

## Пути доработки отечественных промышленных УЗЧ.

У многих радиолюбителей находится в эксплуатации большое число промышленных усилителей звуковой частоты, выпущенных предприятиями бывшего СССР. Часть этой продукции выпускается и сейчас. Автор данной статьи посчитал своим долгом, поделиться с читателями некоторыми соображениями, связанными с особенностями эксплуатации, настройки и модернизации подобной массовой усилительной аппаратуры, учитывая специфику её сборки и настройки отечественным производителем. Ниже приведены общие советы, касающиеся устранения типичных недостатков отечественных заводских разработок и сборки, и предложены наиболее простые (по мнению автора) пути усовершенствования усилителей без коренной переделки базовых конструкций, учитывая тенденции, возникшие в последнее время в массовой радиолюбительской литературе.

Итак, рассмотрим типичную идеологию построения массового отечественного усилителя среднего класса. Обычно он состоит из следующих блоков:

1. Блок коммутации входов и выходов.
2. Предусилитель – корректор для магнитного звукоснимателя.
3. Блок предварительного усиления и регулировки тембра.
4. Усилитель мощности.
5. Блок питания.

Присмотримся теперь к каждому узлу по-внимательнее.

### Блок коммутации входов и выходов.

Обычно входные цепи и цепи выхода для записи на магнитофон выполнены на широко известных пятиштырьковых разъёмах типа СГ-5 и особых нареканий не вызывают. При неудачном монтаже коммутирующих проводников возможно появление заметного фона, что очень часто связано с замыканием экранирующих оплётки проводников на шасси усилителя. Причина – более чем прозаическая. Вместо тонкого экранированного провода в полимерной изоляции заводы очень часто ставят обычный монтажный экранированный провод, на который надета полихлорвиниловая трубка. В связи с тем, что таких проводов под одной изоляционной трубкой может быть до пяти, что вызывает невероятную жёсткость подобной конструкции, нередки случаи, как обрыва припаянных проводников, так и сползания самой трубки. В этом случае подобные проводники следует заменить более подходящими. В настоящее время имеется достаточно широкий выбор как импортных, так и отечественных экранированных проводников в полимерной изоляции. Во многих моделях усилителей, выпущенных за последние годы, уже стоят подобные проводники. Сама коммутация цепей часто выполнена на переключателях П2К, которые со временем начинают трещать. Для устранения этой неприятности следует либо заменить внутренний шток переключателя новым, либо промыть его детали в спирте или в чистом бензине. Перед сборкой следует слегка смазать детали переключателя чистым вазелином. Таким же точно образом можно избавиться от треска регуляторов громкости и тембра. Лучше, если коммутация выполнена на микросхемах, наподобие К547КП1А или использованы герметизированные реле. Желающие могут самостоятельно собрать коммутатор на ИМС фирмы Philips [1]. Особые нарекания вызывают выходные цепи усилителей, выполненные на двухштырьковых розетках типа ОНЦ-ВН-1-2/16-Р, которые через некоторое время расшатываются и перестают обеспечивать надёжный контакт. Отсюда – появление тресков и шорохов в колонках, а в

некоторых усилителях начинает время от времени срабатывать защита. Выход здесь прост – следует установить выходные разъёмы с зажимным винтом, подобные применяемым в лабораторных измерительных приборах. Во многих современных моделях усилителей так и сделано. Очень часто сборщики по безалаберности расплаивают выходные цепи тоненькими проводами, как от наушников для плеера. А сами провода, точнее земляной провод, подпаивают не к гнездам на плате УМ, специально для этого предназначенным, а, скажем, к шасси усилителя или в другое первое попавшееся место (преимущественно в усилителях, выпущенных во второй половине 90 годов). То, как подобная неряшливость сказывается на качестве звучания, неоднократно освещалось в литературе [2]. (В идеале, при питании каждого канала усилителя от отдельного блока питания, все общие проводники должны перекрещиваться на фильтрующих конденсаторах последнего. Но обычно в усилителях стоит один источник питания на оба канала и, в каждом канале, общие цепи пересекаются на блокировочных конденсаторах, расположенных на монтажных платах УМ, где предусмотрена общая клемма под выход на АС.) В этом случае следует распаять выходы усилителя проводом достаточного сечения, согласно принципиальной схеме усилителя.

Предусилитель – корректор для магнитного звукоснимателя.

Несмотря на исчезновение грампластинок с отечественного рынка, некоторые радиолюбители имеют богатые коллекции грамзаписей, в частности, классической музыки. Многие предпочитают их компакт-дискам, которые зачастую звучат заметно жёстче, даже на высококлассной аппаратуре. В связи с этим, проблема качественного, встроенного в усилитель предусилителя корректора, до сих пор остаётся острой. Обычно, штатный предусилитель строят либо на одном ОУ, либо на транзисторах. Здесь следует отметить следующее. Высококачественный предусилитель на одном ОУ построить мало реально. Желающие могут собрать на месте штатного устройства любое высококачественное. В своё время их было описано очень много. По мнению автора, предусилитель лучше перенести в корпус проигрывателя, а на его месте собрать суммирующий рокот-фильтр, например, по схеме, описанной в [3]. Таким образом, можно избавиться от наводок на соединительный шнур и от рокота, присутствующего в ЭПУ любого класса, особенно заметного при проигрывании покоробленных пластинок. (Имеется в виду не столько сам рокот, сколько инфразвуковые помехи, бесполезно нагружающие НЧ головку громкоговорителя и хорошо заметные на многих фирменных компакт-дисках с различными миксами из техно и хауз музыки, которые пишут с тех же грампластинок). Вышесказанное можно рекомендовать лишь истинным меломанам. Для заметного улучшения качества уже имеющегося предусилителя бывает достаточно выполнить доработки общего характера, касающиеся выбора типа конденсаторов и режима работы ОУ, что подробно описано в разделе, посвящённом каскадам предварительного усиления и регулировки тембра. В результате таких переделок звучание предусилителя станет заметно мягче. Хотя полностью избавиться от щелбета на шипящих звуках можно только путём замены предусилителя более качественным. Автор с удовольствием использует предусилитель-корректор, описанный в [4]. Транзисторные варианты предусилителей, встраиваемые в усилители высшей группы сложности, обычно являются более – менее качественными, за исключением старых разработок, методы борьбы с которыми подробно описаны в [5].

## Блок предварительного усиления и регулировки тембра.

В последнее время этот узел обычно строится на базе операционных усилителей. Хотя, в некоторых моделях высшей группы сложности используется его транзисторный вариант или составляющие регулятора тембра включают в цепь обратной связи УМ. Здесь следует более подробно остановиться на конденсаторах, используемых в усилителе, в частности, электролитических («уж сколько раз твердили миру...»). Во многих моделях усилителей стоят «электролиты» типа К-50-6 и К-50-16, которые способны причинить множество неприятностей, порой недооцениваемых радиолюбителями. Самое неприятное состоит в том, что при частичном высыхании, плохом контакте выводов с фольговыми обкладками или большом токе утечки, что очень характерно для вышеперечисленных типов конденсаторов, возникает масса «вялых» неисправностей, которые с огромным трудом поддаются диагностике. В результате - радиолюбитель начинает выпаявать и проверять транзисторы, диоды, проверять надёжность подсоединения проводников. Итог подобных мероприятий – куча испорченных нервов и деталей, отслоившиеся дорожки печатных плат, а усилитель, продолжает потрескивать, гудеть, заваливать низкие частоты и проявлять другие странные симптомы. Причём, частенько, это происходит периодически – то неисправность есть, то – её нет. Всё вышеперечисленное, разумеется, относится не только к каскадам предварительного усилителя. В своё время автор несколько дней не мог найти причину периодического треска УВ магнитофона. Все детали УВ были тщательно проверены и перепаяны. А причиной этой гадкой неисправности оказался конденсатор К-50-6, расположенный на плате блока автоматики, в цепи фильтра по питанию. Последующая проверка конденсатора показала «высокую надёжность» контакта его выводов с фольговыми обкладками. Возникающие при этом помехи передавались через цепи питания на УВ, несмотря на RC фильтры по питанию в последнем. Для устранения и профилактики подобных неисправностей настоятельно рекомендуется заменить все подобные конденсаторы конденсаторами типа К-50-35 или, лучше, качественными импортными, желательны последних лет выпуска. Разделительные электролитические конденсаторы, стоящие в предусилителе, рекомендуется заменить плёночными, например, К-73. Обычно ёмкость этих «электролитов» взята с хорошим запасом (2 – 10 раз), и, при замене конденсаторов, её легко прикинуть по известной формуле:  $C = 1/2\pi R_{вх} F_{н.}$ , где  $C$  – ёмкость конденсатора в Фарад;  $R_{вх.}$  – входное сопротивление следующего за конденсатором каскада в Ом, которое примерно равно сопротивлению резистора, включённого между общим проводом и входом ОУ (или базой входного транзистора) этого каскада;  $F$  – частота среза ФВЧ (в Гц), образованного этим конденсатором и  $R_{вх.}$ , по уровню –3Дб. Её можно выбрать порядка 10-15 Гц. В случае каких-либо затруднений можно просто снять АЧХ усилителя на частотах 20 и 1000 Гц, подобрав ёмкость конденсатора по отсутствию завала НЧ. Кроме того, желательно зашунтировать электролитические блокировочные конденсаторы, стоящие в цепи обратной связи предусилителя. Для этого годятся всё те же плёночные конденсаторы ёмкостью порядка 0.47 – 2.2 Мкф. При двуполярном питании, можно попробовать убрать (закоротить) блокировочные конденсаторы, которые часто ставятся для «профилактики». Это проходит в большинстве случаев, когда не нарушается режим работы ОУ по постоянному току (на выходе ОУ нет заметного постоянного напряжения), или его удаётся выставить балансировкой ОУ. Очень часто, изготовители ставят ОУ, какие «есть на складе»: на схеме – КР544УД1А, а стоит – КР140УД7. Разумеется, лучше поставить указанный на схеме ОУ, или более качественный, скажем, КР544УД2А, включив его внутреннюю коррекцию замыканием 1 и 8 выводов. В случае склонности используемого

ОУ к искажениям типа «ступенька» (ОУ 140, 153, 544, 574 серий и др.), следует его выход (при двуполярном питании) соединить с отрицательным выводом источника питания через резистор с сопротивлением порядка 15 Ком. При этом его выходной каскад станет работать в режиме класса «А» и ступенька исчезнет [6]. Данная доработка имеет смысл только в том случае, если ОУ преднамеренно не «умощнён» дополнительным транзисторным каскадом. Для ОУ типа К157УД2 подобные меры не нужны, поскольку их выходные каскады работают в режиме класса «АВ» с необходимым начальным смещением. Кроме того, следует убедиться, что в корректирующих цепях предусилителя используются качественные конденсаторы, и, при необходимости, заменить их, скажем, лавсановыми или фторопластовыми. Изготовители очень любят набирать необходимую ёмкость из нескольких, «оказавшихся в наличии», конденсаторов и ставить их совсем нехороших для звука типов, скажем, КМ-5, КМ-6. Следует сказать несколько слов о переменных резисторах, применяемых в качестве подстроечных и регулировочных. Многие подстроечные резисторы открытой конструкции страдают склонностью к плохому контакту между движком и резистивным слоем, особенно раздражающему при подстройке. В этом случае, их замена пылезащищёнными резисторами типа СП4-1 или проволочными, например СП-5-2, устраняет множество неприятностей. Для регулировки громкости и тембра обычно используют переменные резисторы с углеродистым резистивным слоем (пригодный для них способ временного устранения треска описан в предыдущем разделе) или регуляторы на базе переключателей дискретных резисторов. Преимущество применения последних весьма спорно, поскольку, массовые переключатели скорее представляют собой цепочку из плохих диодов, а качественные переключатели «у нас» не ставят. По мнению автора, в наших условиях лучше использовать или углеродистые импортные резисторы, или отечественные, типа РП1-57. В усилителях не очень высокого класса иногда ставят электронные регуляторы, которые не трещат и имеют хорошую согласованность регулирования между каналами. Желающие могут попробовать собрать подобный регулятор, например, по описанию в [1].

### Усилитель мощности.

В большинстве случаев этот узел вносит наибольший вклад в общее качество усилителя и на нём следует остановиться подробнее. Обычно в отечественных усилителях используется его полностью транзисторный вариант. Типичным слабым местом таких заводских разработок является низкая термостабильность тока покоя транзисторов выходного каскада УМ. Для упрощения своей жизни (загрузки гарантийных ремонтных мастерских ☺), изготовитель иногда допускает его некоторую перекомпенсацию при прогреве усилителя. Автору встречались экземпляры усилителей, имеющие ток покоя

около 40 Ма при комнатной температуре и 5-7 Ма при прогреве до 50°C. В последние годы, в связи с развалом производства, стали встречаться вообще ненастроенные усилители с нулевым током покоя. Типичная схема узла регулировки тока покоя выходных транзисторов отечественных УМ показана на рис. 1. В качестве подстроечного резистора R3 обычно используется потенциометр открытой конструкции, иногда склонный к очень резкой регулировке. Для исключения выжигания выходных транзисторов (типичный результат применения таких резисторов) подстроечники полезно заменить рекомендуемыми в предыдущем разделе. В качестве термодатчика часто используют транзистор VT1 типа КТ315 и т. п., размещённый на теплоотводах выходных транзисторов (следует

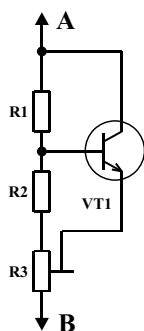


Рис. 1

проверить качество его теплового контакта с радиатором). Рассмотрим принцип установки приблизительно правильной термокомпенсации. В рабочем режиме транзистор частично открыт и шунтирован резисторами R1 – R3. Чем меньше сопротивление между точками А и В, тем меньше и ток покоя. С другой стороны, чем больше вклад сопротивления приоткрытого транзистора в общее сопротивление цепи АВ, тем сильнее последнее уменьшается при прогреве. В случае правильно выставленной компенсации, увеличение тока покоя выходных транзисторов при прогреве предотвращается соответствующим уменьшением сопротивления цепи АВ. Если это уменьшение сильнее необходимого, происходит перекомпенсация, если слабее – недокомпенсация тока покоя. Исходя из вышесказанного, путём подбора номиналов резисторов можно выставить примерно правильную компенсацию. При этом движок подстроечного резистора R3 изначально ставят в нижнее положение (открытый транзистор). Подбор является довольно нудным занятием, требующим некоторого терпения. Обычно, в случае применения самых распространённых выходных транзисторов КТ 818, 819, изготовители рекомендуют выставлять их начальный ток покоя около 40-60 Ма. По наблюдению автора, его увеличение до 80-100 Ма делает звучание усилителя заметно мягче, практически не влияя на надёжность последнего. Следует также упомянуть о типичной манере заводов-изготовителей заменять указанные на схеме транзисторы «имеющимися в наличии». Так очень характерна замена транзисторов КТ 850, 851 на КТ 816, 817; КТ 3107 на КТ 203 и КТ 361; КТ 3102 на КТ 315 и т. д. Желательно такую «модернизацию» устранить. Также полезно просмотреть правильность монтажа общего провода АС и цепей питания (см. раздел о блоке коммутации входов и выходов) и выполнить рекомендации по выбору конденсаторов УМ (см. раздел о блоке предусилителя и регулировки тембра). Дальнейшего улучшения качества звучания можно достигнуть путём введения интегратора-компаратора в усилитель. Данная доработка неоднократно упоминалась в литературе [7,8], но, по мнению автора, сильно недооценивается радиолюбителями. Здесь следует внести некоторую ясность. Так как практически все усилители являются стереофоническими, то они, естественно, должны правильно передавать стереопанораму воспроизводимой фонограммы. По мнению автора, практически все отечественные (и не только) транзисторные и ламповые усилители, как промышленные, так и любительские, **оба канала которых питаются от общего нестабилизированного источника**, стереопанораму передают крайне посредственно. Причём их «объективные» характеристики для вышесказанного факта имеют мало значения. Причину их такого, казалось бы, неочевидного поведения, возможно, можно объяснить следующим образом. Каждый любознательный радиолюбитель, наблюдая за низкочастотной головкой АС, мог заметить её хаотические инфранизкочастотные колебания при некотором кратковременном изменении напряжения в сети, вызванном, например, включением лифта, холодильника и т. п. Эти колебания также легко увидеть при воспроизведении фонограмм на номинальной мощности усилителя. Их причиной является ограниченная ООС УМ в данной частотной области, неспособная устранить последствия постоянного изменения напряжения источника питания при работе усилителя. Представим себе, что звуковой сигнал, воспроизводимый одним из стереоканалов усилителя, вызывает, соответствующее его характеру, мгновенное изменение напряжения питания этого канала УМ. Что, в свою очередь, приводит к появлению паразитных ИНЧ колебаний, модулирующих полезный сигнал (звуковой сигнал, через изменяемое им же напряжение питания, модулирует сам себя). Затем, это мгновенное изменение напряжения питания, передаваясь на другой канал усилителя через общий источник питания, вызывает

модуляцию звукового сигнала уже другого канала. Можно сказать, что один канал усилителя начинает «дёргать» как сам себя, так и другой канал через общий источник питания. При этом отсутствует чёткая пространственная локализация исполнителя и музыкальных инструментов. Аналогичная, **по слышимому проявлению**, паразитная модуляция полезного сигнала наблюдается и в магнитной записи с фиксированным током подмагничивания, где её причиной является постоянное изменение размеров зоны намагниченности магнитной ленты в такт с ВЧ составляющими звукового сигнала (строго говоря, в такт с любыми частотными составляющими фонограммы) [9]. Получается, что, вроде, фонограмма и стереофоническая, но определённо указать на конкретный источник звука в ней невозможно. Мало того, при совпадении по фазе мощного низкочастотного сигнала с инфранизкочастотной помехой, легко перегружается НЧ головка громкоговорителя. Отсюда, кстати, и выплывает причина посредственной детализации воспроизводимых АС низкочастотных сигналов. Для борьбы с этим явлением достаточно установить в усилитель устройство, увеличивающее глубину ООС УМ в области ИНЧ на несколько порядков [7]. (Блокировочные конденсаторы в цепях питания УМ лишь слегка смягчают это явление). За основу этого устройства (рис. 2) взят фрагмент схемы из [10], где, кстати, и описаны принципы выбора номиналов её элементов. (Почему-то авторы статей [7,10] упоминают об эффекте модуляции полезного сигнала только вблизи частот 50, 100 и 200 Гц, а ведь паразитной модуляции подвергается весь его спектр...) Преимуществом такой схемы является её универсальность, т. е. возможность установки как в неинвертирующие, так и в инвертирующие усилители, собранные полностью на транзисторах, или же с использованием транзисторов и ОУ. В качестве недостатка можно отметить несколько больший вклад данного интегратора в уровень шума УМ по сравнению с его вариантом,

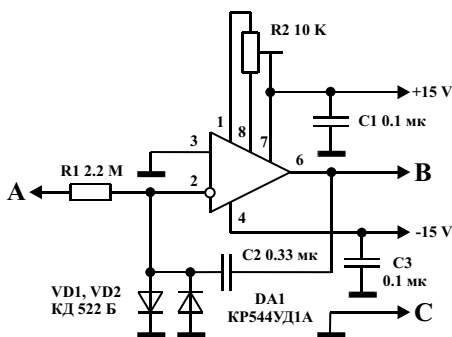


Рис. 2

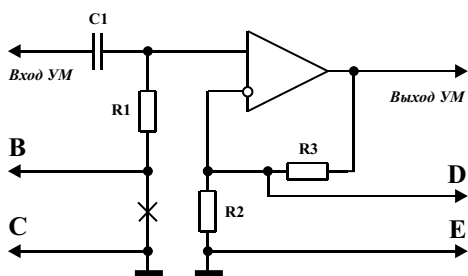


Рис. 3

использованным в УМЗЧ ВВ [8]. В последнем нулевой интегратор жёстко привязан к входному ОУ - К574УД1А, что, к сожалению, ограничивает его широкое применение [11]. Впрочем, при использовании ОУ КР544УД1А, увеличение уровня шума модернизируемого усилителя практически незаметно на слух. Устройство (рис. 2) собирают на небольшой печатной плате (платах) с учётом конкретной конструкции усилителя. Резистор R2 – многооборотный, конденсатор C2 – К73. Вход схемы А подключают

к выходу платы УМ до выходной LC цепочки. Типичная структурная схема УМ приведена на рис. 3. (Так как подавляющее большинство промышленных УМ собрано по неинвертирующей схеме, то, в качестве примера, приведен именно такой её вариант). Выводы схемы интегратора С и В (рис. 2) подключают к одноимённым выводам УМ (рис. 3). Резистор R1 УМ удобно перенести на плату интегратора, а освобождённые им монтажные отверстия использовать для соединения с платой

последнего. Следует строго соблюдать разводку общего провода, указанную на рисунках. Сначала выставляют ток покоя и нуль на выходе усилителя его штатными регуляторами, затем, установив устройство, устанавливают нулевое выходное напряжение резистором R2. Результат получается более чем разительный. Во-первых,

сразу становится на место стереопанорама – все инструменты и исполнитель приобретают чёткую локализацию в пространстве. Во-вторых, заметно возрастает субъективная максимальная выходная мощность усилителя на НЧ при одновременном уменьшении амплитуды колебаний НЧ головки АС. Кроме того, все низкочастотные звуки приобретают заметно лучшую детализацию, что особенно хорошо заметно при использовании АС с не «резиновыми» НЧ головками (автор использует доведённые до ума АС «Кливер 150АС-009»). Разумеется, чем качественнее АС, тем заметнее эти изменения. Описанная доработка с успехом применима в усилителях с индивидуальным для каждого канала нестабилизированным источником [8] и не лишена смысла в случае применения стабилизированного источника питания УМ.

Следующий шаг в улучшение звучания усилителя – установка устройства компенсации сопротивления проводов, соединяющих его с АС [8,12]. Эта доработка особенно эффективна при большой их длине и основывается на следующем принципе. Сначала замеряется напряжение, падающее на «земляном» соединительном проводе. Затем, оно удваивается (т. к. на двух соединительных проводниках падает в два раза большее напряжение) и подаётся на инвертирующий вход усилителя в противофазе после предварительного ослабления, соответствующего коэффициенту передачи делителя ООС УМ. В результате чего, усилитель увеличивает выходное напряжение на величину его падения на соединительных проводниках. При этом компенсируется как активная, так и реактивная составляющая сопротивления проводников. Следует отметить, что такой способ получения «сверхпроводников» достигается очень малыми затратами и куда более изящен и эффективен, чем использование «навороченных» спецпроводов с некристаллической структурой и смешными ценами [12]. Один из вариантов такого

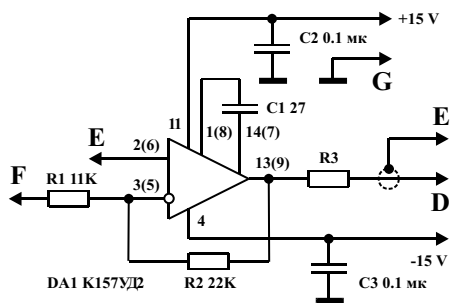


Рис. 4

устройства приведен на рис. 4. Резисторы R1 и R2 должны иметь сопротивление, отличающееся в 2 раза, с допуском 1%. Абсолютная его величина не критична и может отличаться от указанной на схеме на 2-3 номинала. Сопротивление резистора R3 должно быть равно сопротивлению одноимённого резистора УМ (рис. 3) с допуском 1%. Для его подбора достаточно стрелочного омметра, т. к. подбираемая величина является относительной, а не абсолютной. Вход устройства компенсации F соединяют тонким проводником с «земляной» клеммой АС, а ещё лучше с общей шиной её платы фильтров. Вывод G соединяют с общим проводом источника питания, а выводы E и D - с одноимёнными выводами УМ (рис. 3). Недопустимо объединение выводов E обоих каналов компенсатора. Общему проводу каждого канала АС должен соответствовать свой вывод E схемы компенсатора! (Несколько моих знакомых, почему-то, потянуло именно на это «упрощение».) Субъективный результат проделанной доработки - заметное улучшение детализации низкочастотных сигналов и улучшение разборчивости и прозрачности высокочастотных, хотя эта разница не так сильно заметна, как в случае установки интегратора-компаратора. Первое же впечатление всех, кто установил компенсатор, было одно – «никогда не думал, что обычные провода так могут портить звук»...

#### Блок питания.

Обычно, этот блок собирается по классической схеме, состоящей из силового трансформатора, выпрямителя, конденсаторов фильтров и стабилизатора для питания

каскадов предварительного усиления. В большинстве случаев, каскады УМ питаются напряжением, снятым непосредственно с конденсаторов фильтров БП. В усилителях высшей группы сложности встречаются блоки питания с индивидуальными для каждого канала УМ силовыми трансформаторами или стабилизированные источники, что благоприятно сказывается на передаче стереопанорамы. О преимуществах стабилизированного питания УМ в своё время было сказано довольно много; один из удачных вариантов такого источника, рекомендуемый для повторения, описан в [13]. (В последние годы в некоторых усилителях стали устанавливать УМ с «плавающим» источником питания, что весьма эффективно в очень мощных УМ, но, по мнению автора, не имеет каких-либо преимуществ в усилителях с номинальной выходной мощностью порядка 20-30 Вт. Скорее наоборот – усложнение схемы УМ неизбежно снижает его надёжность, особенно, учитывая качество отечественной заводской сборки.) Но попытка встроить стабилизатор в уже существующую конструкцию, как правило, обречена на неудачу, поскольку требует замены силового трансформатора более мощным и вызывает необходимость установки дополнительных теплоотводов для регулирующих транзисторов стабилизатора. А места на всё это уже не остаётся... Эффективный способ устранения последствий нестабилизированного питания УМ был рассмотрен в предыдущем разделе. Здесь следует остановиться на фильтрующих конденсаторах выпрямителя БП. Дело в том, что отечественная электронная промышленность не выпускала «электролитов», имеющих высокую ёмкость при небольших габаритах. В связи с этим, разработчики были вынуждены либо увеличивать габариты усилителя, либо ставить конденсаторы недостаточной для его нормальной работы ёмкости с одновременным созданием запаса по напряжению питания. В результате – сильные скачки напряжения питания, сопровождающие воспроизводимую фонограмму со всеми вышеописанными последствиями... Например, в усилителе «Лорда 75У-101С», в каждом плече источника питания одного канала УМ, установлены конденсаторы суммарной ёмкостью 3300 Мкф, на которых ещё «висит» стабилизатор напряжения питания предусилителя. И это при 75 – ваттной гарантированной изготовителем максимальной выходной мощности. Комментарии здесь излишни... Во всех подобных случаях рекомендуется установить имеющиеся в продаже импортные конденсаторы из расчёта около 10000 Мкф в плечо одного канала УМ. При выходной мощности 20-30 Вт указанную величину можно уменьшить вдвое. После такой доработки заметно увеличивается максимальная выходная мощность УМ. Кроме того, следует обратить внимание на правильность монтажа цепей питания усилителя и используемые для этого проводники, о чём было подробно рассказано выше.

#### Вместо заключения.

Несмотря на всеобщий развал производства в бывшем СССР, отечественная усилительная техника всё ещё находится в эксплуатации у многих радиолюбителей хотя бы потому, что (после «доведения до ума») обладает куда лучшим качеством усиления звука, чем зарубежная аппаратура **аналогичной стоимости**, заполнившая прилавки отечественных магазинов. Особенно это относится ко всевозможным музыкальным центрам «китайского» производства. Да и не всякий поклонник хорошего звука способен выложить несколько сотен «зелёных» за высококачественный импортный аппарат. Автор будет искренне рад, если всё вышеописанное поможет кому-нибудь заново услышать свою любимую музыку, о возможности чего он раньше и не подозревал...



## Литература.

1. Н. Е. Сухов, «Полный усилитель на трёх микросхемах», «Радиоаматор» №10/94, стр.2.
2. Н. Е. Сухов, «К вопросу об оценке нелинейных искажений УМЗЧ», «Радио» №5/89, стр. 54.
3. Справочная книга радиолобителя-конструктора, книга 1, Москва, изд. «Радио и связь» 1993, стр.169.
4. Н. Е. Сухов, «Предусилитель-корректор с низким уровнем шумов», «Радиоаматор» № 1/93, стр.31.
5. М. Є. Сухов, С. Д. Бать та ін., «Схемотехніка високоякісного звуковідтворення», Київ, «Техніка», 1992, стор. 62-72.
6. «Снижение искажений интегральных ОУ», «Радио» №6/85, стр. 62.
7. В. Костин, «Психоакустические критерии качества звучания и выбор параметров УМЗЧ», «Радио» № 12/87, стр. 42.
8. Н. Е. Сухов, «УМЗЧ высокой верности», «Радио» № 6/89, стр. 55-57 и № 7/89, стр.57-61.
9. Н. Е. Сухов, «Атлас аудиокассет от Agfa до Yashimi», Киев, МП «СЭА», «РадиоАматор», 1994, стр. 239-240.
10. А. А. Петров, «Hi-End усилитель из доступных деталей», «Радиоаматор» №5/99, стр.6, рис.1.
11. Н. Е. Сухов, консультация в «Радио» № 2/90, стр.92.
12. Н. Е. Сухов, «Hi-Fi правда и Hi-End сказки», «Радиохобби» №2/98, стр18-20.
13. Е. Мицкевич, И. Карпинович, «Блок питания УКУ», «Радио» №2/87, стр.44-46.