

фотодатчика. Т.е. осветитель может включиться спустя какое-то время после отключения ИК-фильтра в видеокамере и ее перехода в ночной режим. Таким образом, на некоторый интервал времени видеокамера «слепнет» в наступившей темноте, что часто совершенно недопустимо.

Типы видеокамер All-in-One

Все такие камеры страдают из-за рассеивания и отражения света во время дождя или снега. Для устранения этого необходимо использование нескольких осветителей для создания равномерного освещения по всему кадру.

Рассмотрим некоторые типовые варианты построения таких камер.

1. Самый простой вариант – это когда в видеокамере используется ИК-подсветка, состоящая из 6 светодиодов небольшой мощности. Как правило, светодиоды в таких камерах имеют несогласованную диаграмму направленности, и такая ИК-подсветка эффективна на расстоянии не более 3 м, да и то только в центральной части кадра.

2. Камеры в кожухах. В таких аппаратах за общим с видеокамерой стеклом располагается осветитель, состоящий из нескольких десятков ИК-светодиодов. Очень компактно и удобно. Однако из-за наличия общего стекла свет от ИК-осветителя неизбежно попадает в объектив из-за переотражений в кожухе конструкции. В дорогих камерах такого типа указанный дефект устраняется за счет использования светозащитной бленды и тщательной подгонки деталей при сборке самой камеры.

3. Видеокамеры с герметичным куполом и встроенной ИК-подсветкой. Такие видеокамеры

рассчитаны на установку вне помещений. Конструктивно купол таких камер представляет собой монолитную стеклянную полусферу. При этом ее части, закрывающие от внешних воздействий объектив и ИК-осветитель, которые никак между собой не разделены. Более того, у таких видеокамер сложно добиться плотного контакта объектива и защитного стеклянного купола.

Поэтому, спустя несколько месяцев после начала эксплуатации камеры, пыль и грязь, оседающие на куполе, начинают очень интенсивно отражать ИК-лучи в объектив. На экране вместо ночной картинки будет только изображение грязного стекла.

В камерах типа All-in-One в последнее время все чаще используется адаптивная ИК-подсветка. Работает она по принципу оптической обратной связи – по уровню освещенности снимаемого объекта регулируется сила света ИК-осветителя так, чтобы избежать засветки близко расположенных к камере объектов.

С точки зрения соотношения цена/качество видеокамеры All-in-One со встроенной простейшей ИК-подсветкой являются наиболее оптимальным выбором. Однако как бы они не были удобны, в ряде случаев использование видеокамер All-in-One неэффективно. Поэтому если к качеству ночной видеосъемки предъявляются повышенные требования или вы просто хотите получить хорошую картинку при съемке в темноте, то необходимо использовать с такими видеокамерами дополнительные внешние осветители. При этом следует тщательно согласовывать диаграммы направленности ИК-осветителей друг с другом.

УМЗЧ без общей отрицательной обратной связи класса High-End

Константин Царев, г. Киев

Решиться на изготовление данного усилителя автора заставил выход из строя «домашнего» УМЗЧ «Одиссей 100 У021» выпуска конца 1980-х годов. Причины поломки банальные – высыхание электролитов. При попытке отремонтировать добавились отслоения дорожек из-за использования некачественного гетинакса для изготовления печатных плат.

Решение не восстанавливать «убитый возрастом» аппарат пришло после двухдневной возни с перепайкой элементов. Оказалось, что почти все электролиты УМЗЧ потеряли более половины своей емкости. В исправном состоянии остались только емкости фильтров питания К50-35 2x15000 мкФ / 63 В.

Напрасивался радикальный «апгрейд» усилителя. Поиск вариантов привел на сайт автора схемотехнического решения Игоря Виноградского из Ростова на Дону. Он предлагает очень интересное решение для создания усилителей мощности. Как выяснилось из его публикаций на радиолобительских форумах, данная схемотехника построения усилителей исследуется им достаточно давно.

Автор выражает благодарность Игорю Виноградскому за помощь в написании этой статьи и настройке усилителя.

Схема электрическая принципиальная усилителя без общей отрицательной обратной связи (ОООС) Noosfera A8, реализованная в корпусе «Одиссея», показана на **рис. 1**.





Основные технические характеристики УМЗЧ Noosfera A8:

Полоса усиливаемых частот.....10...200000 Гц
 Выходная мощность.....100 Вт
 Номинальное сопротивление нагрузки.....8 Ом
 Коэффициент нелинейных искажений, не более.....0,35%

Усилитель предназначен для работы в составе систем звуковоспроизведения класса Hi-Fi и Hi-End.

Структурно, как и большинство усилителей мощности, данный образец имеет в своем составе три каскада:

- входной каскад;
- каскад усиления напряжения;
- выходной каскад.

Для стабилизации нулевого потенциала на выходе усилителя используется интегратор на ОУ.

Входной каскад симметричный дифференциальный построен на транзисторах VT2–VT3, VT7–VT8 с нагрузкой на токовые зеркала Вилсона, выполненные на транзисторах VT5, VT13, VT14 в одном плече и VT6, VT16, VT15 в другом.

Источники тока для дифкаскадов выполнены на транзисторах VT1 и VT4.

Функцию источников опорного напряжения выполняют светодиоды красного цвета свечения, отобранные по падению напряжения.

Выходные транзисторы каскада УН VT14, VT15 нагружены на резисторы R15, R17, напряжение с которых подается на выходной повторитель.

Выходной каскад выполнен на комплементарных парах латеральных полевых транзисторов 2SK1058, 2SJ162 и работает в классе АВ при токе покоя 250 мА на пару транзисторов.

В усилителе отсутствуют такие общепринятые элементы УМЗЧ, как ООС и схема термостабилизации работы выходного каскада.

Ток покоя выходного каскада задается резистором RF1, а усиление в некоторых пределах регулируется резистором RF2.

Рассмотрим чуть подробнее схемотехнические решения данного усилителя.

На входе усилителя симметричный (двухтактный) дифференциальный каскад преобразует входное напряжение в ток. Крутизна преобразования определяется током источников тока ДК и номиналами резисторов, включенных в эмиттеры дифференциальных пар. Дифференциальный каскад со значительными по величине резисторами в эмиттерах выбран как каскад, дающий заметно меньшие искажения, чем одиночная схема с ОЭ. Далее сигнал в виде тока поступает на токовые зеркала Вилсона.

Выходное сопротивление ДК высокое, а входное сопротивление токовых зеркал низкое. Амплитуда напряжения на коллекторах ДК весьма низкая, что практически устраняет эффект Миллера.

Далее ток поступает на токовые зеркала, имеющие в эмиттерах резисторы R10, R16 и R11, R18. Соотношение номиналов этих резисторов определяет коэффициент передачи тока зеркал.

Выбор токовых зеркал как схемного узла вызван их свойством компенсировать собственные искажения в широком диапазоне токов. Эта компенсация тем лучше, чем лучше совпадают пары токовых зеркал и резисторы в их эмиттерах. В данной схеме компенсация неполная, из-за необходимости усиливать ток (резисторы неодинаковы),

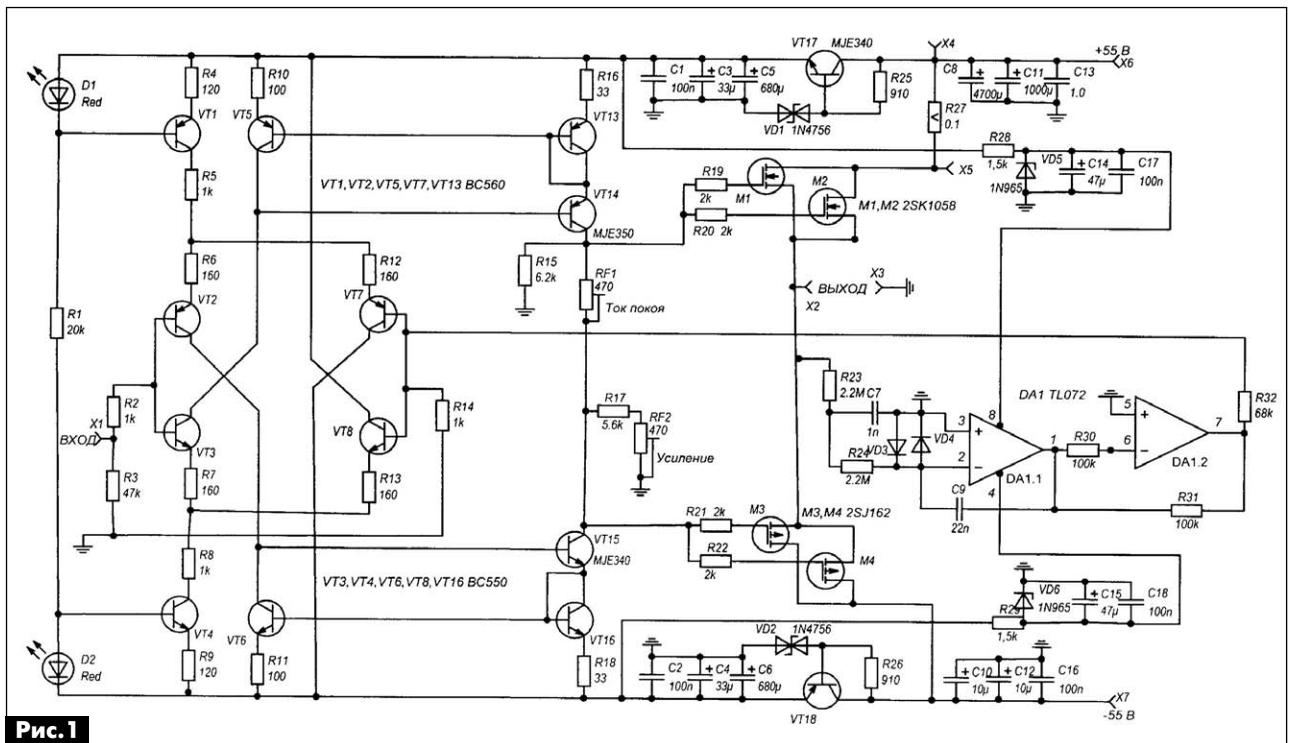


Рис. 1

а также из-за применения дискретных транзисторов и их разных токовых и тепловых режимов.

Далее сигнал в виде усиленного тока через выходные транзисторы УН поступает на резисторы R15, R17, на которых происходит преобразование ток/напряжение.

Таким образом, в данной схеме входное напряжение преобразуется в ток и усиливается в виде тока.

Коэффициент усиления определяется тремя составляющими:

- а) крутизной входного каскада;
- б) коэффициентом передачи тока в токовом зеркале;
- в) произведением выходного тока УН на сопротивление параллельно включенных резисторов нагрузки R15, R17.

Общая крутизна преобразования и усиления тока выбрана так, чтобы получить нужную чувствительность по входу для полной раскачки выходной амплитуды усилителя.

Выходной каскад

Выходной каскад на комплементарных парах полевых транзисторов работает в режиме класса АВ. Примененный тип транзисторов имеет невысокую крутизну, если сравнивать с вертикальными полевыми и биполярными транзисторами. Эта особенность, с одной стороны, определяет сравнительно большое выходное сопротивление усилителя (порядка 0,5 Ом при двух парах транзисторов). С другой стороны, невысокая крутизна и отсутствие истоковых резисторов обеспечивают сравнительно плавное закрытие/открытие канала при переходе из малосигнального режима А в режим АВ и обратно, что положительно сказывается на звуке усилителя. Также полевые выходные транзисторы не имеют характерного для биполярных транзисторов эффекта насыщения при максимальных амплитудах.

Данный выходной каскад сравнивался со сходным каскадом на вертикальных полевых транзисторах IRFP240/9240 и с выходным каскадом-тройкой

(три ступени повторителя) на биполярных MJL21193/194 и был выбран по субъективному впечатлению лучшего звучания.

Выходной каскад можно питать от напряжения $\pm 25 \dots 55$ В, усилитель напряжения питается от параметрического стабилизатора на транзисторах VT17, VT18, обеспечивающего напряжение ± 45 В.

Усилитель рассчитан на нагрузку 8 Ом, для работы на нагрузку 4 Ом следует уменьшить напряжение питания выходного каскада до $\pm 25 \dots 30$ В. При этом усилитель напряжения необходимо питать от дополнительного источника $\pm 45 \dots 50$ В.

Внимание! Разводка печатной платы, приводимая ниже, не предусматривает питание выходного каскада и усилителя напряжения от разных источников.

Общая компоновка элементов УМЗЧ

При повторении данного усилителя все элементы были размещены на печатной плате размерами 190x80 мм, включая дополнительные емкости фильтров. Рисунок печатной платы и расположение элементов со стороны элементов показан на рис. 2. Перемычки (5 шт.) на ней показаны пунктиром.

Размер печатной платы и разводка дорожек выбраны для размещения ее непосредственно на радиаторах выходных транзисторов усилителя «Одиссей 100 УКУ021». Это сделано для максимального уменьшения длины проводников от печатной платы до выходных транзисторов.

Размещение плат в блоке усилителя показано на фото 1.

Применяемые компоненты

УМЗЧ без ООС предъявляет высокие требования по подбору элементов и качеству самих элементов. Вообще, при повторении данного усилителя мелочей нет, все вносит свой вклад в конечный результат. Поэтому тщательно подбирают в пары такие элементы:

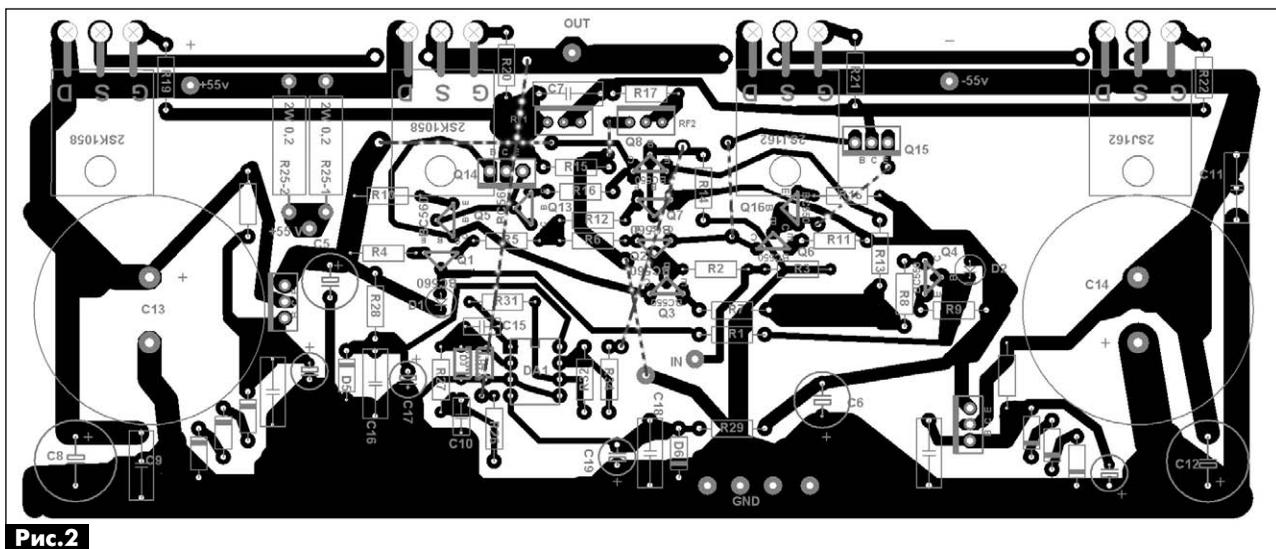


Рис.2



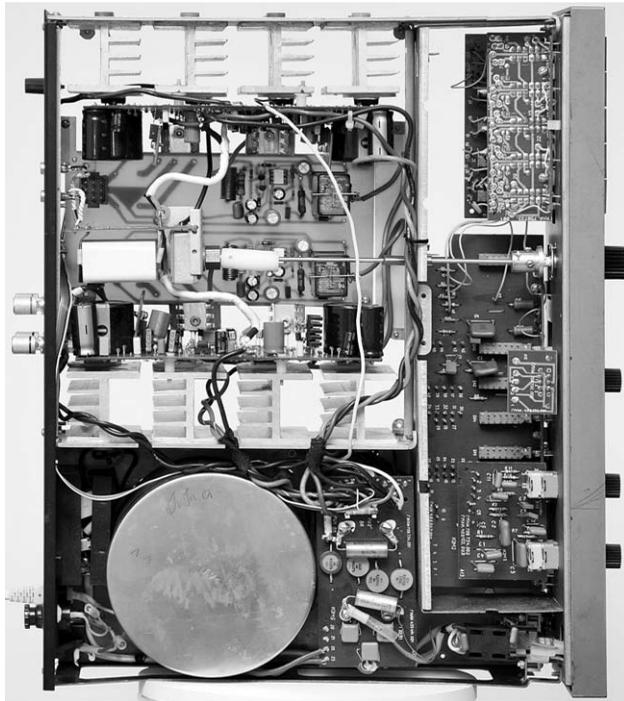


Фото 1

- светодиоды D1 и D2 по прямому падению напряжения при токе 3 мА;
- транзисторы дифкаскада подбираются в пары VT2 и VT7, VT3 и VT8 и совместно в четверки.
- транзисторы VT1 и VT4, VT5 и VT6, VT14 и VT15 – в пары.

Не следует пренебрегать подбором в пары и четверки выходных транзисторов в режиме номинального рабочего тока.

В усилителе напряжения (VT14 и VT15) может быть использована хорошая «Тошибовская» пара 2SA1358 – 2SC3421. При повторении усилителя были использованы более доступные BC550 производства Philips, BC560 – ONSemiconductor, MJE340, MJE350 – Fairchild, 2SK1058, 2SJ162 – Renesas.

Отдельно хотелось бы поговорить о выходных транзисторах. Изначально они разработаны фирмой Hitachi специально для звуковых приложений. Теперь производятся фирмой Renesas, образованной в результате слияния полупроводниковых производств Hitachi и Mitsubishi.

От полевых транзисторов вертикальной структуры типа IRFxxx они отличаются меньшей крутизной и меньшим напряжением включения. Транзисторы 2SK1058, 2SJ162 обладают лучшей комплиментарностью, по сравнению с вертикальными полевыми транзисторами.

Внимание! На корпусе транзисторов – вывод ИСТОКА.

Параметры транзисторов для справки показаны на рис.3–рис.5.

Замены этим элементам порекомендовать не могу, так как не пробовал и не гарантирую конечный результат.

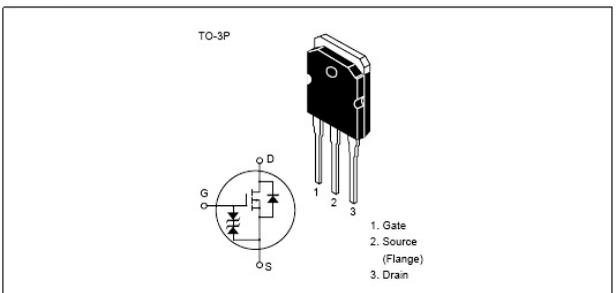
Все резисторы УМЗЧ использованы с допуском ±5% и подобраны в пары. Резистор R27 состоит из двух параллельно включенных резисторов 2 Вт / 0,2 Ом и используется в качестве датчика тока покоя выходного каскада. После регулировки питающий провод +55 В следует отпаять от резистора R27 и перепаять на точку +55 В платы.

Рекомендации Игоря Виноградского по применению конденсаторов в УМЗЧ Noosfera A8 таковы: «емкости питания Samwha HC 10000 мкФ / 50 В, применяются давно и хорошим результатом. Они шунтированы Nichicon KZ 100 мкФ / 50 В и полипропиленовыми пленочными конденсаторами. В питании УН 470 мкФ / 50 В Nichicon KZ, шунтированы 47 мкФ / 50 В Nichicon KZ и WIMA FKP2 0,01 мкФ».

В питании УН применение стабилизатора не обязательно, достаточно после мостиков поста-

2SK1056, 2SK1057, 2SK1058

Outline



Absolute Maximum Ratings (Ta = 25°C)

Item	Symbol	Symbol	Ratings	Unit
Drain to source voltage	2SK1056	V _{DS}	120	V
	2SK1057		140	
	2SK1058		160	
Gate to source voltage	V _{GS}		±15	V
Drain current	I _D		7	A
Body to drain diode reverse drain current	I _{DR}		7	A
Channel dissipation	P _{ch} ¹		100	W
Channel temperature	T _{ch}		150	°C
Storage temperature	T _{stg}		-55 to +150	°C

Note: 1. Value at T_c = 25°C

Рис.3

2SK1056, 2SK1057, 2SK1058

Electrical Characteristics (Ta = 25°C)

Item	Symbol	Min	Typ	Max	Unit	Test conditions	
Drain to source breakdown voltage	2SK1056	V _{(BR)DS}	120	—	—	V	I _D = 10 mA, V _{GS} = -10 V
	2SK1057		140				
	2SK1058		160				
Gate to source breakdown voltage	V _{(BR)GS}	±15	—	—	V	I _D = ±100 μA, V _{DS} = 0	
Gate to source cutoff voltage	V _(GS)	0.15	—	1.45	V	I _D = 100 mA, V _{DS} = 10 V	
Drain to source saturation voltage	V _(DS)	—	—	12	V	I _D = 7 A, V _{GS} = 0 ¹	
Forward transfer admittance	[yfs]	0.7	1.0	1.4	S	I _D = 3 A, V _{GS} = 10 V ¹	
Input capacitance	Ciss	—	600	—	pF	V _{GS} = -5 V, V _{DS} = 10 V,	
Output capacitance	Coss	—	350	—	pF	f = 1 MHz	
Reverse transfer capacitance	Crss	—	10	—	pF		
Turn-on time	t _{on}	—	180	—	ns	V _{DS} = 20 V, I _D = 4 A,	
Turn-off time	t _{off}	—	60	—	ns		

Note: 1. Pulse test

Рис.4

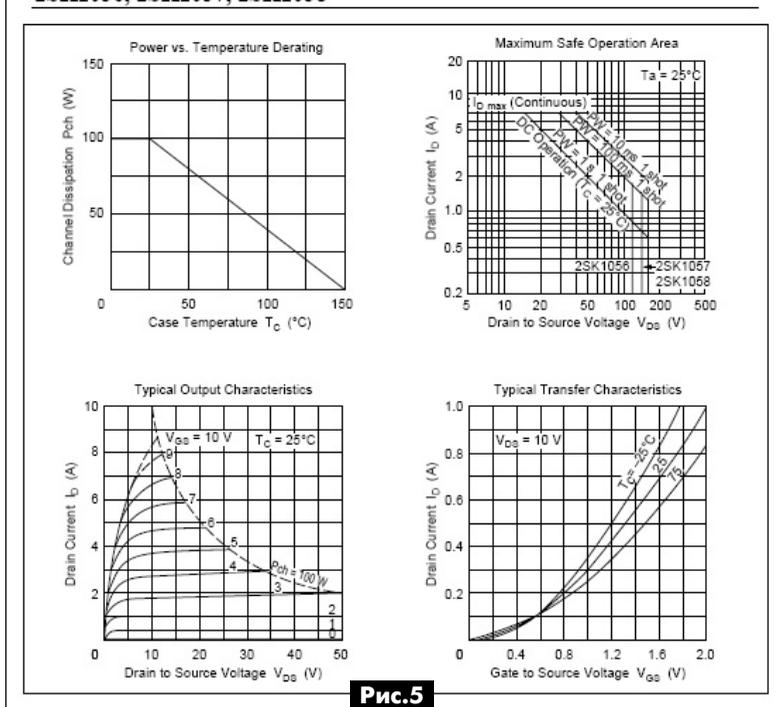


Рис.5

вить электролитические конденсаторы 4700 мкФ, после них последовательно резисторы 1W 10 Ом и непосредственно на плате вышеупомянутые 470 мкФ Nichicon KZ.

При повторении УМЗЧ в корпусе «Одиссея» были использованы более простые и доступные компоненты. Установленные заводские конденсаторы K50-35 15000 мкФ / 63 В оставлены в источнике питания (ИП) и дополнительно шунтированы полипропиленовыми конденсаторами 1 мкФ / 160 В. В каждом конкретном случае необходимо измерить их емкость и ток утечки, а затем принимать решение о замене. Лучше всего заменить их новыми по авторским рекомендациям. На плате усилителя установлены добавочные емкости 4700 мкФ / 63 В ELZET CD294, шунтированные Samwha WB 1000 мкФ / 63 В и WIMA 1,0 мкФ. Конденсаторы ELZET оказались на редкость удобными для установки на плату из-за малой высоты – 32 мм. По параметрам они весьма привлекательны из-за низкого значения ESR и больших импульсных токов.

из-за низкой теплопроводности, а слюдяные прокладки дают высокую емкость, выход УМЗЧ – земля, так как истоки выходных транзисторов находятся на подложке и выведены на средний вывод корпуса.

Прокладки из оксида бериллия обладают самой высокой теплопроводностью, примерно такой же, как и алюминий. Керамика на основе окиси алюминия вчетверо хуже по этому параметру, но в данном усилителе вполне применима. Установка через прокладки позволяет снизить емкость «выход-земля» до величины примерно 250...300 пФ и обеспечивает отсутствие самовозбуждения УМЗЧ на больших амплитудах сигнала. Поверх выходных транзисторов на изолирующих стойках монтируется плата самого усилителя, при этом сформованные выводы выходных транзисторов вставляются в отверстия на печатной плате и паяются. Конструкция установки транзисторов показана на фото 2.

(Продолжение следует)



Фото 2

Автор не рекомендует применение в усилителе электролитических конденсаторов с температурным параметром 105°C по «звуковым» соображениям.

Сборка усилителя

Пайка печатной платы проводилась серебродержащим припоем, все «силовые» дорожки дополнительно пропаяны сверху медной жилой диаметром 1 мм. В точки пайки контактов выходных транзисторов вставлены медные пистоны. После окончания пайки остатки флюса смыты бензином Галоша. Для этой же цели можно использовать изопропиловый спирт (изопропанол).

Сами выходные транзисторы установлены на радиаторы через керамические прокладки из оксида бериллия, предназначенные для транзисторов KT827 (см. фото 2) или KT805-KT809. Не рекомендуется использовать прокладки из силикона, фторопласта и др.





УМЗЧ без общей отрицательной обратной связи класса High-End

Константин Царев, г. Киев

(Продолжение. Начало см. в РА 5/2011)

В печатной плате имеются четыре отверстия 4,2 мм напротив винтов крепления выходных транзисторов (рис.2), с помощью которых можно разбирать УМЗЧ, предварительно отвинтив винты крепления.

ВНИМАНИЕ: на радиаторы выходных транзисторов устанавливается уже предварительно настроенная плата усилителя, поэтому начинают с настройки усилителя напряжения.

Настройка УМЗЧ

Настройку необходимо начинать без выходных транзисторов и с отключенным от входа и выхода УМЗЧ интегратором. Если есть возможность, то желательно запитать усилитель от отдельного стабилизированного источника питания с защитой по току.

Собранный без ошибок усилитель начинает работать сразу. При необходимости следует подстроить симметрию ограничения выходного напряжения резисторами R4, R9. В моем усилителе в обоих каналах потребовалось включить резистор номиналом 1,5 кОм параллельно R4. При этом контролировалась амплитуда неискаженного сигнала и КНИ спектроанализатором. Спектры выходного сигнала при подаче синусоидального сигнала частотой 1 кГц с генератора ГЗ-118 показаны на рис.6 и рис.7.

На рис.6 показан спектр выходного сигнала усилителя напряжения при выходной амплитуде сигнала 10 В. Как видим, спектр сигнала ниспадающий, содержит гармоники со второй по пятую, КНИ меньше 0,1%.

На рис.7 показан спектр выходного сигнала усилителя напряжения при выходной амплитуде сигнала 15 В. В этом случае спектр мало меняется от амплитуды сигнала, и такой характер сохраняется до напряжения 33 В. При этом слегка возрастает КНИ. Ограничение напряжения начинается примерно с 32 В. Уровень шумов составляет примерно -95 дБ.

Настройку УМЗЧ продолжают, подключив интегратор и смонтировав плату, как указано выше, на радиаторы выходных транзисторов. К выходу усилителя подключают резистор сопротивлением 8 Ом мощностью 50...100 Вт, который является эквивалентом нагрузки.

Перед первым включением усилителя от собственного источника питания следует первичную обмотку трансформатора включить через лампу накаливания 220 В / 40...60 Вт. При наличии ошибки в монтаже эта мера поможет избежать выхода из строя выходных транзисторов от теплового пробоя или КЗ.

Если эта лампа накаливания вначале загорелась и затем погасла (или горит вполнакала), то

усилитель, скорее всего, исправен и лампу можно отключать. Если лампа горит ярко, то это указывает на то, что есть ошибка в монтаже, или на то, что выставлен слишком большой ток покоя выходных транзисторов. Минимальное сопротивление резистора RF1 соответствует минимальному току покоя выходного каскада.

При повторении авторской конструкции перед подключением к плате выходных транзисторов УМЗЧ из любопытства был собран макет выходного каскада, подано смещение на

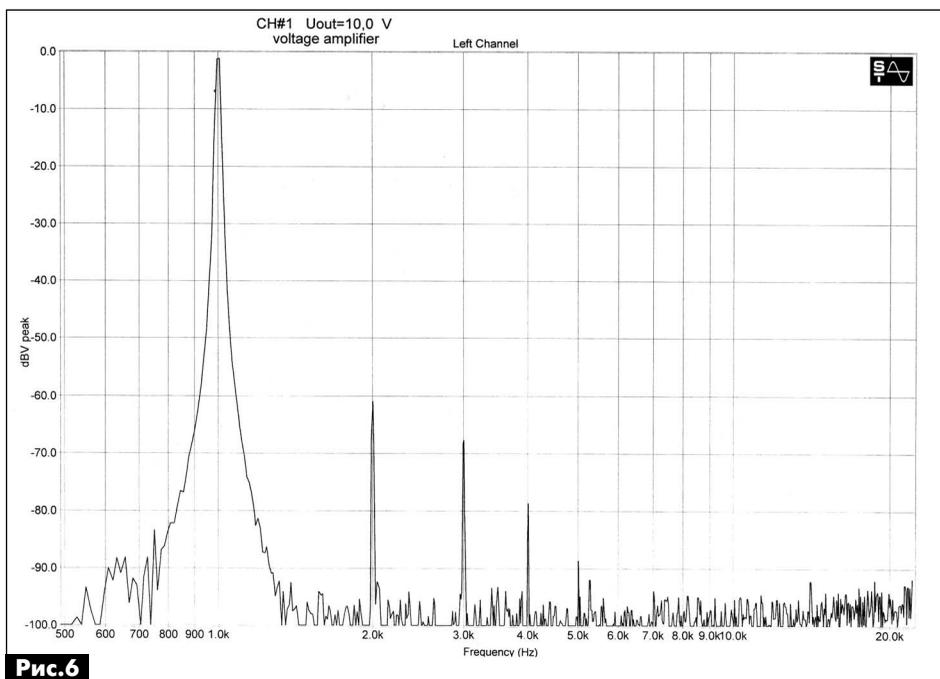


Рис.6

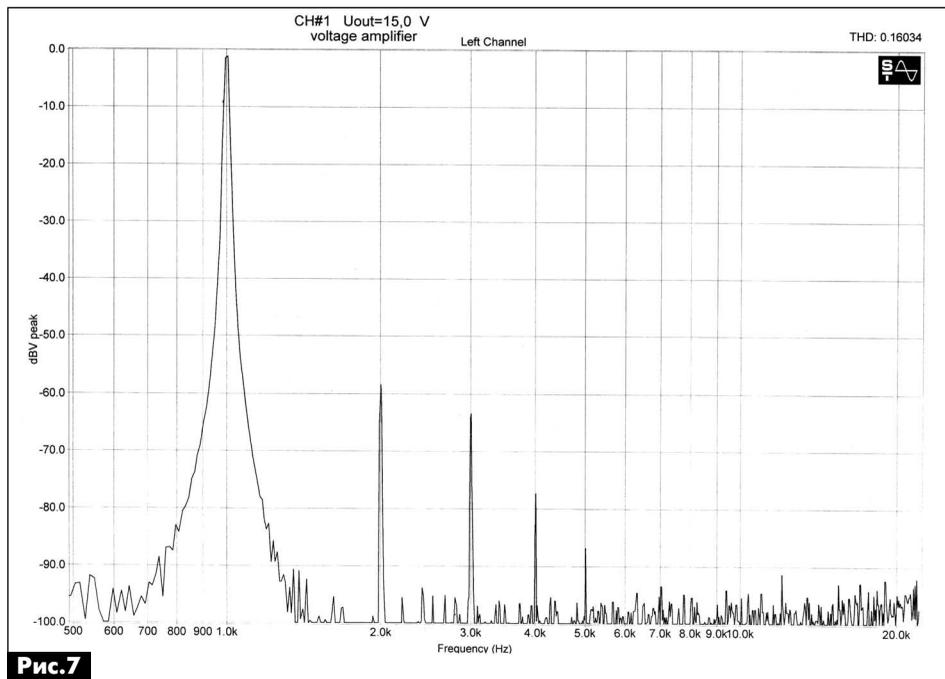


Рис.7

затворы выходных транзисторов аналогично тому, как это сделано в усилителе, и измерен КНИ.

Сигнал подан с низкоомного выхода генератора ГЗ-118 амплитудой 4 В. Частота 1 кГц. Нагрузка 4 Ом, ток покоя 100 мА. Спектр выходного сигнала показан на **рис. 8**.

Выходные транзисторы прекрасно работают уже при токе покоя 100 мА на пару, по словам И. Виноградского, увеличение тока свыше 200 мА мало влияет на окончательный результат (звучание). Следует упомянуть, что данные транзисторы не требуют принятия специальных мер по стабилизации тока покоя выходного каскада и его рабочая точка мало меняется от температуры и стабильна в широком диапазоне токов. Темпера-

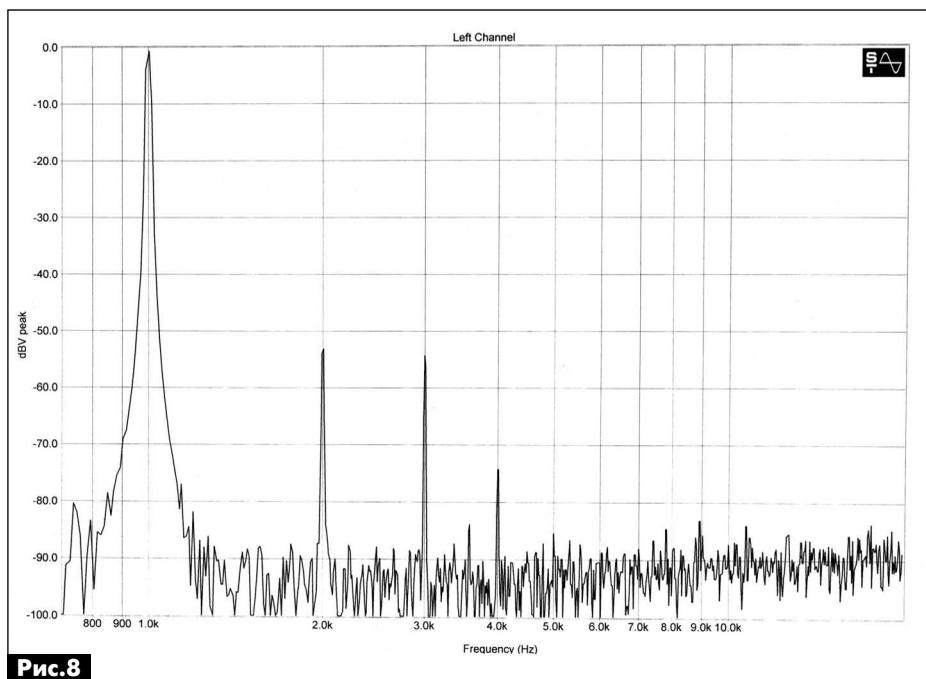


Рис.8

Дальнейшая регулировка усилителя заключается в установке тока покоя резистором RF1, замеряя при этом падение напряжения на резисторе R25. Ток можно устанавливать в широких пределах, контролируя результат по звучанию, в моем варианте он был 250 мА, в авторском – 200 мА.

При желании данный усилитель можно перевести в класс А, снизив напряжение питания выходного каскада до $\pm 20...25$ В и установив ток покоя 1...1,5 А, при этом усилитель будет работать в классе А, отдавая в нагрузку ток до достижения величины удвоенного тока покоя. Требования к источнику питания и радиаторам выходных транзисторов соответствующие.

Может потребоваться разрешение Энергоназора для эксплуатации столь энергоемкого устройства (шутка).

Спектры выходного сигнала на нагрузке 8 Ом показаны на **рис.9–рис.11**.

На **рис.9** выходная мощность составляет 2 Вт. Усилитель работает еще в классе А, поэтому есть только вторая и третья гармоники. КНИ = 0,24%.

На **рис.10** выходная мощность равна 4,5 Вт. Усилитель уже в классе АВ, спектр содержит 2, 3, 4 и 5-ю гармоники. КНИ 0,3%.

На **рис.11** выходная мощность равна 12 Вт.

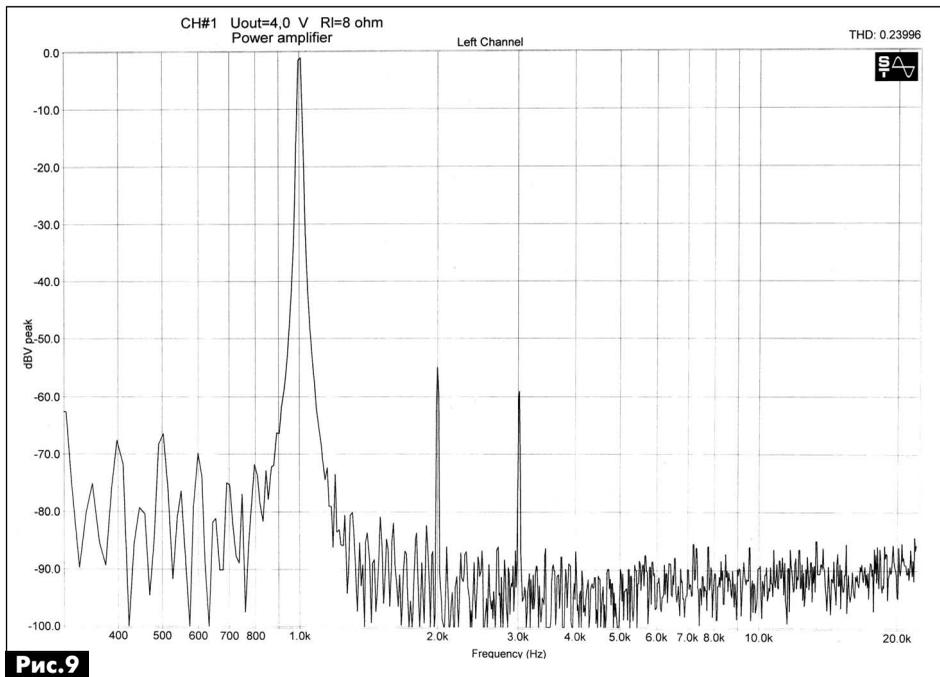


Рис.9

КНИ = 0,26 %. Спектр ниспадающий, содержит все гармоники до 10-й.

Измерения показали слабую зависимость КНИ от частоты сигнала и при росте амплитуды до 15 В наблюдается даже небольшое падение КНИ при увеличении числа гармоник. Для «без-ОСОсного» усилителя так и должно быть, ведь нет обратной связи, компенсирующей рост гармоник при работе в классе АВ. Низкие искажения – результат грамотного проектирования изначально линейных каскадов и влияние местных ООС.

Реакция усилителя на прямоугольный сигнал 1 кГц показана на **фото 3**, полученное с экрана осциллографа типа С1-83.

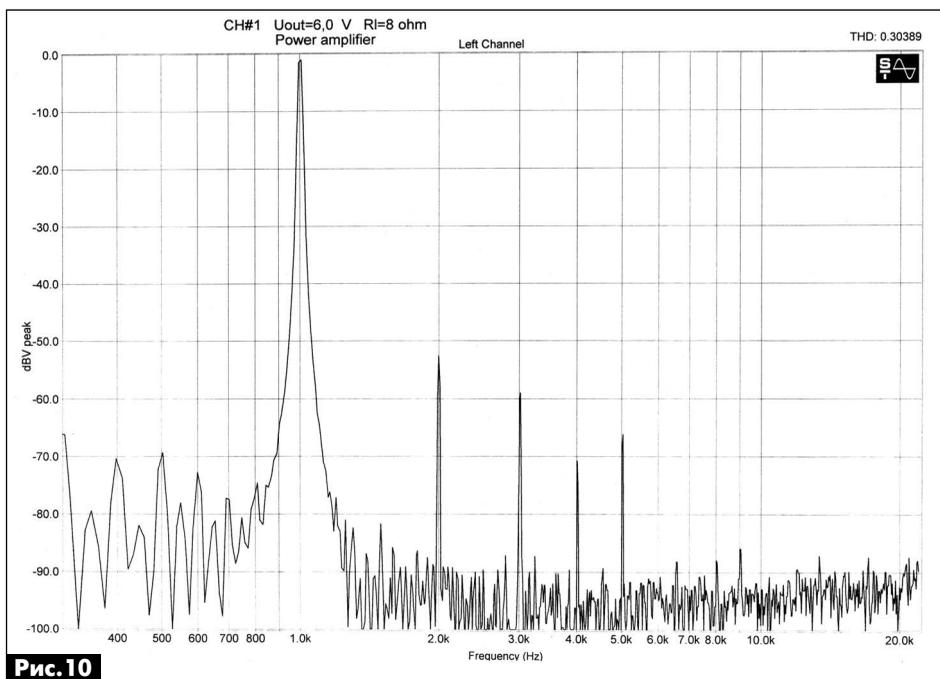


Рис.10

Прослушивание УМЗЧ

Получив столь ободрающие результаты измерений, можно переходить к самому главному – прослушиванию усилителя.

УМЗЧ получился на редкость музыкальным, «всеядным» по жанрам музыки и не утомляющим по звучанию. Результат превзошел все мои ожидания при бюджете проекта, едва ли достигшем 150 USD. Очень требователен УМЗЧ к качеству источника сигнала и АС. Для примера могу сказать, что если подать сигнал

от обычной звуковой карты и подключить на выход АС типа S-90, то будет невозможно оценить потенциал усилителя. Более того, даже такая неплохая звуковая карта, как Audigy, звучит существенно хуже профессиональной карты E-Mu1616.

Немаловажную роль играет согласование АС и УМЗЧ. При прослушивании УМЗЧ через АС от ламповой радиолы «Симфония» (6ГД2, 4ГД7, 1ГД3) для согласования пришлось последовательно с АС включить резистор номиналом 2 Ом / 5 Вт. Иначе чрезмерное демпфирование НЧ головки резко снижало уровень баса. То же может происходить с однополосными АС на широкополосных динамических головках. Особенность звучания УМЗЧ – это прекрасно проработанная сцена и глубина, на хороших записях можно

ощущать размер помещения, в котором записывалась композиция. Детальность звукового образа завораживает. И рок, и классика, и джаз звучат одинаково естественно и чисто. До сборки усилителя мне нравилось звучание ламповых УМ, теперь я поклонник «Ноосферы»!

Конструкция и монтаж

Из усилителя «Одисей» были удалены все блоки, входные и выходные разъемы, заменены питающие провода по цепям ±55 В на провода с сечением 1,5 мм². Вы-

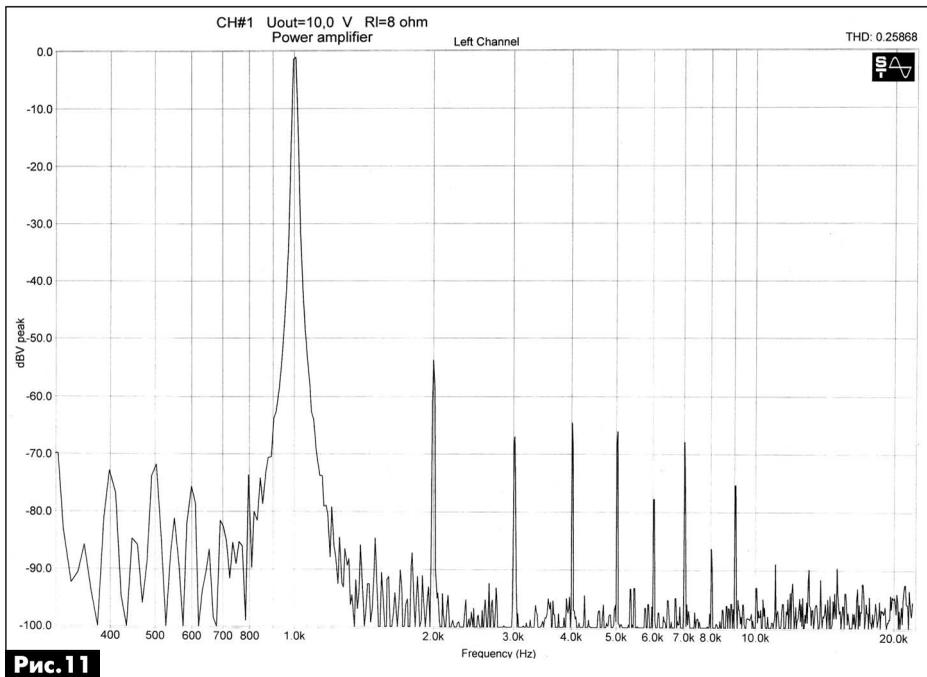


Рис.11

ходные клеммы необходимо заменить новыми винтовыми. Для их монтажа следует расширить пазы в корпусе усилителя до 10 мм и установить новые клеммы на изолирующие прокладки из стеклотекстолита. К качеству клемм следует подойти особенно тщательно, они не должны содержать железных деталей, что легко проверяется магнитом. На рынке предлагают входные разъемы золотистого цвета, выдаваемые недобросовестными продавцами за латунные. На самом деле это алюминиевый сплав с покрытием. Поэтому лучше всего взять клеммы известного производителя.

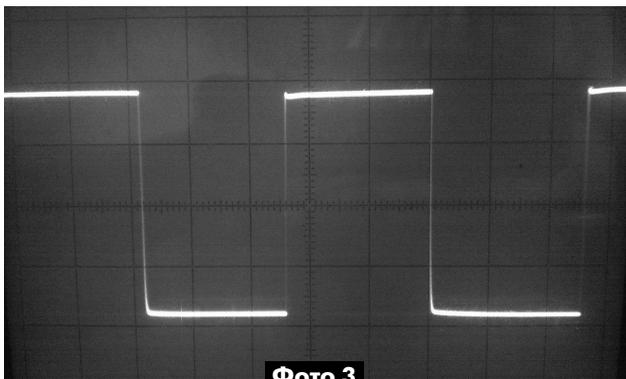


Фото 3

Входные RCA клеммы установлены на алюминиевую панель через изолирующие прокладки.

Между выходными клеммами УМЗЧ не должно быть металлических деталей задней стенки УМЗЧ.

Источник питания

Источник питания усилителя оставлен без изменений за исключением сетевой цепи. В цепь первичной обмотки трансформатора питания после предохранителя включена фильтрующая емкость 1 мкФ / 600 В, далее помехоподавляющий дроссель и варистор.

Регулятор громкости

Автором рекомендуется в качестве предпочтительного регулятора громкости ALPS Blue Velvet RK27 10...50 кОм.

Он предназначен для цифровых стереосистем, где предъявляются высокие требования по разбалансу каналов и взаимному проникновению сигнала из канала в канал. Это сдвоенные резисторы, изготовленные на основе высококачественных углеродных резистивных элементов со специальными функциональными зависимостями для аудиоприменений.

При повторении УМЗЧ был оставлен заводской регулятор громкости, так как заказанный Alps RK18 50 кОм чрезвычайно долго доставлялся продавцом.

Регулятор регулировки громкости должен быть перенесен к входным разъемам для уменьшения наводок. Для этого придется изготовить удлинитель из части старого потенциометра двух втулок и удлинительной тяги. Конструкция удлинителя показана на **фото 4**.

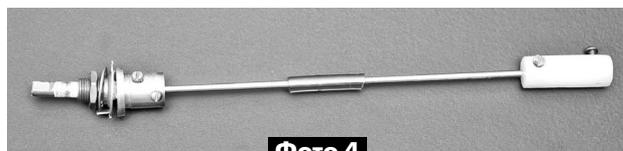


Фото 4

Плата защиты АС

Между блоками усилителя расположена плата защиты АС от постоянного напряжения. Я пробовал ее отключать – различия в звучании нет, поскольку качественные контакты реле на 30 А успешно справляются со своей задачей. Монтаж провода от выхода усилителя до платы защиты и далее до выходных клемм сделан медным акустическим кабелем сечением 2,5 мм².

Внимание! Часто в продаже можно найти алюминиевые акустические провода с медным покрытием, они для качественных систем непригодны! Такие провода хорошо определяются по весу.

Дальнейшая доработка УМЗЧ

Можно сделать еще много мелких улучшений для повышения качества звучания, например: заменить диоды КД213 диодами Шотки в ИП, электролиты – рекомендуемыми И. Виноградским и др. Вообще, для тороидальных трансформаторов





рекомендуется половинки вторичных обмоток включать через отдельные мостики и затем объединять плюсовые и минусовые шины фильтрующих конденсаторов в общую «землю» усилителя. Может, так и сделаю со временем. Мой вариант разводки печатной платы не идеален. Для дальнейшего совершенства простор очень широкий.

Компоновка УМЗЧ примерно соответствует рекомендациям автора. С авторским вариантом «Носферы» можно ознакомиться на сайте форума <http://www.vegalab.ru/forum/showthread.php/38000>. Там же много советов по компоновке усилителя из готовых блоков.

Основные отличия авторского варианта от моего – это заводское изготовление печатных плат,

применение более качественных конденсаторов фильтра питания, выверенная разводка печатной платы. Используются другие транзисторы в УН типов 2SA1358-2SC3421. Применены диоды Шотки в ИП. Гарантированное качество сборки и настройки. Наконец авторский опыт!

В заключение хотелось бы отметить, что к повторению данной конструкции следует приступать, имея багаж знаний в области усилительных устройств, навыки в проведении измерений, а также элементарный набор измерительных приборов: осциллограф, вольтметр постоянного и переменного тока, мультиметр, генератор синусоидального сигнала, компьютер и программу спектрального анализа.

Два подхода к выбору схем НЧ усилителей с АРУ

Владимир Рентюк, г. Запорожье

Как известно, проблемы скрываются в деталях. Данная статья, написанная исходя из собственного опыта автора, раскрывает некоторые важные детали для выбора оптимальных понижающих низкочастотных схем с автоматической регулировкой усиления (АРУ).

Необходимо отметить, что в настоящее время ясного понимания, какую схему и когда наиболее оптимально применять, нет. И не только среди радиолюбителей, но и в среде радиоинженеров. Особенно, когда неспециалисту в области звукотехники требуется выбрать схему АРУ при решении разовых задач, например, для ограничения уровня низкочастотного сигнала в тракте передачи, для нормирования уровня такого сигнала от непрогнозируемого источника или для устранения возможной перегрузки.

Порой возникает путаница, когда устройства с нелинейной передаточной характеристикой, например ограничители сигналов и компрессоры на нелинейных элементах, логарифмические или экспоненциальные усилители и т.п., ошибочно приравниваются к схемам с АРУ, хотя последние имеют специальный контур регулирования (отсюда и их название: схемы с автоматической регулировкой усиления – АРУ).

Что же необходимо для правильного выбора схемы с АРУ? Необходимо определить, какая задача должна быть решена этой схемой. Схемы, сжимающие динамический диапазон сигнала (их и рассматривает данная статья), делятся, в свою очередь, на два направления.

Первое – это схемы, ограничивающие сигнал на некотором заданном уровне без его компрессии до точки срабатывания АРУ. Их задача – не

допустить превышение сигналом некоторого заданного уровня.

Второе направление – это схемы, уменьшающие динамический диапазон выходного сигнала во всем динамическом диапазоне входного сигнала. Они осуществляют именно сжатие динамического диапазона – компрессию, то есть в большей степени усиливают малые сигналы и в меньшей степени – большие. Это позволяет устранить перегрузку тракта и улучшить соотношение сигнал/шум, но сигнал теряет свою изначальную динамику (в последствии ее можно вернуть к исходной эспандером). Компрессоры часто выполняют и ограничение сигнала на некотором уровне. На **рис. 1** показаны три основные идеализированные передаточные (в некоторой литературе – амплитудные) характеристики схем с понижающей АРУ.

На **рис. 1,а** показана передаточная характеристика схемы, в которой усиление сигнала до некоторого предела осуществляется без сжатия динамического диапазона, но выше заданного уровня (за точкой перелома) усиление не происходит. На **рис. 1,б** показана передаточная характеристика схемы с компрессией (сжатием) динамического диапазона с соотношением $r:1$. В этом случае осуществляется большее усиление слабых и уменьшается усиление сигналов высокого уровня. На **рис. 1,с** показана передаточная

