

Н. Сухов, Киев

За последние 5-6 лет рынок звуковоспроизводящей аппаратуры в странах СНГ явно перенасытился зарубежной аппаратурой разных стоимостных категорий, но сегодня уже далеко не каждый аудиофил и тем более радиоловитель «на слово» поверит в рекламируемые достоинства даже Hi-End аппаратуры - многие, вложив немалую сумму в покупку, например, УМЗЧ известной и широко рекламируемой фирмы, обнаружили, что его основное достоинство - красивый дизайн, а вот по качеству звука он ничем не лучше спящего много лет назад по одной из схем, опубликованных в радиоловительской литературе. Известную роль в такой «дезорientации» вносят появившиеся в последние годы красочные журналы для аудиофилов, почти все материалы в которых освещают аппаратуру, имеющуюся у рекламодателей, в разных оттенках, но непременно одного - «розового» - цвета. Что ж, реклама, как известно, двигатель торговли, но настоящий СНГ-овский аудиофил-радиоловитель отличается от западного критическим складом ума. Вот и один из читателей «Радио» москвич Николай Клименко с большим сомнением воспринял «вечные» рассуждения и голословную критику экспертов журнала «Аудио магазин» (далее «АМ») моего «УМЗЧ высокой верности» (УМЗЧ ВВ), описанного в «Радио» №6,7/89, и попросил меня прокомментировать некоторые суждения (имеется в виду рубрика «Почта» из «АМ» №4/96, с.3,4).

Ознакомившись с заметками в «АМ» я могу отметить, что оба эксперта (В.Зуев и С.Куниловский) владеют схемотехническими познаниями на, мягко говоря, не очень высоком уровне. Так, например, В.Зуев, оценивая схемотехнику УМЗЧ ВВ, уходит от радиотехники в очевидно более близкую ему область эмоций, пытаясь доказать, что «микросхема на входе усилителя ... наверняка украдет виртуальную глубину стереопанорамы, столь необходимую для создания эффекта присутствия» (имеется в виду скоростной ОУ с входным каскадом на полевых транзисторах К574УД1). Но позвольте, г-н Зуев, почему вы считаете, что этот ОУ «глубину украдет», а тот десяток ОУ, которые звуковой сигнал проходит до УМЗЧ в магнитофоне, CD-плеере или любом другом источнике сигнала (даже в «ламповых» CD-плеерах ЦАП выполнен, извините, на твердотельной ИМС, внутри которой есть уйма ОУ) будут вести себя порядочно и ничего «не украдут»?

Далее эксперт «АМ» пытается убедить нас в «практически невозможном получении хорошего звучания в любительских условиях», поскольку «для хорошего воспроизведения звука требуются изготовленные по специальной технологии ДОРОГИЕ «хай-файные» проводники, переключатели, СЛОЖНЫЕ способы их соединения (бескислородная пайка, спецприпой)», пытаясь оправдать смешную цену hi-end-овских усилителей Audio Note (\$ 120400) мощностью 17 Вт и Kego (\$ 247000) мощностью 45 Вт, а также, очевидно, соединительных кабелей с некристаллической структурой проводников стоимостью в несколько сотен долларов. Да, действительно, еще из курса физики нам известно, что любой контакт металла с металлом даже в отсутствие оксидной пленки можно рассматривать как нелинейный элемент электрической цепи ввиду неравенства т.н. «работ выхода» электронов. И эта нелинейность может ухудшить звучание систем высокой верности. Но мне трудно поверить, что г-н Зуев слышал реальную ра-

боту УМЗЧ ВВ и тем более сколь-нибудь знаком с его схемой, поскольку вопросам устранения нелинейности соединительных проводов, контактов разъемов и реле при разработке УМЗЧ ВВ было уделено особое внимание. В частности, в схему (а для неумеющих читать радиосхемы - «черным по белому» написано на с. 55, 56 «Радио» № 6/89) введен специальный каскад, компенсирующий не только нелинейность, но также активную и реактивную составляющие распределенного сопротивления соединительных проводов, а цепь общей ООС выполнена так, что компенсирует нелинейность «холодных» контактов реле коммутации выхода УМЗЧ и разъемов. Другими словами, те отрицательные факторы, о которых говорит В.Зуев и которые способны ухудшить звучание, в УМЗЧ ВВ устранены наиболее эффективным способом - схемотехнически.

Не могу согласиться с утверждением и о том, что «любительство в звукотехнике не может сейчас конкурировать с фирменной аппаратурой ... по качеству звука». Если речь о дизайне и исполнении корпуса - да, тут любителю трудно тягаться с промышленностью. А относительно ЗВУКА - то сегодня среднему радиоловителью вполне под силу собрать УМЗЧ с качеством звука под ценовую категорию \$ 300-500, затратив от силы \$ 40...50. Но для этого надо быть РАДИОЛЮБИТЕЛЕМ и не следовать совету В.Зуева «... поэтому лучше купить готовый аппарат». Известная пословица «кто платит деньги, тот и заказывает музыку» вполне объясняет цель изданий, подобных «АМ» - заставить читателя раскошелиться на самую дорогостоящую аппаратуру.

Несколько претенциозен, на мой взгляд, и отзыв эксперта «АМ» о том, что «г-н Сухов с большим опозданием обратил внимание на схемную экзотику некоторых зарубежных фирм, не отличающихся качеством звучания своих изделий (имеются в виду Kenwood (!) и Akai - примечание Н.С.) и ... опоздал примерно на 10 лет». Но почему же тогда «АМ» обсуждает в 96 году конструкцию 89 года (в мире техники 7 лет - очень большой срок) как наиболее популярную и до сих пор не превзойденную по параметрам?

Завершая изложение моего мнения о заметках в «АМ», хочу отметить, что такие журналы, конечно, полезны, но многие утверждения их авторов могут показаться бесспорными лишь тем читателям, которые не способны отличить транзистор от резистора. На людей же, разбирающихся в радиосхемотехнике, статьи в «АМ» производят впечатление написанных авторами ЧТО-ТО СЛЫШАВШИМИ о предмете обсуждения, хотя я убежден, что учить кого-то чему-либо можно лишь досконально, в мельчайших подробностях и со всех сторон ЗНАЯ тему статьи.

Николай Клименко в своем письме в «Радио» также интересовался, проводилось ли мной сравнительное прослушивание, и интересовался «философией», которой я придерживался при разработке УМЗЧ ВВ.

Свое мнение высказывать не буду, это не вполне корректно. Но вот что, например, пишет по этому поводу один из фидошников Евгений Комиссаров (клянусь, что я его не знаю и отзыв не инспирирован, а получен через фидошную зху MO.HI-FI):

«На самом деле этот самый УМЗЧ ВВ обладает невероятным потенциалом с точки зрения звукоизвлечения - будучи правильно собранным, налаженным и настроенным (а он очень и очень критичен к блоку питания, разводке «общего», фази-

ровке трансформаторов, применяемым проводам, конденсаторам, реле, особенно учитывая то, что оно охвачено ООС, полярности подключения колонок - с моим ПКД СЕС 3100 полярность колонок пришлось поменять на обратную и т.д. и т.п., тонкостей тут очень много), он звучит лучше всех транзисторных усилителей, которые я (и не только я) за свою жизнь слышал. И намного лучше, это слышно с первого звука.

Его отличает чистый, великолепно артикулированный, глубокий бас, который с первых же звуков делает тебя своим рабом, прекрасная, точная середина и чистый, легкий, детальный верх. О деталях тут стоит сказать отдельно. Многие усилители, слушанные мной (например SUGDEN) обладают высокой детальностью - слышно все, но... эта детальность разрушает звуковую картину, потому как эти детали передаются неверно :(Например, эхо от «звонкой» студии (то я лучше всего услышал в 6-й композиции диска «Falling Into You» Celine Dion) превращается в непонятный шум, напоминающий работу динамического шумоподавителя и вместо того, чтобы занять свое место в звуковой картине, начинает мешать, музыку становится буквально противно слушать :(УМЗЧ ВВ такого себе не позволяет. Он очень гармоничен и точен, эхо слышно именно как эхо, это не мешает, не портит звук, а дополняет его. За счет того, что все эти «детали» вливаются с общей картиной, они меньше бросаются «в глаза»...

Он великолепно справляется со скрипкой, с гитарой и другими акустическими инструментами, голос передается со всеми мельчайшими интонациями, и слышен таким, какой он на самом деле...

Написать можно много еще чего, но толку то? Надо слышать... Я могу определенно сказать, что в группе усилителей до 1500\$ ему просто нет равных...

И это не единственный отзыв про УМЗЧ ВВ, да еще, кстати, не авторского повторения. Стоимость комплекта деталей такого «любительского» усилителя не превышает 50\$ (без корпуса). Выводы делайте сами.

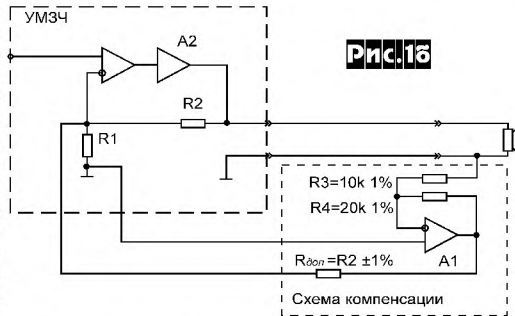
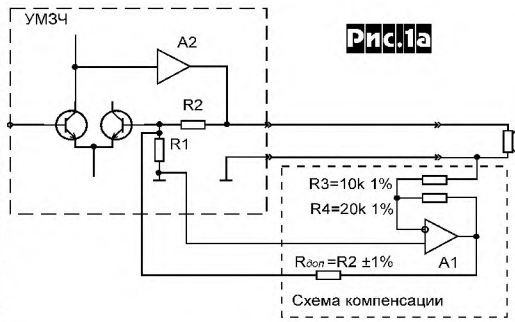
О «философии»: УМЗЧ ВВ разрабатывался по заданию одной из испытательных лабораторий как окончательное звено стенда для субъективной экспертизы звучания CD-плееров. Он должен был быть выполнен на отечественной элементной базе и обеспечивать 100 Вт на нагрузке 8 Ом (студийные мониторы JBL) при уровне искажений и шумов на 10...20 дБ ниже, чем у CD-плееров. Повторив на отечественных элементах до десятка схем УМЗЧ ведущих западных фирм, я убедился, что на КТ818-19 с низкой граничной частотой не удастся получить приемлемого (по ТЗ не более 0,001%) уровня нелинейных искажений на высшей частоте звукового диапазона. Большой фазовый сдвиг этих транзисторов (на порядок два больше, чем у зарубежных) вынуждал для обеспечения устойчивости вводить более глубокую частотную коррекцию, что, в свою очередь, ограничивало глубину ООС на высших частотах и ухудшало линейность. Проблему удалось решить, полностью отказавшись от включения транзисторов по схеме ОЭ и введя коррекцию по опережению, компенсирующую полюс на АЧХ усилителя с разомкнутой ООС, формируемый транзисторами выходного каскада. В результате «требования заказчика» по линейности были выполнены с большим запасом во всем зву-

ковом диапазоне и усилитель был принят в эксплуатацию.

Но тут (я участвовал в большинстве субъективных испытаний как «слушач») вдруг обнаружилось, что один и тот же CD, проигрываемый на одном и том же УМЗЧ и на один и тот же монитор (студийную акустическую систему), но соединенный разными кабелями, звучит по-разному! Тщательно исследовав феномен, мы обнаружили, что те тысячные доли процентов искажений, которые давал УМЗЧ, ничто по сравнению с искажениями, «оседлавшими» на соединительных кабелях и разъемах. Замена разъемов на позолоченные и обычных соединительных проводов на специальные с «некристаллической» структурой (\$250 за витую пару длиной 4 м) проблему решила лишь частично - искажения уменьшились в несколько раз, но не исчезли. Тогда, после ряда экспериментов со студийными усилителями Kenwood с системой «Sigma Drive», я попробовал ввести в УМЗЧ каскады компенсации полного импеданса проводов и нелинейности «холодных» контактов

и результат превзошел все ожидания - искажения исчезли, причем независимо от качества (и цены!) соединительных проводов и разъемов. Так в результате и родилась схема, описанная в «Радио» NN 5, 6, 7 за 89 г (желающие могут заказать копию в нашей редакции, условия - на с. 13).

Кстати, я настоятельно рекомендую всем любителям высококачественного звука установить упомянутую схему компенсации в свои УМЗЧ. Это сделать несложно: потребуются лишь 3 прецизионных резистора и один ОУ (его тип особого значения не имеет, это может быть и 140УД6, и К157УД2). На рис. 1 условно показана укрупненная схема типового УМЗЧ: рис. 1 а - с входным каскадом на дискретных элементах, рис. 1 б - с входным каскадом на ОУ, остальные каскады «упрятаны» в блок А2. Вход схемы компенсации соединяют с «земляным» выводом прямо на корпусе акустической системы, а выход через резистор $R_{доп}$, сопротивление которого должно быть равно сопротивлению резистора цепи общей ООС УМЗЧ R_2 (R_2 включен между выходом УМЗЧ и инвертирующим входом входного каскада) - с инвертирующим входом первого каскада УМЗЧ. Принцип работы такой схемы - измерение падения напряжения на одном из соединительных проводов, удвоение его и «добавка» к обычному сигналу на выходе УМЗЧ, что эквивалентно устранению проводов между усилителем и акустическими системами. Такое схемное решение не требует какого-либо налаживания при замене соединительных кабелей или акустических систем. Попробуйте, и вы убедитесь, что эффект превзойдет все ваши ожидания (конечно, если ваш усилитель, ис-



точный сигнала и особенно акустические системы достаточно высокого качества).

Говоря о современном высококачественном звукоспроиизведении, не могу не поделиться некоторыми наблюдениями, которые также не вписываются в «розовые» оттенки.

Ламповые усилители. Они действительно в большинстве своем звучат иначе, чем транзисторные. Но «иначе» и даже «приятнее» не значит «точнее». В действительности выходной трансформатор (уже слышу возражения «чистых ламповиков» о бестрансформаторных УМЗЧ на 6С33С, но это исключение из правила) - устройство с гораздо большей (в силу петли гистерезиса и конечной индукции насыщения магнитопровода) нелинейностью, частотными и фазовыми искажениями, чем транзистор в активном режиме. Именно из-за больших фазовых искажений ламповые УМЗЧ невозможно охватить сколь-нибудь глубокой ООС, что и проявляется в конечном итоге в

а) относительно большом (единицы Ом) выходном сопротивлении (у транзисторных - сотые и тысячные доли Ома)

б) сравнительно плавном ограничении при перегрузке (на рис. 2 изображены типовые амплитудные характеристики лампового и транзисторного усилителей).

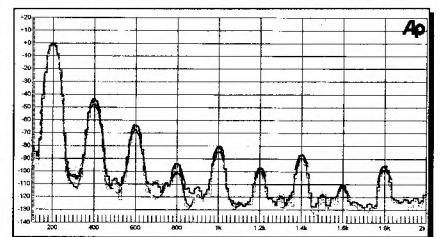
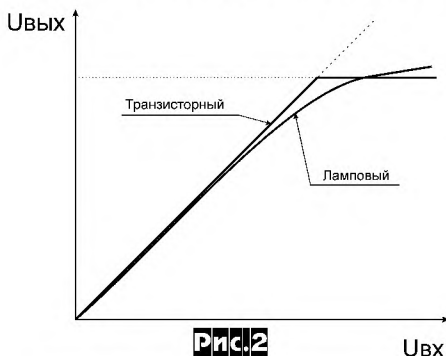
Попробуйте искусственно увеличить выходное сопротивление любого «среднего» транзисторного УМЗЧ до 2...3 Ом (для этого достаточно последовательно с акустической системой включить 10 или 20-ваттный резистор с таким сопротивлением) и не превышайте 1/5...1/4 его номинальной мощности (чтобы кратковременные пики сигнала не обрезались) и вы убедитесь, что звук в 95% случаев из 100 приобретет «ламповую мягкость». Причина кроется в том, что многие (но не все!) акустические системы обеспечивают минимум интермодуляционных искажений по звуковому давлению не при нулевом сопротивлении источника сигнала - $R_{вых}$ (УМЗЧ), а при $R_{вых} = 2...5$ Ом. Сразу вроде бы не очевидно, однако такое сопротивление нарушает линейность АЧХ и ФЧХ пассивных разделительных фильтров акустических систем, которые проектируются в расчете на $R_{вых} = 0$. Но ведь это проблемы не УМЗЧ, а акустических систем! Именно акустики должны позаботиться при разработке акустических систем не только о линейности АЧХ и ФЧХ по звуковому давлению на синусоидальном сигнале, но и о ми-

нимизации акустических интермодуляционных искажений при $R_{вых} = 0$ или, что хуже, нормировать $R_{вых}$, скажем, сопротивлением 3 Ома и рассчитывать разделительные фильтры на такое сопротивление источника.

Кстати, почему-то у аудиофилов укоренилось мнение, что в спектре ламповых усилителей нет высших гармоник. Это тоже неправда. На рис. 3 приведен реально измеренный Мартином Колломсом спектр сигнала на выходе типичного современного High-Endовского лампового усилителя CARY 805С [1] Английского Клуба аудиофилов, в котором есть не только 2-я и 3-я гармоники, но и 5-я, 6-я, 7-я, 9-я..., причем их уровень не меньше, а больше, чем в транзисторных УМЗЧ.

Еще одно распространенное «аудио-заблуждение» - в том, что CD якобы обеспечивают больший динамический диапазон, чем аналоговая компакт кассета (КК). При этом в качестве основного аргумента приводится формула шумов квантования $N_{кв} = 6N + 1,8$ дБ,

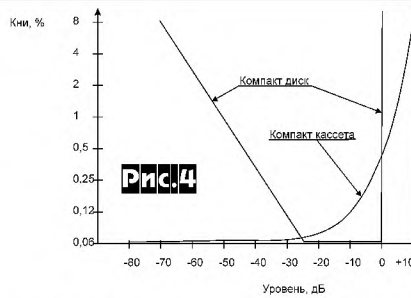
где N - разрядность квантования по уровню. Для CD применено $N = 16$, следовательно теоретический уровень шумов квантования $N_{кв.cd} = 6 \times 16 + 1,8 = 97,8$ дБ. С чьей-то легкой руки это значение и принимают за динамический диапазон CD. Учитывая, что у лучших КК отношение сигнал/шум составляет (без систем шумоподавления) порядка 55 дБ, то и делается вывод о более чем 40 дБ выигрыше CD. Но нельзя забывать, что принципы аналоговой КК и цифрового CD в корне отличаются, поэтому применять для оценки динамического диапазона CD методы измерения КК некорректно. В КК динамический диапазон снизу действительно определяется уровнем шумов, но это не значит, что так же обстоит дело и у CD! Взглянув на рис. 4, на котором изображены типовые зависимости коэффициента $K_{ни}$ нелинейных искажений КК и CD в функции уровня сигнала, можно легко заметить, что в аналоговой записи $K_{ни}$ с уменьшением уровня монотонно убывает, в то время как у цифровой записи возрастает, стремясь к 40% (поскольку увеличивается относительный размер «ступеньки» квантования). Причем если у аналоговой записи в спектре искажений преобладают не очень режущие слух 3...5 гармоники, то у цифровой дело обстоит гораздо хуже - множество комбинационных составляющих не образуют привычного для слуха гармонического ряда и их действие становится явно заметно уже при уровнях около 1%. Легко убедиться, что при уровнях сигнала порядка -50 дБ и ниже искажения CD переходят порог допустимых 1%. То есть снизу динамический диапазон CD оказывается ограничен не шумами квантования, а нелинейными искажениями. И из 97,8 теоретических дБ остается только 50 дБ. Но это еще не все! При перегрузке КК нелинейные искажения пропорциональны квадрату уровня записи (при увеличении уровня в 2 раза коэффициент гармоник возрастает всего в 4 раза) и поэтому их кратковременное возрастание на пиках сигнала незаметно на слух. У CD при превышении номинального входного уровня аналого-цифрового преобразователя (АЦП) всего на



2...3 дБ нелинейные искажения возрастают в десятки тысяч раз, поэтому в реальной аппаратуре цифровой записи за номинальный принимают уровень на 12...15 дБ (т.е. на пикфактор реального музыкального сигнала) меньше предельного входного для АЦП. В результате из исходных 97,8 дБ остается всего 35...37 дБ реальных, что на 20 дБ МЕНЬШЕ, чем у КК. Вот почему, несмотря на субъективное отсутствие «шипа», многие фонограммы, воспроизводимые с CD, приводят к быстрой утомляемости и имеют заметно худшую «глубину стереопанорамы», чем та же фонограмма, воспроизводимая с аналоговой виниловой грампластинки (современные грампластинки, выполненные по технологии Direct Metal Mastering высоко ценятся аудиофилами и обеспечивают динамический диапазон 60...65 дБ) или качественной КК.

Нельзя не упомянуть и еще о двух «неездах» на КК - со стороны цифровой компакт кассеты DCC и минидиска MD. С момента появления DCC (1989 г.) и MD (1993 г.) фирма Philips - разработчик DCC - пыталась убедить аудиофилов, что именно DCC через 1-2 года полностью вытеснит КК. С аналогичным заявлением, но уже в отношении MD, выступала и Sony - разработчик MD. Но ... время шло, а КК до сих пор является преобладающим бытовым носителем аудиопрограмм с возможностью записи. Более того, если вначале формат DCC был поддержан мировым гигантом Matsushita и рядом других известных фирм, то сегодня DCC производит только Philips, да и то всего несколько моделей (на фоне десятков моделей КК). Фирма Sony, также удрученная субъективной оценкой качества звучания, проведенной немецким журналом «Audio», в результате которой MD расположился на последнем месте с 45 баллами из 100 после разделивших 1-2 места CD-плеера (85 баллов) и КК-магнитофона (85 баллов), и занявших 3-4 места проигрывателя виниловых грампластинок (80 баллов) и DCC (80 баллов), начала лихорадочно совершенствовать систему сжатия цифровых аудиоданных, в результате чего за 4 года было рождено 4 (!) версии алгоритма сжатия ATRAC 1 - ATRAC 4.5. Тут самое время вспомнить, что в DCC и MD применено, как и в CD, 16-разрядное квантование по уровню, но для снижения потока записываемых на носитель данных использовано цифровое сжатие по алгоритмам соответственно PASC (Precision Adaptive Subband Coding) и ATRAC (Adaptive TRAnsform Acoustic Coding), уменьшающих поток цифровых данных с 2 Мбит/с до 384 кбит/с и 300 кбит/с, т.е. и DCC, и MD принципиально менее точно воспроизводят звук, чем CD. Прогноз - дело благодарное, но справедливости ради давайте вспомним судьбу еще одного (теоретически превосходящего по качеству CD) формата R-DAT, которому в момент его появления в 1987 году также прочили место наследника КК. Показателен в этом смысле довольно точный прогноз автора этих строк, опубликованный в «Радиоежегоднике-89». В то время как практически вся зарубежная и отечественная пресса писала о том, что к 1991 году R-DAT полностью заменит КК, это было, пожалуй, единственная публикация, в которой R-DAT было отведено скромное место разве что в полупрофессиональных студиях звукозаписи (с. 175 «Радиоежегодника-89»).

Еще один «аудиомиф», который мне хотелось бы «развенчать» в этой статье, касается глубокоуважаемой и всемирно известной фирмы Dolby. Тут я должен сказать, что Рэй Милтон Долби - мой кумир, и вся его деятельность - достойный образец инженерного мастерства. Но ... и на солнце есть пятна, есть

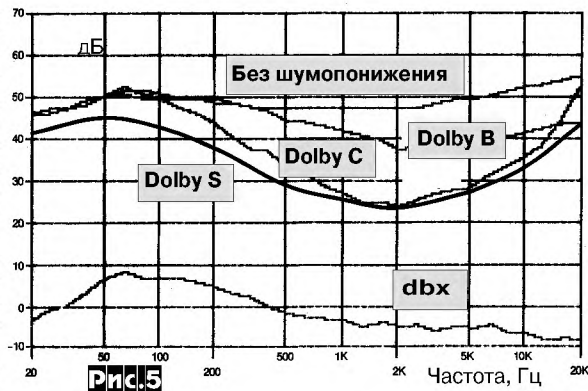


серьезные недостатки и в системах Dolby. По сравнению с предшественниками - динамическими фильтрами, работающими только при воспроизведении - компрессоры Dolby, безусловно, огромный шаг вперед, ведь работая «зеркально» в режимах записи и воспроизведения, они теоретически должны обеспечить идентичность прошедшего двойную обработку сигнала воспроизведения исходному. Но многие «слушачи» отмечают, что Dolby все же заметно нарушает пространственную насыщенность звука, а т.н. «пуристы» предпочитают мириться с шипом магнитной ленты, лишь бы не «жевать» звук включением Dolby. Что ж, значительная доля правды в этих утверждениях есть, многочисленные исследования сотен кассетных магнитофонов, оснащенных системами Dolby B, Dolby C, Dolby S позволили мне установить основную причину этих недостатков - неидеальность каналов магнитной записи-воспроизведения (КМЗВ) реальных магнитофонов. Дело в том, что компрессоры Dolby имеют т.н. «билинейную» характеристику сжатия-расширения, на которой есть несколько характерных точек излома, причем для идеального восстановления сжатого сигнала точки перегиба компрессора в режиме записи и экспандера в режиме воспроизведения должны совпадать. На практике это означает, что коэффициент передачи КМЗВ должен быть точно равен единице (или 0 дБ). Реальные магнитофоны отрегулированы идеально далеко не всегда и характеристики сжатия-расширения оказываются «сдвинуты», в результате чего на суммарной амплитудно-амплитудной характеристике появляется «яма» или «горб», причем в самом неподходящем отрезке уровней записи от -30 до -10 дБ, ответственном за правильность передачи реверберационных «хвостов» музыкального сигнала. В случае «ямы» эти «хвосты» просто исчезают, а в случае «горба» - динамически выпячиваются, отсюда и потеря пространственной насыщенности.

Есть у систем Dolby и еще один недостаток - даже при линейной АЧХ КМЗВ отличие его коэффициента передачи от 1 приводит к динамическому нарушению мгновенных АЧХ и особенно ФЧХ, что также сильно нарушает естественность звучания, «размазывая» стереопанораму то в один, то в другой канал. Причина - в использовании т.н. фильтрующей технологии sliding band - «скользящей полосы», хорошо маскирующей модуляционные шумы, но, к сожалению, при этом АЧХ и ФЧХ сильно зависят от уровня сигнала.

Тут я хотел бы отметить, что из более чем десятка типов подробно исследованных мной шумоподавителей компрессорного типа (Dolby B, Dolby C, Dolby S, High Com, High

Com 2, ANRS, SuperANRS, ADRES, YCMA, dbx и др.) наиболее приспособленным к «неидеальностям» реальных КМЗВ оказался малораспространенный в бытовых магнитофонах (в основном из-за удачного продвижения на этом рынке систем Dolby), но один из самых известных в профессиональной технике компрессор dbx одноименной американской фирмы DBX (David Blackmer eXcellence), Inc. Этот компрессор обладает двумя уникальными свойствами - децилинейной (линейной в децибелном масштабе) характеристикой сжатия-расширения и независимостью АЧХ и ФЧХ от уровня сигнала. В результате неединичность коэффициента передачи реального КМЗВ не нарушает линейности суммарной амплитудной характеристики (изменяется только средняя громкость, что легко компенсировать обычным регулятором громкости), остаются нетронутыми и мгновенные АЧХ и ФЧХ (а именно они ответственны за точность воспроизведения музыкальной панорамы). К числу неоспоримых достоинств dbx относятся также высокая эффективность шумоподавления (до 35...40 дБ против 10 - 20 - 24 дБ у Dolby B - C - S), и не только на высочайших («шип»), но и на средних и низких (сетевой фон, фликер-шум ленты и усилителей, НЧ переходная помеха с соседней дорожки записи) частотах. Как говорят эксперты, «Dolby субъективно снижает шумы, а dbx их полностью удаляет». На рис.5 для сравнения графически изображены спектрограммы шумов кассетного магнитофона без шум-



моподавления и с включенными шумоподавителями.

Предвосхищая вопрос о схемотехнике dbx сразу отмечу, что «родная» схема dbx довольно сложна и требует применения нескольких специализированных ИМС, продающихся только по лицензии DBX, Inc. Но мне за последние годы, основываясь на алгоритме работы dbx, удалось создать dbx-совместимый компрессор, названный УНИверсальным КОМПандером. Стереовариант УНИКОМПа содержит 7 недефицитных отечественных микросхем и обеспечивает на любом катушечном или кассетном магнитофоне динамический диапазон, вдвое (по децибелам) больший собственного динамического диапазона КМЗВ. Т.е. если собственно магнитофон обеспечивает 40 дБ, то с УНИКОМПом будет 80 дБ, если 45 дБ, то с УНИКОМПом будет 90 и т.д. К сожалению, рамки данной статьи не позволяют подробнее остановиться на алгоритмах и схемотехнике dbx-УНИКОМПа, но интересующимся сообщу, что описание и схема УНИКОМПа запланированы к публикации в «РадиоХобби».

