистором 330 Ом (бывший R26) — это предохранит микросхему D8 от выхода из строя при установке движка регулятора в положение, соответствующее минимальной громкости, поскольку выход микросхемы при этом соединяется с землей.

Такая переделка эквалайзера позволит отказаться от использования в радиоконтакте специального предварительного усилителя. В первую очередь советуем заменить плату «УК» РК «Орфей-стерео» на переделанный эквалайзер. Можно его использовать и с другими РК УМ, о которых и пойдет речь дальше.

Мини-радиокомплекс

Его вы можете легко и быстро собрать, если к эквалайзеру — ПУ, о котором мы только что рассказали, подсоедините блоки оконечных усилителей мощности (УМ). Мы познакомим вас с двумя такими наборами для сборки УМ — это «Старт 0058 УМНЧ-моно» и «УНЧ 20 Вт оконечный».

В комплект обоих РК входят монтажные платы, полный набор деталей для сборки УМ и радиаторы для охлаждения выходных транзисторов.

Несмотря на то, что в схеме первого РК двенадцать кремниевых транзисторов, а второго — 10, построены они по одному и тому же принципу, с которым вы знакомы по другим РК: дифференциальный каскад — каскад усиления по напряжению — выходной каскад (усилитель тока).

Есть в электронных схемах этих РК особенность, с которой вы прежде не сталкивались: применение температурной стабилизации базовых токов транзисторов выходного каскада. Дело здесь в том, что во время работы транзисторы, особенно выходные, сильно нагреваются, и из-за этого многие их параметры резко меняются. Если их не стабилизировать, то усилитель будет хорошо работать лишь в первые 5—10 минут, а потом либо потеряет «голос», либо начнет сильно искажать звук. Чтобы этого не случилось, в мощные транзисторные усилители приходится вводить термокомпенсацию. В нашем случае термокомпенсирующим элементом в схемах обоих РК является маломощный кремниевый транзистор, который закрепляется на теплоотводящем радиаторе одного из выходных транзисторов. Нагреваясь вместе с радиатором, он меняет свои характеристики и «автоматически» (в этом и заключается «изюминка» схемы) подстраивает режим работы остальных транзисторов.

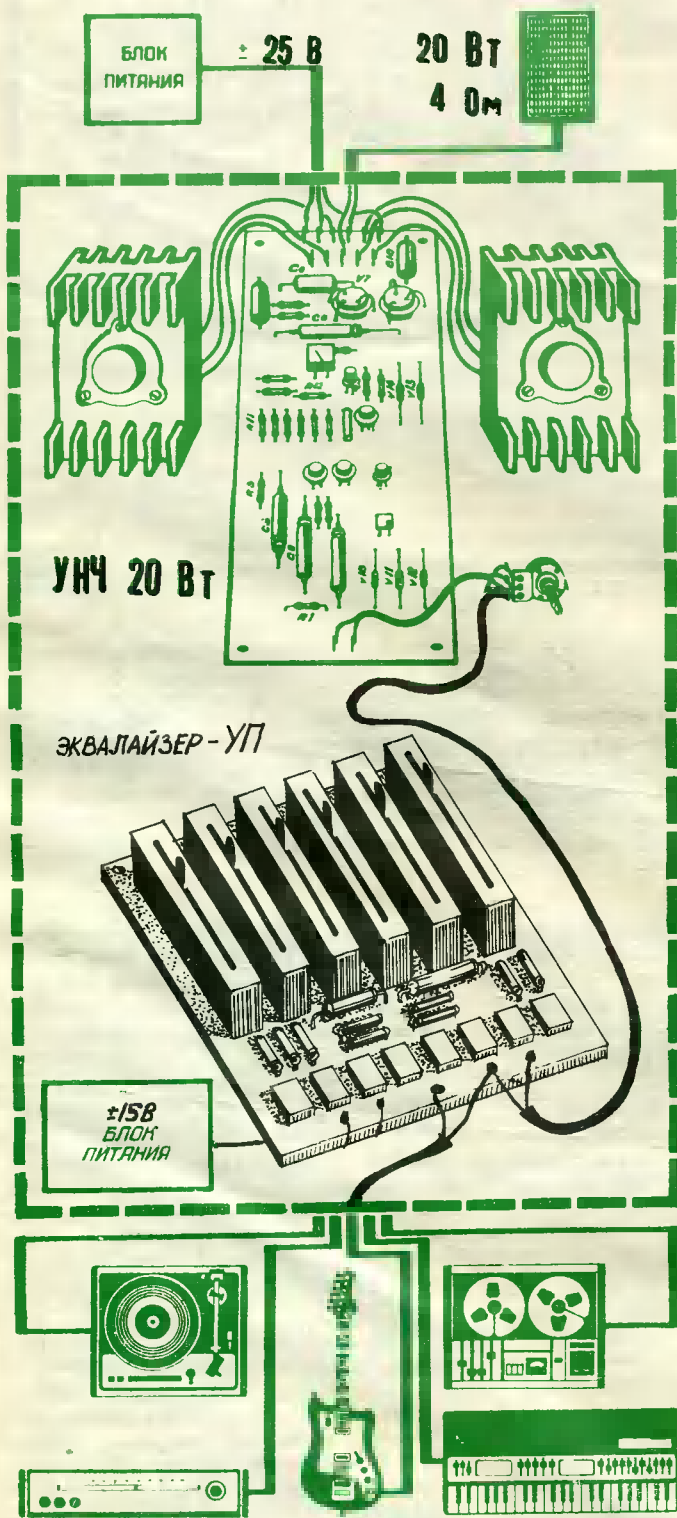
Теперь о технических характеристиках этих РК (в скобках даны данные РК «УНЧ-20 Вт»):

Рабочий диапазон частот — 20 — 20 000 Гц.
 К. — не более 1 (0,7%).
 Номинальная выходная мощность — 20 Вт.
 Номинальное сопротивление нагрузки — 4 Ом.
 Уровень фона — не менее — 60 (-70) дБ.
 Чувствительность — 250 мВ или 1(1) В.
 Напряжение питания — двухполярное, ± 25 В.
 Потребляемый ток — не более 1,5 А.

Несмотря на то, что в схеме РК «Старт-0058» на два транзистора больше, чем в «УНЧ-20 Вт», параметры последнего несколько выше, недаром он так популярен среди радиолюбителей. Но у РК «Старт-0058» есть ощутимое преимущество — он предусматривает два варианта сборки: чувствительностью 1 В и 250 мВ. Это позволяет подключать его через эквалайзер или простейший регулятор тембра на микросхеме K548УН1 (см. № 5 приложения за этот год) к линейному выходу магнитофона или проигрывателя, в то время как РК «УНЧ-20 Вт» требует специального предварительного усилителя или модернизированного «Эквалайзер-УП», о котором вы только что прочитали.

О том, как собирать и налаживать собранный из РК УНЧ, достаточно подробно рассказано в инструкции к РК и в материале «Сердце радиокомплекса» в № 8 приложения. Но мы хотим дать еще несколько полезных советов, которые наверняка пригодятся в работе.

Проверку и налаживание начните с блока питания. Сначала замерьте напряжение на вторичных обмотках сетевого трансформатора. Оно должно быть порядка 23—27 В относительно общего провода. Затем убедитесь в исправности диодного мостика и электролитических конденсаторов фильтра питания. Неисправность хотя бы одного из них может привести к тому, что при работе усилителя



будет прослушиваться сильный фон переменного тока. Когда вы убедитесь, что с блоком питания все в порядке, переходите к настройке самого усилителя.

Если, несмотря на отсутствие ошибок в монтаже, работа усилителя будет сопровождаться сильными искажениями и свистом, то в первую очередь вам стоит проверить все провода, соединяющие плату усилителя с розеткой входа и регуляторами громкости и тембра.

В большинстве случаев эти недостатки бесследно исчезают, если заменить все соединительные провода на экранированные с металлической оплеткой. После замены обязательно постарайтесь «заземлить» оплетки проводов в одной или двух точках на плате. Если это не поможет и усилитель будет свистеть и завывать по-прежнему, то причину самовозбуждения нужно искать в самом усилителе. Чаще всего это плохо пропаянный или неисправный конденсатор или резистор в схеме РК.

Теперь об одной возможной неисправности. Может случиться так, что у собранного вами усилителя вдруг «сядет» голос и музыка будет лишь чуть слышна даже при выведении регулятора громкости в положение, соответствующее максимальному усилению. Чаще всего это происходит от «пробоя» электролитического конденсатора С1, установленного на входе усилителя. Эта неисправность

характерна для большинства УНЧ, в том числе и промышленного производства, так что советуем вам ее хорошо запомнить.

Оба РК, о которых мы ведем речь, рассчитаны только на работу с нагрузкой (акустическими системами) сопротивлением не больше 4 Ом. Если к выходу усилителя подключить АС с сопротивлением 8 Ом, то мощность, отдаваемая в нагрузку, уменьшится вдвое.

Несколько улучшить качество звука воспроизведения усилителя вы сможете, используя для питания стабилизатор или подобрав попарно (по статистическому коэффициенту усиления по току) транзисторы выходного каскада. Максимальный эффект вы получите, если выполните все эти рекомендации, но зачастую хорошие результаты дает выполнение хотя бы одной из них.

В РК «УНЧ-20 Вт» вы можете в нешироких пределах варьировать чувствительность усилителя, меняя соотношение резисторов цепи обратной связи R6 и R7. Уменьшая сопротивление R6 до нескольких сотен ом, можно добиться повышения чувствительности усилителя, правда, тогда возрастет риск самовозбуждения. Так что делать это надо очень осторожно.

Для питания этих РК подойдет уже хорошо знакомый вам набор «Блок питания».

ЭКРАН ДЛЯ ЦМУ

Семейство РК, из которых можно собрать цветомузыкальную установку, пожалуй, самое многочисленное и... однообразное. Все электронные схемы здесь построены по одному принципу. Сигнал с линейного выхода радиокомплекса поступает на три или четыре фильтра, которые разделяют его соответственно на три или четыре полосы частот. Каждый фильтр соединяется с усилителем тока и напряжением, в нагрузку которого включены гирлянды ламп накаливания.

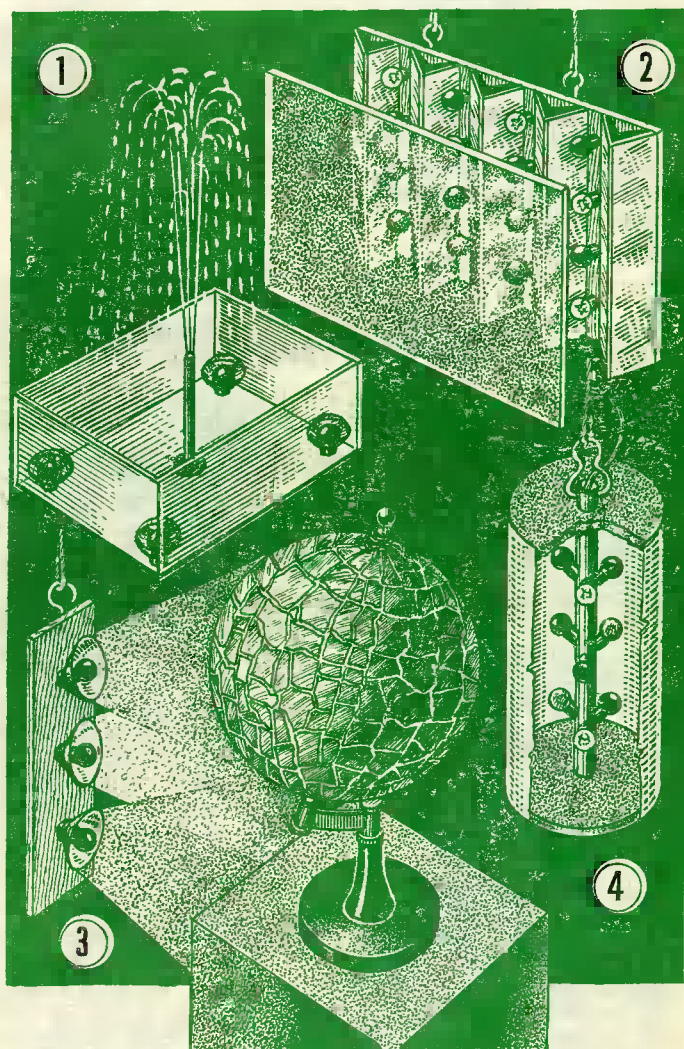
Как правило, сама электронная схема ЦМУ в переделке не нуждается, но над конструкцией светорассеивающего экрана стоит подумать, здесь дело за вашей фантазией и вкусом. Мы предлагаем вам несколько оригинальных и несложных вариантов.

Самый простой экран можно сделать из полистиролового плафона для ламп с ребристой поверхностью (см. рис. 4). Гирлянды лампочек лучше всего закрепить на тонкой алюминиевой трубке, помещаемой в центр плафона.

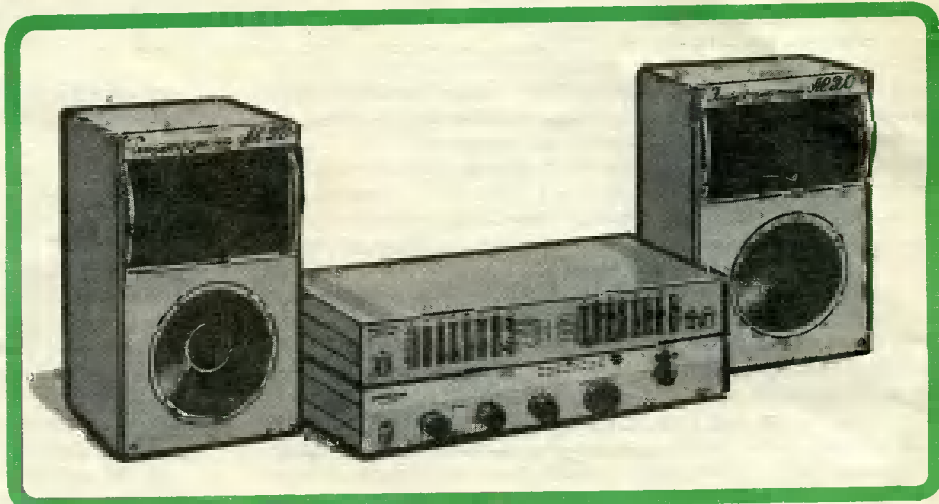
Экран можно сделать и плоским, как показано на рисунке 2. В этом случае лампы закрепите на фанерной панели, а между ними установите шалашиком обрезки зеркал (например, от игрушки «калейдоскоп»). Затем закройте панель матовым оргстеклом или, что еще лучше, листом полупрозрачного декоративного пластика.

Очень эффектно использовать в качестве светорассеивающего экрана ЦМУ... струю воды. Если у вас дома есть увлажнитель воздуха с фонтанчиком, сделайте для ламп простейшие рефлекторы и расположите их на корпусе увлажнителя так, чтобы на них не попадала вода. Игра цветов на мельчайших, взвешенных в воздухе каплях воды создает изумительный, особенно в темноте, эффект.

Для цветомузыкального оформления комнаты или небольшого зала пригодится и старый глобус, если вы его оклеите осколками зеркал или старых елочных игрушек. Когда вы направите на такой шар световой поток от ламп ЦМУ, по стенам и потолку побегут разноцветные зайчики.



Музыкальный центр «Электроника»



В ряду радиолюбителей, о которых мы уже рассказали, особое место занимает единственная в своем роде серия наборов для радиолюбителей «Электроника», выпуск которых освоен на винницком заводе при ЦКБ измерительной техники. Из них вы сможете собрать высококачественный полный стереофонический усилитель низкой частоты с устройством защиты громкоговорителей (УЗГ) и светодиодным индикатором выходной мощности (набор «Электроника-20»), восьмиполосный графический стереофонический эквалайзер («Электроника-Э20») и двухполосные акусти-

ческие системы («Электроника-АС20»). В конце 1988 года серия пополнится набором «Электроника-М20» для сборки стереофонического двухкассетного магнитофона-приставки. Из наборов этой серии уже сейчас можно собрать музыкальный центр, который по своим техническим характеристикам вполне может соперничать с промышленной аппаратурой самого высокого класса, а затем дополнить его магнитофоном-приставкой.

Помимо радиокомпонентов, в комплект радиолюбителей входят

и все необходимые детали для сборки корпусов. Продуманность конструкции корпусов и современный дизайн элементов внешнего оформления позволяют вписать эквалайзер, акустические системы, а затем магнитофон в один комплекс (стойку). Радиолюбители серии «Электроника» можно использовать и отдельно, как законченные функциональные блоки для любого сконструированного вами радиокомплекса. А теперь мы более подробно расскажем вам о каждом наборе в отдельности и остановимся на способах их модернизации.

УСИЛИТЕЛИ «ЭЛЕКТРОНИКА-20»

Набор содержит узлы, детали и конструктивные элементы, из которых буквально за несколько вечеров можно собрать законченный усилитель низкой частоты, состоящий из шести печатных плат, предварительного усилителя с блоком питания и защитой акустических систем, темброблока, двух усилителей мощности, индикатора уровня выходной мощности и платы индикации сети. Конструкция усилителя позволяет разместить в нем дополнительные, улучшенные и усовершенствованные самодельные блоки, например, шумоподавитель, микрофонный усилитель и т. д. Цена набора 95 рублей.

Электронная схема стереоусилителя «Электроника-20» выполнена на двух сдвоенных операционных усилителях КМ551УД2 (усилитель-корректор и предварительный усилитель) и маломощных кремниевых транзисторах.

В качестве индикаторов выходной мощности используются две линейки из шестнадцати (2×8) светодиодов КИПМО1Б-1К, установленных на передней панели усилителя. Схема индикаторов собрана на двух ИМС К1003ПП1, специально предназначенных для управления восьмисегментными светодиодными индикаторами. Чувствительность индикаторов можно регулировать. Еще три светодиода типа АЛ307БМ индицируют подключения входов усилителя, а четвертый — сигнализирует о включении усилителя в сеть. Все блоки радиолюбителя, за исключением усилителя мощности, питаются стабилизированным напряжением от нескольких «местных» стабилизаторов, установленных на платах А1, А2 и А5.

Собранный из набора стереоусилитель имеет входы для подключения электромагнитного звукоснимателя («ЗС»), радиоприемника, магнитофона, пьезоэлектрического звукоснимателя, линейного выхода другой радиоаппаратуры («УН1», «УН11»), а также эквалайзера, предварительного усилителя или усилителя мощности («Вых. ПУ-Вх. УМ») и стереотелефонов.

РК дает нам возможность заняться техническим конструированием электронных узлов и получить практические навыки в области радиоэлектроники, а самое главное — ощутить радость творчества от самостоятельной сборки серьезного сложного изделия. В конструкции предусмотрено два варианта сборки усилителя:

- I — выходной мощностью 20 Вт на нагрузке сопротивлением 8 Ом,
- II — выходной мощностью 10 Вт на нагрузке сопротивлением 4 Ом.

Правильно собранный стереоусилитель обеспечивает следующие параметры:

чувствительность по входам:	
«ЗС»	2 мВ
«УН1», «УН11»	200 мВ
«УМ»	1000 мВ
коэффициент гармоник на частоте 1000 Гц при номинальной выходной мощности — не более	0,15%
переходные затухания между каналами на частоте 1000 Гц, дБ, не менее	50
потребляемая от сети мощность, Вт, не более	75
отношение сигнал / невзвешенный шум со входов, «УН1», «УН11», дБ, не менее	70
диапазон эффективно воспроизводимых частот, Гц, не менее	20—30 000.

Вот ряд технических характеристик, не приведенных в инструкции по сборке усилителя:

Коэффициент демпфирования в диапазоне воспроизводимых частот, не менее	30
пределы регулирования стереобаланса, дБ, не менее	12
пределы регулирования тембров на частотах:	
НЧ 40 Гц, дБ, не менее	$\pm 10 \pm 2$
ВЧ 16 000 Гц, дБ, не менее	$\pm 10 \pm 2$
Пределы регулирования уровня громкости, дБ, не менее	60.

Все характеристики входов и выходов усилителя стандартные, то есть позволяют подключить к нему любую отечественную бытовую радиоаппаратуру. Вот некоторые из параметров входов-выходов усилителей «Электроника-20».

Сопротивление входов, кОм.

«ЗС»	47
«УН1», «УН11»	220
«УМ»	10
ЭДС перегрузки со входов, В, не менее	
«ЗС»	0,05
«УН1», «УН11»	5
выходное напряжение на выходе «ПУ», В, не менее	1
выходное сопротивление на выходе «ПУ», кОм, не более	1
выходное сопротивление на выходе для подключения стереотелефонов, кОм	0,12
Номинальная выходная мощность на выходе для подключения стереотелефонов, мВт, не более	100

В усилителе предусмотрена защита акустических систем от постоянного напряжения на выходе, возникающего вследствие возможной неисправности усилителя мощности и устранения щелчка при включении. Усилитель имеет защиту от короткого замыкания на выходе, предусмотрены отдельные по каналу индикаторы уровня выходного напряжения и перегрузки акустических систем. Имеется световая индикация питания, отдельные по низким и высоким частотам регуляторы тембров.

Конструктивно усилитель выполнен в металлическом корпусе со стальным штампованным шасси, на котором устанавливаются печатные платы и трансформатор. Корпус образован двумя радиаторами, панелями лицевой и разъемов, верхней и нижней крышками. На панель разъемов выведены розетки для подключения источников сигналов и акустических систем. На лицевой панели размещены регуляторы громкости, стереобаланса, тембра, переключатель входов, выключатель сети и его индикация, индикаторы выходной мощности и перегрузки (см. рис.).

Ко входу «ЗС» «Электроника-20» подключают выход электропроигрывающего устройства с магнитным звукоснимателем. Он не имеет встроенного корректирующего усилителя, поэтому вход называют «корректирующим». Следует помнить, что ошибочное подключение к нему, например, линейного выхода аппаратуры, имеющего в 100 раз большее выходное напряжение (250 мВ), может привести к выходу из строя акустических систем или предохранителей внутри усилителя.

Входы «УН1» и «УН11» одинаковы по характеристикам и назначению, к ним можно подключить линейный выход магнитофона, электрофона или тюнера. Есть у «Электроника-20» и особый вход — «Вых. Пу-Вход УМ», который при обычном режиме эксплуатации закрыт специальной заглушкой (она входит в комплект РК), соединяющей между собой предварительный усилитель с усилителем мощности. Вынув заглушку, вы сможете подключить к усилителю мощности «Электроника-20» выход какого-либо предварительного усилителя с большими функциональными возможностями, лучшими характеристиками или, к примеру, с микрофонным входом. Аналогичным способом можно выход предварительного усилителя «Электроника-20» соединить с входом более мощного или качественного усилителя мощности. Однако удобнее всего подключить к этому разъему эквалайзер, собранный из набора «Электроника-Э20», соединительный кабель которого распаян таким образом, что на вход эквалайзера по-

дается выходное напряжение предварительного усилителя, а на вход усилителя мощности — выходное напряжение эквалайзера. Эквалайзер при этом как бы включается в разрыв усилительного тракта.

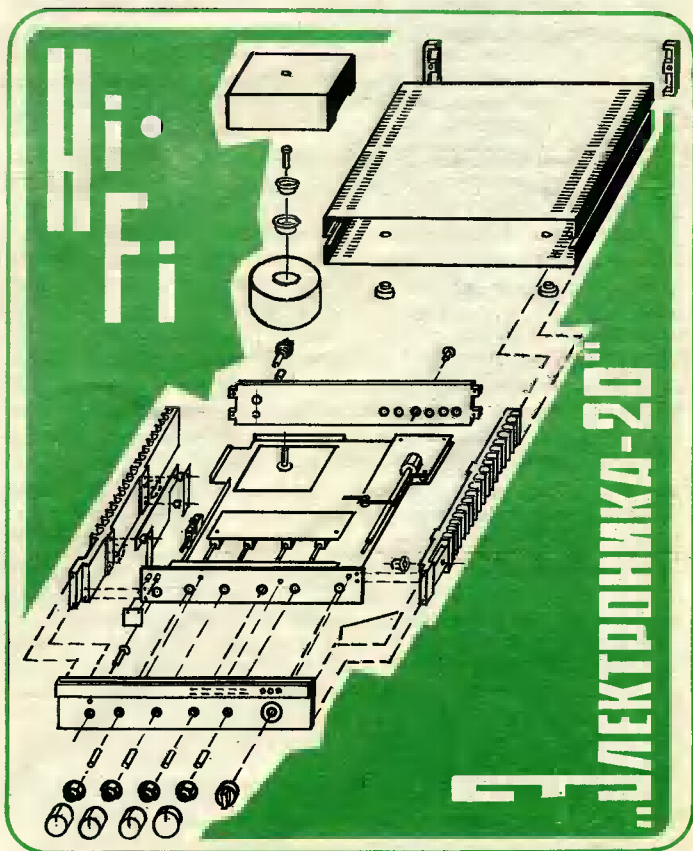
Возможно также подключение выхода эквалайзера ко входам «УН».

Источник сигнала при этом соединяется непосредственно с входом эквалайзера. Выход «Вых. Пу» можно использовать также для записи на магнитофон сигналов с источников, подключенных ко входам усилителя. Источник выбирается переключателем входов, а регуляторами тембров и стереобаланса вы можете установить желаемую окраску звучания, компенсировать недостатки воспроизводимой фонограммы по частотной характеристике и уровням сигналов по каждому каналу в отдельности.

Усилитель «Электроника-20» имеет выход для подключения стереотелефонов, расположенный сбоку на правом радиаторе. Он, правда, не оборудован устройством для отключения акустических систем, поэтому вам их придется отсоединять вручную. Впрочем, в радиолобительской литературе описано достаточно много способов отключения акустических систем при подключении стереотелефонов, поэтому решить этот вопрос разработчики радиоконструктора предоставили вашей технической фантазии и смекалке.

Выход усилителя рассчитан на подключение акустических систем сопротивлением 8 Ом; при этом наиболее полно реализуются заложенные в усилителе технические характеристики. Под это сопротивление нагрузки настроен и порог срабатывания защиты от перегрузки усилителя мощности и цифровка индикатора выходной мощности.

При работе на нагрузку в 4 Ом токи выходных транзисторов увеличиваются и схема защиты срабатывает раньше, так что выходная мощность усилителя не может превысить заранее установленный предел. Так для АС сопротивлением 8 Ом в I варианте сборки номинальная выходная мощность составит 20 Вт, а при работе на нагрузку 4 Ом во II варианте сборки при замене резистора R9 вдвое понижается чувствительность усилителя мощности и его номинальная выходная мощность будет огра-



НАБОР «ЭЛЕКТРОНИКА-Э20»

ничена всего 10 Вт. Срабатывание схемы защиты в этом случае будет заметно на слух в виде щелчка и потрескиваний в акустических системах при пиковых уровнях сигнала.

Можно несколько сдвинуть порог срабатывания защиты и увеличить номинальную выходную мощность практически до 20 Вт при нагрузке 4 Ом, уменьшив сопротивления резисторов R18 и R19 с 820 до 560 Ом, одновременно последовательно с ними следует включить кремниевые диоды типа (КД521, КД522, Д220 или другие) с R18 катодом на корпус, с R19 анодом на корпус, что компенсирует возможные искажения сигнала при переходе на 4-омную нагрузку при больших мощностях. Длительная эксплуатация усилителя с АС сопротивлением 4 Ом при значительных уровнях громкости может привести к перегреву трансформатора и радиаторов охлаждения выходных транзисторов.

Отметим, что технические характеристики, приведенные в инструкции при сборке, взяты с большим запасом в расчете на разброс параметров комплектующих изделий, отсутствие профессиональных навыков у собирающих усилитель. Опытный радиолюбитель, имеющий под рукой средства измерения, может получить от усилителя гораздо большую отдачу по многим параметрам.

Учитывая, что основную долю в гармонических искажениях составляет искажение типа «ступенька», вторая гармоника и спектральные составляющие подвозбуждения, при тщательной настройке усилителя с использованием средств измерения (измеритель нелинейных искажений), можно достичь коэффициента гармоник 0,05% и еще лучших результатов при использовании спектральных методов измерений, применяемых при оценке качества современных промышленных изделий.

Искажение типа «ступенька» устраняется тщательной установкой тока покоя усилителей мощности резистором R15, а при необходимости и подбором количества диодов VD4—VD6, при этом обязателен осциллограф или измеритель нелинейных искажений. Уменьшить долю второй гармоники в усиленном сигнале можно увеличением коллекторного тока эмиттерных повторителей в блоке регулятора, для этого номинальные значения резисторов R30, R31 уменьшают до 7,5 кОм.

Исключить в спектре усиливаемого сигнала высокочастотные составляющие от подвозбуждения усилителей мощности можно, тщательно подобрав корректирующие конденсаторы C2, C4, C8, C9, C11 в блоках усилителей мощности. При этом вам придется исследовать осциллограмму выходного сигнала в режимах большого и малого сигналов, под нагрузкой на ходу. Сделать это можно в радиокружке или на станции юных техников.

Устойчивость усилителя (так называют способность усилителя не возбуждаться) в значительной мере определяет надежность его работы и сохранность акустических систем.

В заключение несколько советов по эксплуатации усилителя. Включение усилителя осуществляйте только после завершения всех подключений к разъемам. Не допускайте перегрева радиаторов усилителя. Определить это можно на ощупь: если на радиаторе невозможно в течение 3—5 с удержать руку — он перегревается, и дальнейшая эксплуатация усилителя нежелательна. Вентиляционные отверстия не следует перекрывать, не ставьте усилитель на мягкие поверхности, а также вблизи отопительных приборов.

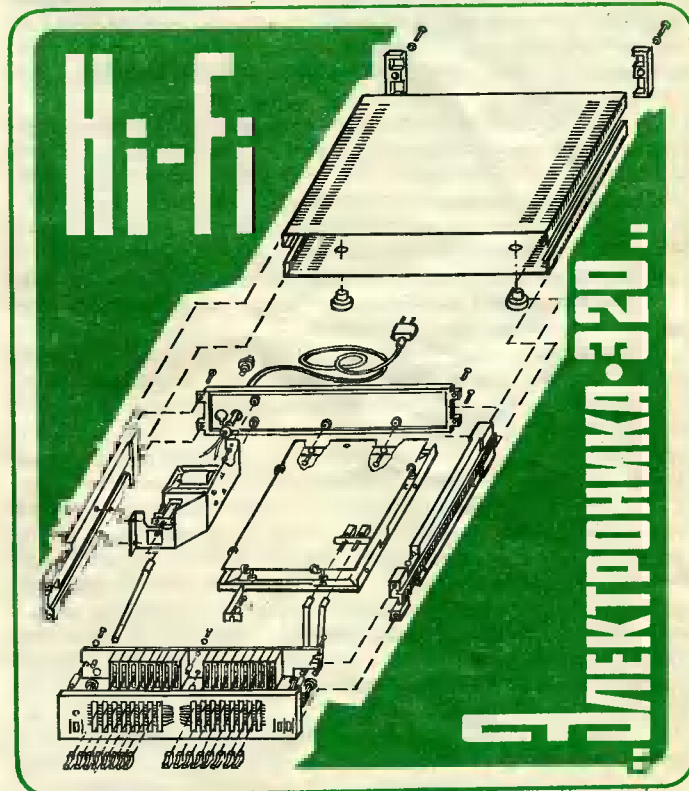
В момент включения ручка регулятора громкости должна находиться в положении минимального усиления, это предохранит усилитель и акустические системы от перегрузки, возникающей при подсоединении кабелей.

При выходе из строя предохранителей в блоке питания не спешите вставлять новые, а тем более самодельные, попытайтесь сперва убедиться в исправности выпрямителя и усилителей мощности.

Помните, что при правильной, бережной эксплуатации усилитель исправно послужит долгие годы и разделит с вами приятные часы общения с любимыми мелодиями.

Из него вы можете собрать высококачественный эквалайзер (восьмиполосный регулятор тембра) для корректировки амплитудно-частотной характеристики усилителя по двум стереофоническим каналам. «Электроника-Э20» разбивает весь спектр частот звукового сигнала на 8 полос, каждая из которых фиксируется на одной из частот: 31,5 Гц; 75 Гц; 160 Гц; 400 Гц; 1 кГц; 2,5 кГц; 6,3 кГц; 16 кГц. Общее расположение движков на лицевой панели эквалайзера показывает приблизительную коррекцию АЧХ, которую обеспечивает эквалайзер и поэтому называется «графическим». С его помощью вы сможете улучшить качество воспроизведения стереофонических и монофонических фонограмм, компенсируя искажения АЧХ, возникающие в усилительной аппаратуре, а также в помещении где производится прослушивание. Эквалайзер позволяет также получить желаемую окраску звучания. С его помощью вы сможете выделять звучание различных музыкальных инструментов, устранить дефекты, возникающие из-за старения магнитофонной пленки и некачественной записи. Эквалайзер можно использовать не только при прослушивании музыкальных программ, но и при их записи. Он поможет вам создать массу специальных эффектов (например, подняв регуляторы 2,5 кГц вверх, вы выделите из спектра музыкальной программы частоты, соответствующие голосу солиста), ослабить или подчеркнуть звучание различных музыкальных инструментов.

В эквалайзере имеется фильтр инфранизких частот (ФИНЧ) с частотой среза 30 Гц для устранения электро-механической обратной связи при прослушивании электропроигрывателя. Образуется она следующим образом: электрические колебания на выходе усилителя преобразуются в акустической системе в механические звуковые, которые по воздуху передаются на музыкальную пластинку и головку звукоснимателя, где преобразуются в электрические колебания, поступающие затем на вход усилителя.

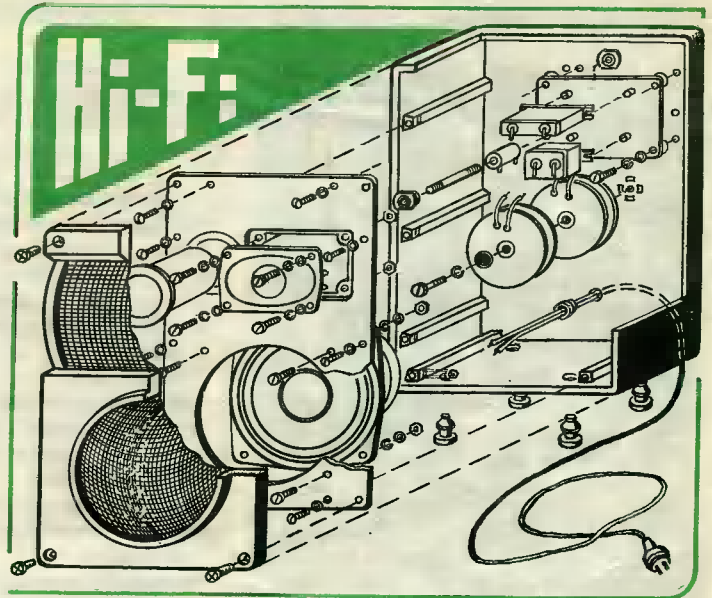


Электрическая схема эквалайзера выполнена исключительно на сдвоенных операционных усилителях К157УД2. Они обычно используются в музыкальной аппаратуре самого высокого класса. Все радиокомпоненты эквалайзера размещаются на двух печатных платах и соединяются между собой жгутом проводов, который входит в комплект РК. На переднюю декоративную панель вынесены 16 движков регуляторов тембра, кнопка включения ФИНЧ, сетевой тумблер и индикатор включения в сеть.

Корпус эквалайзера имеет те же габариты, что и корпус РК «Электроника-20» (см. рис.).

Собранный эквалайзер обеспечивает следующие параметры:

- | | |
|---|-------------|
| 1. Диапазон эффективно воспроизводимых частот, Гц | 20—30 000 |
| 2. Коэффициент общих гармонических искажений в диапазоне частот от 40 до 16 000 Гц, %, не более | 0,05 |
| 3. Отношение сигнал/взвешенный шум, дБ, не менее | 85 |
| 4. Глубина регулировки уровня сигнала при управлении амплитудно-частотной характеристики, дБ, не менее, на частотах 31,5; 75; 160; 400; 1000; 2500; 6300; 16 000 Гц | ± 15 |
| 5. Номинальное выходное напряжение, В | $1 \pm 0,2$ |
| 6. Минимальная эдс со входа, мВ, не более | 1000 |
| 7. Потребляемая от сети мощность, Вт, не более | 5 |



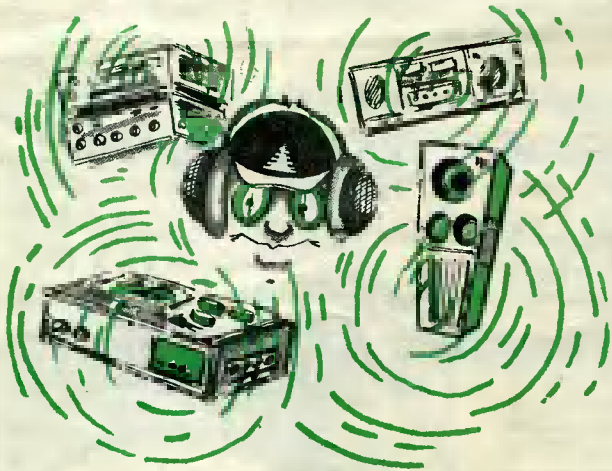
Здесь для воспроизведения звука используются две динамические головки, каждая из которых воспроизводит свою определенную полосу частот. К подобным «хитростям» конструкторам АС приходится прибегать потому, что в настоящее время динамических головок, которые бы одинаково хорошо воспроизводили весь слышимый человеческим ухом диапазон частот (то есть имеющих линейную амплитудно-частотную характеристику), просто не существует. Связано это с тем, что частотные характеристики громкоговорителей, например, с большим диффузором имеют завал АЧХ в области высших частот за счет большой инерции диффузора. Он захватывает большие объемы воздуха, и с увеличением частоты ему становится все труднее следовать за изменением тока. Зато такой громкоговоритель отлично воспроизводит низкие звуковые частоты. А маленькие диффузоры, наоборот, легко двигаются на высших частотах, но плохо излучают на низших, за что их называют высокочастотными или «пищалками».

В нашем РК для обеспечения приемлемой АЧХ во всем рабочем диапазоне частот используются головки 25ГДН-3 (низкочастотная) и 6ГДВ-2 (высокочастотная). Для того, чтобы разделить спектр частот входного сигнала на две полосы, используются два фильтра: высоких частот (ФВЧ) и низких частот (ФНЧ). К их выходам и подключены динамические головки.

После того как электрическая схема АС будет собрана, вам надо будет проверить фазировку динамических головок. Для этого к входу АС подсоедините батарейку от карманного фонаря. Если оба диффузора при этом двинутся в одну сторону, то головки сфазированы правильно. А если нет, то провода, идущие к одной из динамических головок, надо отпаять и поменять местами. Лишь после этого можно окончательно собирать корпус АС. Цена набора — 40 рублей.

ВНИМАНИЮ ЗАВОДОВ-ИЗГОТОВИТЕЛЕЙ!

В 1988—1989 годах большинство материалов рубрики «Радиокомплекс своими силами» будет посвящено разнообразным электронным самоделкам, которые можно собрать из наборов и радиоконструкторов, выпускающихся промышленностью. Приложение «ЮТ» для умелых рук» обращается ко всем предприятиям, выпускающим радиоконструкторы, присылать подробную информацию о своей продукции — принципиальные схемы, инструкции и сами наборы для опытной сборки и эксплуатации.



Питание эквалайзера осуществляется от сети переменного тока напряжением 220 В с частотой 50 Гц.

Ручки корректировки амплитудно-частотной характеристики позволяют плавно изменять усиление или ослабление сигнала в полосе частот с центральными частотами 31,5; 75; 160; 400; 1000; 2500; 6300; 16000 Гц по левому и правому каналам отдельно. Цена набора 70 рублей.

НАБОР «ЭЛЕКТРОНИКА АС20»

Этот РК предназначен для сборки одной двухполосной акустической системы, которая может использоваться не только совместно с усилителем «Электроника-20», но и с любой промышленной или самодельной аппаратурой. В комплект набора входят две динамические головки, элементы разделительных фильтров и детали для сборки корпуса. Современный внешний вид и небольшие габариты позволяют вам легко вписать собранную из набора АС в интерьер любой квартиры. Технические характеристики у вашей самоделки будут ничуть не хуже, чем у «фирменных».

Рабочий диапазон частот, Гц, не уже — 63—20 000 Гц

Номинальная мощность, Вт — 20

Номинальное электрическое сопротивление, Ом — 8

Заглянем в завтрашний день

Начиная с будущего года круг тем нашей рубрики значительно расширится и выйдет далеко за привычные рамки звуковоспроизводящей радиоаппаратуры. Вы сможете включить в самодепный радиокомплекс немало полезных электронных самоделок.

Пожапуй, самая интересная из них — персональный компьютер. Он умеет решать спожные математические задачи, выводить информацию на экран тепевизора, играть и даже немного петь — словом, возможности у него самые разносторонние. Сделать это вам предстоит самостоятельно, не прибегая к помощи РК. Как и из чего, об этом мы расскажем в конце будущего года, а пока в ближайших номе-

рах, выполняя многочисленные просьбы, познакоим вас с РК, на базе которых вы сможете собрать цифровой измерительный комплекс — мечту каждого радиолюбителя, электронные часы-будильник, дверной звонок и другие.

Останутся довольны и любители магнитной записи. В конце 1988 года мы предложим им РК, из которого можно собрать высококачественный двухкассетный стереофонический магнитофон-приставку «Электроника-М20», вернемся мы и к звуковоспроизводящей части радиокомплекса, но на сей раз это будет не серия, а единственный радиоконструктор «Дельта РК-001», из которого можно

собрать полный стереофонический усилитель высшей группы сложности мощностью 50 Вт. Он оснащен сенсорным коммутатором входов, семиполосным графическим эквалайзером, селектором выходной мощности и другими сервисными приспособлениями. Не будут забыты и моделисты — они смогут оснастить свои модели устройствами радио- и программного управления.

На рисунке внизу художник изобразил план публикаций нашей рубрики. Если в нем, по вашему мнению, чего-то не хватает, напишите нам, и мы постараемся его дополнить. Ждем предложений.

