Развитие цифровых способов воспроизведения звука вновь обострило проблему создания высококачественного усилителя мощности. В поисках путей ее решения многие конструкторы обратили свое внимание на ламповые усилители.

ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫЙ

Причину такого их поведения можно понять, если вспомнить, что эти усилители при относительно более умеренных, чем их транзисторные собратья технических характеристиках имеют более широкий динамический диапазон и обеспечивают, с точки зрения ценителей высокой верности звуковоспроизведения, более чистое, естественное и прозрачное звучание. Очевидно, по этой причине в последнее время в редакцию начали поступать письма с просьбой опубликовать описание лампового усилителя мощности. И хотя редакция не вполне разделяет мнение, что именно ламповые усилители способны решить проблему высококачественного звуковоспроизведения, на редакционной коллегии все же было принято решение поместить на страницах журнала описание одного лампового усилителя мощности. Надеемся, что это даст возможность радиолюбителям практически решить для себя вопрос, имеют ли ламповые УМЗЧ преимущества перед транзисторами одного с ними класса.

В ниманию читателей предлагается описание полного стереофонического лампового усилителя с регулятором тембра. Он может работать от любого (в том числе и от высокоомного) источника звуковых сигналов, обеспечивающего выходное напряжение не менее 0,25 В. Отличительная особенность усилителя — использование высокосимметричных каскадов предварительного усиления и применение перекрестных ООС, стабилизирующих режимы работы и параметры УМЗЧ.

Основные технические характеристики

Номинальное входное напряжение, В	0,25
Входное сопротивление, МОм	1
Номинальная (максимальная) выходная мощность, Вт	18 (25)
Номинальный диапазон воспроизводимых частот, Гц	20...20 000
Коэффициент гармоник при выходной мощности 1 Вт в номинальном диапазоне частот, %	0,05
Относительный уровень шума (невзвешенное значение), дБ, не более	—85
Скорость нарастания выходного напряжения, В/мкс, не менее	25
Диапазон регулировки тембра, дБ	—15...+15

Принципиальная электрическая схема одного канала усилителя приведена на рис. 1. Входной сигнал через регулятор стереобаланса R1 и тонкомпенсированный регулятор громкости на элементах C1, C2, C3, R2—R4 поступает на вход первого каскада УМЗЧ, собранного на малошумящем пентоде 6Ж32П (VL1). В этом каскаде можно использовать и нувистор 6С62Н с лучшими шумовыми характеристиками (рис. 2). Важно только, чтобы коэффициент усиления этого каскада по напряжению был более 50, что даст возможность скомпенсировать ослабление сигнала на краях воспроизводи-

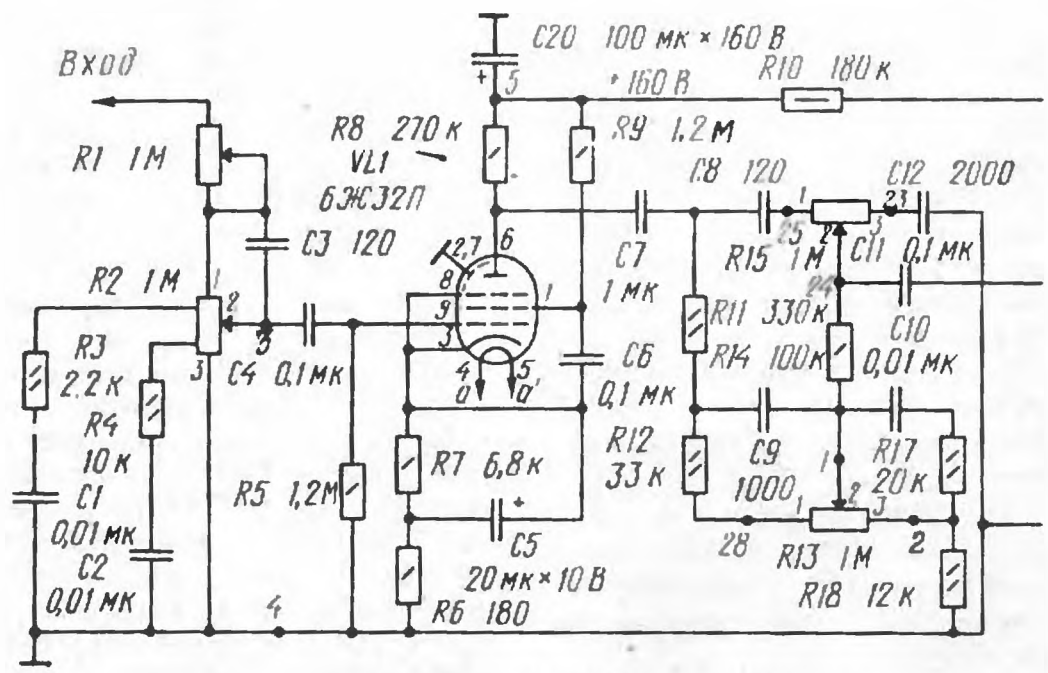


Рис. 1

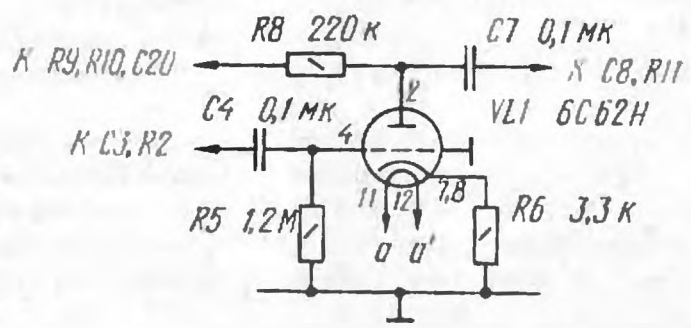


Рис. 2

мого диапазона частот, вносимое регулятором тембра.

Включенная в катодную цепь лампы VL1 цепочка R7C5 обеспечивает автоматическое смещение, а резистор R6 определяет местную ООС по току. Напряжение, снимаемое с анодной нагрузки этой лампы, подводится к пассивным регуляторам тембра высших (R11, R14, R15, C8, C12) и низших (R12, R13, R17, R18, C9, C10) звуковых частот, собранным по классической схеме.

Каскад фазоинвертора выступают на управляющие сетки ламп VL3.1 и VL3.2 другого плеча и на катоды этих же ламп того же плеча усилителя. Все следующие за фазоинвертором каскады выполнены по двухтактной схеме. Это относится к предоконечному и оконечному каскадам, первый из которых собран на триодах VL4.1 и VL4.2 лампы VL4, а второй — на выходных пентодах VL5 и VL6.

Фазоинверсный и предоконечный каскады охвачены перекрестной ООС, которая компенсирует влияние емкости напряжение второй снимается с анодных нагрузок ламп оконечного каскада VL5, VL6 и через цепи R28C26 и R35C25 подается на катоды триодов предоконечного каскада VL4.1 и VL4.2. И наконец, третья цепь ООС охватывает только оконечный каскад по экранирующим сеткам.

Несколько слов о назначении отдельных элементов УМЗЧ. В цепи R32C19 формируется напряжение, определяющее рабочую точку ламп VL4.1 и VL4.2. Цепь C18R37 улучшает фазовые соотноше-

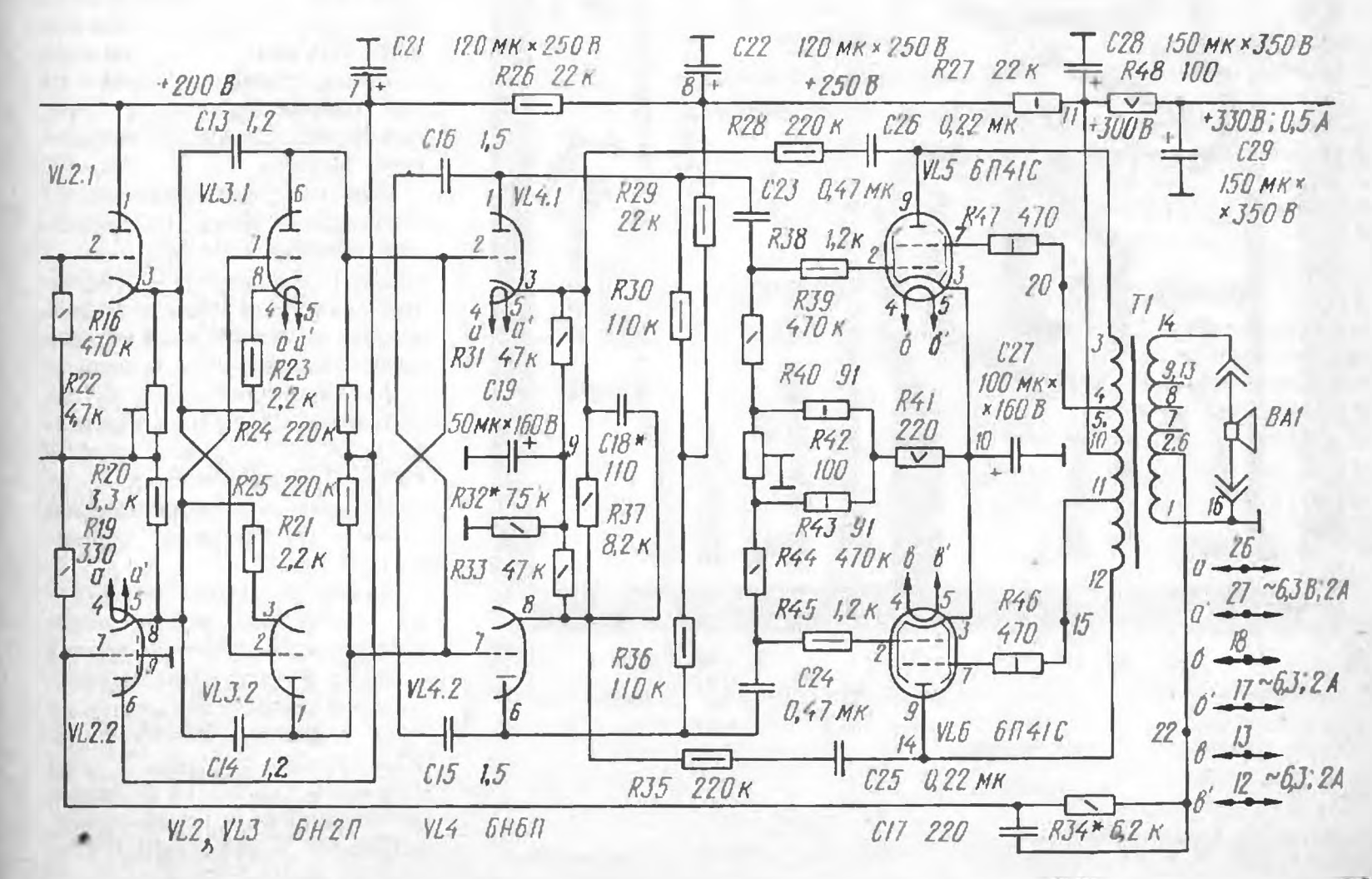
ЛАМПОВЫЙ УСИЛИТЕЛЬ

полнен на лампах VL2 и VL3. Он формирует парафазные симметричные сигналы даже при существенном разбросе параметров элементов УМЗЧ. К построению этого каскада следует подойти с особым вниманием, поскольку в значительной степени именно он определяет уровень нелинейных искажений усилителя.

Лампы VL2.1 и VL2.2 включены по схеме катодных повторителей. Напряжения с их нагрузочных резисторов по-

монтажа и улучшает фазовые соотношения инверсных сигналов на высших звуковых частотах. Цепи этой связи образованы конденсаторами C13—C16. Помимо перекрестной ООС, усилитель охватывают три основные цепи обратной связи. Напряжение первой из них снимается со вторичной обмотки выходного трансформатора T1 и через цепь R34, C17 подается на вход (управляющую сетку лампы VL2.2) фазоинвертора,

ния сигналов при максимальной их амплитуде. Резисторы R34 и R19 определяют глубину общей ООС. Резистором R42 устанавливают одинаковые постоянные составляющие анодных токов ламп VL5 и VL6, чтобы исключить подмагничивание магнитопровода выходного трансформатора и снизить нелинейные искажения. Отводы от вторичной обмотки служат для подключения нагрузки с электрическим сопротивлением 16 и



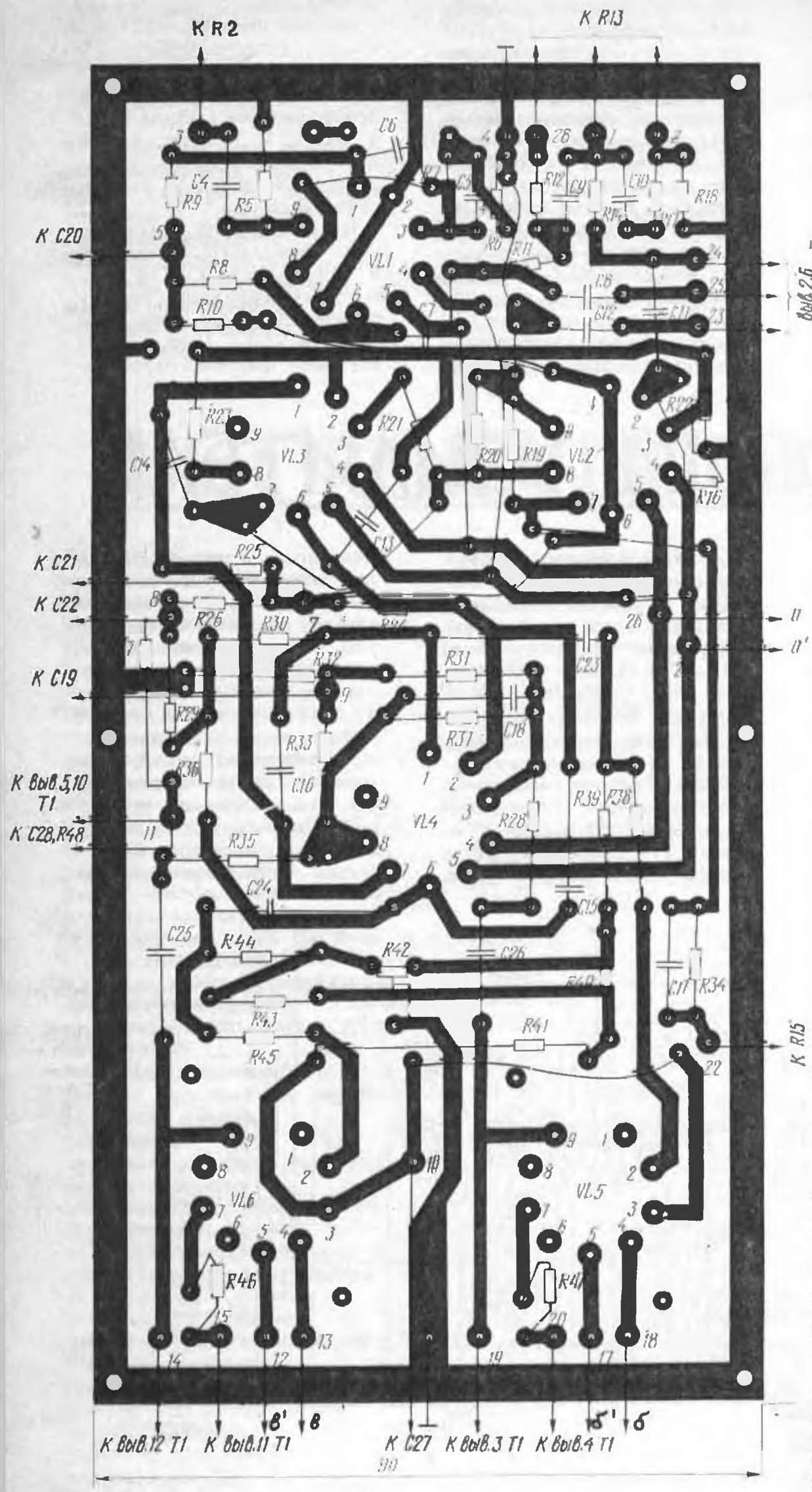


Рис. 3

8 Ом, а также для подбора оптимальной ООС. К усилителю рекомендуется подключать акустические системы, имеющие электрическое сопротивление 16 Ом и обеспечивающие большое звуковое давление.

Для питания усилителя можно использовать блок питания, описанный в [4, с. 80, 81].

УМЗЧ смонтирован на печатной плате из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм (рис. 3). Для монтажа использованы постоянные резисторы МЛТ, переменные С3-30в-В (R1, R2, R13, R15), С3-30а (R22) и С5-5 (R42), конденсаторы К50-12 (С19—С22, С27—С29), К73-5 (С23—С26), КТ (С13—С16) и КМ (остальные).

Выходной трансформатор выполнен на броневом ленточном магнитопроводе ШЛ25×40 (толщина ленты 0,1 мм). Можно использовать и Ш-образный магнитопровод из пластин Ш25 и толщиной набора 40 мм. Обмотки 1—2 и 13—14 содержат по 50, а 6—7—8—9 — 15+15+15 витков провода ПЭВ-2 1,0, обмотки 5—4—3 и 10—11—12 состоят из 600+800 витков провода ПЭВ-2 0,2.

При намотке выходного трансформатора необходимо обеспечить строгую симметрию половин его первичной обмотки, разделив каркас на две одинаковые части перегородкой, параллельной боковым щечкам [4, с. 75].

Перед налаживанием УМЗЧ необходимо тщательно проверить правильность монтажа и надежность паек. Затем, включив питание, измерить напряжения в цепях накала всех ламп (они должны находиться в пределах 6,3...6,6 В), на их электродах и на конденсаторах С20—С22 и С28, С29 (допустимое их отклонение от указанных на принципиальной схеме не должно превышать 5 %).

Далее, установив регуляторы тембра в среднее положение, а регулятор уровня сигнала в положение максимальной громкости, подать на вход усилителя синусоидальный сигнал частотой 1 кГц и уровнем $U_{эфф}$=0,1 В. Затем, поочередно подключая осциллограф к управляющим сет-

кам ламп VL5 и VL6, нужно проконтролировать форму положительной и отрицательной полуволн сигнала при плавном увеличении напряжения на входе усилителя (до насыщения). Закончив эту операцию, подстроечным резистором R22 нужно добиться полной симметрии и равенства амплитуд контролируемых сигналов на сетках выходных ламп с точностью 0,05 В.

После этого, подключив ко вторичной обмотке трансформатора T1 эквивалент нагрузки в виде постоянного резистора сопротивлением 16 Ом и мощностью 20 Вт и установив на входе усилителя напряжение 0,25 В, следует проверить переменные напряжения на электродах всех ламп на соответствие указанным на принципиальной схеме.

Далее, контролируя напряжение на эквиваленте нагрузочного сопротивления, по максимальному его значению опытным путем найти место вывода вторичной обмотки трансформатора, к которому следует подключить цепь ООС R34C17. Затем, измерив номинальное (при входном сигнале $U_{эфф}=0{,}25$ В) и максимальное (при едва заметном насыщении) напряжения на эквиваленте нагрузочного сопротивления, по известной формуле определить номинальную и максимальную мощности усилителя.

На принципиальной схеме показан вариант подключения нагрузки сопротивлением 16 Ом. Для работы усилителя с АС сопротивлением 8 Ом при регулировке усилителя следует подключить к нему соответствующий эквивалент нагрузки и по изложенной выше методике подобрать новое место отвода вторичной обмотки выходного трансформатора.

Е. СЕРГИЕВСКИЙ

г. Москва

ЛИТЕРАТУРА

1. Инструкция по эксплуатации усилителя «Прибой 100 УМ 104С».
2. John Atkinson Monstrous D250 Mk Power amplifier («Audio reseach»). — HI — Fi News, 1984 december, p. 84, 85.
3. **Лабутин К.** Новое в технике высококачественного усиления. М.—Л.: ГЭИ, 1957.
4. **Гендин Г.** Высококачественные любительские усилители низкой частоты. — М.: Энергия, 1968.

ОБМЕН ОПЫТОМ

ИЗМЕНЕНИЕ ДИАПАЗОНА ПРИЕМНИКА «ОЛИМПИК»

Всем хорош малогабаритный радиовещательный приемник «Олимпик» — высокая чувствительность, малый вес, небольшие габариты. В походных условиях трудно найти ему замену. Но вот беда, слишком узок растянутый коротковолновый диапазон — 9,45...9,8 МГц (31 м), в котором работает приемник. Время его «активной жизни» от 19.00 до 24.00 (для Московской области). А утром и днем в этом диапазоне можно услышать разве что радиостанции местного вещания.

Схемотехническое и конструкционное выполнение радиоприемника позволяет расширить принимаемый им диапазон и в сторону более высоких (диапазоны 19, 25 м) и в сторону более низких частот (диапазон 41 м), сделать его полурастянутым. При таком решении настройка на радиостанцию становится более острой, но вполне возможной. А вот при расширении диапазона до обзорного (25...49 м) настроиться на станцию будет затруднительно, и в этом случае понадобится дополнительный конденсатор «точной настройки». С учетом этого обстоятельства лучше остановиться на варианте полурастянутого диапазона.

Как же практически расширить диапазон частот. Вначале по ситуации в эфире вашего региона (используя стационарный приемник) определите пределы желаемого диапазона. Затем, сообразно принятому решению, по таблице найдите значения номиналов емкостей конденсаторов, которые нужно установить в радиоприемник. Позиционные обозначения конденсаторов соответствуют [1].

Для доработки лучше всего подойдут стеклокерамические или керамические конденсаторы. Очень удобны конденсаторы КМ-3, КМ-4, так как они имеют небольшую толщину и их легче разместить в довольно плотном монтаже приемника.

Принимаемый диапазон частот, м	Емкости конденсаторов контуров, пФ			
	входного		гетеродинного	
	C4	C31	C5	C32
31 (базовый)	130	30	220	30
19...25	36	62	91	110
25...31	75	82	150	180
31...41	130	270	240	2200

Настройка радиоприемника сводится к регулировке границ принимаемого диапазона (сопряжению). Можно воспользоваться классическим методом регулировки [2].

Радиолюбителям, не имеющим контрольно-измерительной аппаратуры, придется настраивать приемник «на слух» — по приему радиостанций. Делать это лучше всего в вечернее время (после 16 ч.).

Вначале перестраивая конденсатор C8, следует найти участок скопления радиостанций в высокочастотном участке диапазона, затем подбором конденсатора C5 «сместить» его в начало шкалы (можно сравнить со стационарным приемником). После этого проверить, насколько правильно размещен сектор приема радиостанций в низкочастотном участке диапазона. Если участки скопления радиостанций расположены в пределах перемещения указателя настройки (желательно иметь некоторую симметрию относительно середины шкалы) — гетеродин настроен верно.

В заключение подстройкой конденсатора C3 нужно добиться более громкого звучания одной из радиостанций в середине сектора высокочастотного участка.

Автор использует приемник «Олимпик» с указанной переделкой в диапазоне 25...31 м уже четыре года. Результат очень хороший даже без настройки по приборам.

Е. КАРНАУХОВ

г. Москва

ЛИТЕРАТУРА

1. **Белов И., Белов В.** Справочник по бытовой приемно-усилительной радиоаппаратуре.— М.: Радио и связь, 1984, с. 127—132.
2. Справочник радиолюбителя-конструктора.— М.: Радио и связь, 1983.