

## ***Стыковка уровней в звукозаписи.***

Боб КАЦ (Bob KATZ). Перевод – НАЗАРОВ В.А.

### **ЧАСТЬ I. XX век – век Пиков.**

Цифровая запись – это просто: все, что Вам надо сделать, это чтобы пик записи не превышал 0 дБ и никогда переходить этот уровень! И все остается простым, пока Вы не обнаруживаете один DAT-магнитофон, который говорит, что пленка имеет пики на – 1 дБ, в то время как другой магнитофон показывает превышение уровня 0 дБ, а ваш компьютер говорит Вам, что пики уровня записи все же достигают 0 дБ! Эта статья исследует концепции превышения уровня записи в цифровых трактах (OVER), измерителей уровня магнитофонов, громкости, и предлагает новый взгляд на обычные методы перезаписи и калибровки уровня.

#### **Глава I: Цифровые измерители и Пик-индикаторы**

Изготовители DAT-магнитофонов помещают в небольшой ящик много узлов, часто идя на компромисс в конструкции измерителей уровня с целью сокращения затрат. Измерители некоторых магнитофонов управляются аналоговыми схемами, имеющими определенную погрешность. Даже производители, которые ставят цифровые измерители (с сегментными делениями) уменьшают затраты, оставляя большие промежутки в шкале измерителя, уменьшая, таким образом, количество дорогостоящих световых сегментов. В результате может быть точка – 3 дБ и точка 0 дБ, с большим безлюдным промежутком. И производитель считает, что он сделал для Вас доброе дело, когда измеритель показывает 0 при фактическом уровне между –1 и 0 дБ, или когда порог индикатора OVER установлен неточно или слишком низко, прежде, чем фактически происходит превышение (OVER). Но даже если измеритель имеет сегмент на каждом децибеле, при воспроизведении магнитофон не может показать разницу между уровнем 0 dBFS (FS = Full Scale = полная шкала) и имеющимся превышением OVER. Различение между этими двумя значениями требует интеллекта, которого я никогда не видел на DAT-магнитофоне или типичном компьютере. Я спросил бы производителя магнитофона, если индикатор OVER загорается при воспроизведении, то это, вероятно, простой датчик 0 дБ, а не индикатор OVER.

Есть только один способ решения этой проблемы. Возьмите калиброванный цифровой измеритель. Каждая студия должна иметь один или два таких. Есть широкий выбор, от Dorrrough, DK, Mytek, NTT, Pinguin, Sony, и других, каждый с уникальными возможностями, включая разные времена восстановления и шкалы измерений, но все хорошие измерители сходятся на одной вещи: определении самого высокого измеренного уровня оцифрованного звука. Истинный цифровой измеритель считывает числовой код оцифрованного звука и преобразует его в точное значение. Хороший цифровой измеритель может также различить значения 0 dBFS и OVER.

#### **Парадокс цифрового OVER**

Если уровни цифрового сигнала не могут превысить 0 дБ (по определению), то как цифровой сигнал может попасть в зону OVER?



1 - Оригинальный аналоговый сигнал.

2 - Записанный сигнал после преобразования.

Рис.1. Аналоговый сигнал, превышающий порог 0 dBFS, переходит в зону OVER.

Одним путем сигнал может попасть в OVER во время записи аналогового источника. Конечно, в цифровом сигнале уровень не может превысить 0 dBFS, но датчик уровня в A/D конвертере заставляет срабатывать индикатор OVER, если аналоговый уровень больше, чем эквивалент напряжения 0 dBFS. Если звукооператор не уменьшает аналоговый уровень записи, то будет записан максимальный уровень 0 дБ с продолжительной перегрузкой, производя приятно искаженную прямоугольную форму. Есть простой (цифровой) способ обнаружить OVER даже при воспроизведении: найти ряд последовательных отсчетов в 0 дБ, который представляет собой плоскую вершину. Специализированный цифровой измеритель определяет OVER, подсчитывая количество отсчетов в ряде из 0 дБ. Стандарт OVER для Sony 1630 – три отсчета, так как справедливо предположить, что аналоговый звуковой уровень, должно быть, превысил 0 дБ где-то между отсчетами номер один и три. Три отсчета очень жесткий стандарт – большинство исследователей считает, что длительность искажения всего в 33 микросекунды (три отсчета при 44,1 кГц) недостаточна, чтобы быть слышимой. Производители цифровых измерителей часто предлагают выбор установок порога OVER в 4, 5, или 6 отсчетов подряд, однако в данном случае лучше быть жестким. Даже 6 нулевых отсчетов трудно услышать на многих типах музыки, так что если Вы придерживаетесь стандарта в 3 отсчета, Вы будете гарантированы, что фактически все слышимые OVERы будут пресечены в корне, или, по крайней мере, обнаружены! Однажды использовав хороший цифровой измеритель, Вы никогда не захотите возвратиться к встроенному индикатору.

## Использование внешних А / D -конвертеров или Процессоров

Не существует стандарта для того, чтобы передать OVERы по AES/EBU или S/PDIF линиям. Так, если Вы используете внешний A/D конвертер, индикатор OVER DAT-магнитофона не будет функционировать должным образом или вообще. Я советую игнорировать этот индикатор при его срабатывании, если изготовитель не указывает, что это OVER-индикатор с подсчетом нулевых отсчетов. Они вероятно скажут, что это – аналоговый детектор уровня. Некоторые внешние A/D конвертеры не имеют индикаторов OVER, так в этом случае, если нет никакого точного внешнего измерителя, я бы советовал не превышать уровень –1 дБ по индикатору DAT-магнитофона. Я уже получил несколько искаженных лент, которые были записаны от внешнего A/D конвертера, не оборудованного индикатором перегрузки (OVER).

Во время цифровой перезаписи через цифровой процессор Вы увидите, что большинство записей не имели точной установки уровня (обязательно прочтите The Secrets of Dither перед использованием любого цифрового процессора). Эквалайзер или каскады процессора могут стать причиной перегрузок. Вопреки популярному мнению, OVER может возникнуть, даже если фильтр эквалайзера установлен срез вместо подъема, потому что фильтры могут звонить (резонансное явление). В цифровых процессорах могут возникать внутренние перегрузки, обычно необнаружимые цифровым измерителем. Во внутренних каскадах процессора также может возникнуть перегрузка без попадания ее на выходной индикатор. В этих случаях цифровой измеритель не является ошибкоустойчивым датчиком перегрузки, и нет никакой замены уху, однако хороший

цифровой измеритель поймает большинство других нарушений. Когда Вы слышите или обнаруживаете перегрузку после цифрового процессора, попробуйте применить цифровой входной аттенюатор процессора.

## Способы сохранения уровней

При записи аналогового источника на цифровую ленту, если Вы имеете внешний цифровой измеритель, настроенный на 3 отсчета, проверьте его индикатор OVER и, если он загорается во время записи, уменьшите соответственно уровень. Если Вы отслеживали уровни до возникновения OVER, скорее всего это будут неслышимые 3 отсчета OVER. Однако, если Вы вынуждены положиться на встроенный индикатор OVER DAT-магнитофона, обязательно проверьте его точность. Пользуясь измерителем DAT-магнитофона, старайтесь не превышать уровень  $-1$  дБ на пиках фонограммы. Вы не потеряете в величине соотношения сигнала/шум, а запись получите чистой, что особенно важно при отправке ее в мастеринг. В мастер-студии лента, которая записана слишком близко к порогу OVER, может привести цифровой эквалайзер или преобразователь частоты семплирования к перегрузке. Есть способы избежать этого, но не без усложнения жизни инженера мастеринга.

## Глава II: Что такое громкость?

Вопреки популярному мнению, уровни на цифровом пиковом измерителе не имеют ничего общего с громкостью (почти). Например, Вы делаете запись непосредственно на двухдорожечный магнитофон (некоторые инженеры все еще работают этим способом!) и Вы нашли совершенный микс. Теперь, убрав руки с Фейдеров, убедитесь, что уровни не создают перегрузки, и пригласите музыкантов записать «золотой» дубль. В первом дубле уровень достигает  $-4$  дБ по измерителю, а во втором при ударе по малому барабану достигается уровень 0 дБ. Означает ли это, что второй дубль громче? Если Вы ответите, что оба дубля примерно одинаковой громкости, Вы, вероятно, правы, **потому что при оценке громкости ухо реагирует на средний уровень, а не на пиковые уровни**. Если Вы увеличите общее усиление первого дубля на 4 дБ так, чтобы измеритель показал 0 dBFS, он будет звучать на 4 децибела громче, чем дубль два, даже при том, что теперь оба они имеют одинаковые показания на пиковом измерителе.

Не путайте пиковые измерители на цифровых рекордерах с VU-метрами. Помимо наличия разных шкал, VU-метр имеет намного более медленное время срабатывания, чем цифровой пиковый измеритель. В Главе II мы обсудим громкость более подробно, но давайте суммировать, сказав, что характеристики VU-метра наиболее близки к реакции уха. Если все, что у Вас есть – это пиковый измеритель, то для оценки громкости используйте ваши уши. Если Вы имеете VU-метр, используйте его как подсказчик, но не абсолютный, потому что этот измеритель может обмануться (см. Глава II).

Знаете ли Вы, что аналоговая и цифровая запись одного и того же исходного звука очень различается в определении громкости? Сделайте аналоговую и цифровую записи одной музыки. Сдублируйте аналоговую запись на цифровую ленту, при пике в 0 дБ. Эта копия аналоговой записи будет звучать приблизительно на 6 дБ громче, чем полностью цифровая запись! Это - много. Это потому, что типичное отношение пикового к среднему уровню при аналоговой записи примерно 14 дБ, тогда как для несжатой цифровой записи это соотношение составляет целых 20 дБ. Встроенный компрессор в аналоговых

магнитофонах – это средство получения более громкой записи (ой, я, кажется, разболтал секрет?). Именно поэтому поп-продюсерам, которые пишут в цифре, приходится компрессировать или лимитировать запись, чтобы конкурировать по громкости с их аналоговыми противниками.

## **Миф о "Нормализации"**

Программы редактирования цифровой звукозаписи имеют функцию по имени "Нормализация", полуавтоматический способ регулирования уровней. Инженер выделяет все нужные фрагменты (песни), и компьютер вычисляет самый высокий пик в альбоме. Затем компьютер изменяет уровень всего материала, пока уровень этого пика не станет 0 dBFS. Это не является серьезной эстетической проблемой, когда все песни были подняты или понижены на одну и ту же величину. Но ведь можно выделить каждую песню по отдельности и нормализовать их индивидуально. Так как ухо реагирует на средний уровень, а нормализатор измеряет пиковые уровни, результат может полностью исказить музыкальные ценности. Обработанная баллада получится громче, чем рок-композиция! Короче говоря, нормализация не должна использоваться для регулировки уровней песен в альбоме. Нет никакой замены человеческому уху.

## **Правильный путь оценки громкости**

Так как ухо единственный судья громкости, существует ли какой-либо объективный способ получить представление, как громко будет звучать ваш компакт-диск? Первое – используйте отдельный D/A конвертер для воспроизведения всех ваших цифровых источников. Так Вы сможете во время производства сравнить ваш компакт-диск с другими компакт-дисками в цифровом виде. Оцените DAT-магнитофоны, CD-проигрыватели, компьютеры и цифровые процессоры через этот отдельный конвертер. Другой важный инструмент – калиброванный регулятор уровня монитора с шагом шкалы 1 дБ. В согласованной среде мониторинга Вы на разных жанрах музыки освоитесь со значениями положений регулятора уровня монитора, и будете сразу же знать, как далеко Вы (в дБ) от вашего самого близкого конкурента, глянув только на положение регулятора. В Digital Domain мы регистрируем все значения мониторинга, используемые в данном проекте, так что мы можем возвратиться к тому же самому состоянию для проверки. В Главе II мы обсудим, как использовать наши знания, чтобы в 21-ом веке создать систему лучше.

## **Среднее значение уровня все выше и выше...**

Некоторые из последних моделей цифровых процессоров позволяют делать более громко звучащую запись, чем когда-либо прежде. Сегодняшние инструменты мастеринга могут сделать атомную бомбу из вчерашних фейерверков. Но звук становится задавленным, искаженным и, как правило, неинтересным. Прочтите мою статью о компрессии для более подробного описания гонки за громкостью. Хотя это кажется крутым, не делайте свой компакт-диск громче самого громкого из имеющихся, попытайтесь сделать лучшим звучание, что будет намного труднее.

## Глава III: Калибровка студийных уровней

На этом мы заканчиваем наше обсуждение производства. Эта Часть предназначена прежде всего для обслуживающего инженера. Давайте поговорим о выравнивании уровней аудиосигнала в студии. Поддержим новый взгляд на установку уровней в гибридной аналого-цифровой студии.

### Маркировка магнитных лент

dBm и dBv – это размерности напряжений, выраженные в децибелах. Я как-то получил по почте 1/4" ленту, помеченную "уровень +4 dBm". +4 dBm – это напряжение (1,23 В, хотя "m" означает милливатты). 1/4" лента не несет никакого напряжения на себе, и неясно, было ли это сделано с полупрофессиональным уровнем при 0 VU = -10 dBv или с профессиональным уровнем +4. На аналоговых лентах маркировка наносится в наноВеберах на метр (nW/m), и в dBFS на цифровых лентах.

Это не уменьшает важности аналогового опорного уровня, которым вы пользуетесь. Это безразлично только получателю ленты. Укажите только уровень магнитного потока, который использовался, чтобы выставить 0 VU. Например, 0 VU=400 nW/m при 1 кГц. Большинство измерительных лент имеет таблицы обычных уровней потока, где Вы найдете, что 400 nW/m на 6 дБ превышает 200 nW/m. Инженеры часто сокращают это на коробке с лентой, как +6dB/200.

### Выбор внутреннего уровня (напряжения) аналогового сигнала

Что проще, используйте уровень, обеспеченный изготовителем вашего пульта. Однако, возможно +4 dBv (относительно 0,775 В) может быть и плохим выбором опорного уровня. Давайте исследуем некоторые факторы, которые Вы, возможно, не учли при выборе внутреннего стандартного уровня (напряжения) аналогового сигнала.

Когда в последний раз Вы проверяли точку клиппирования вашего пульта и внешнего оборудования? Перед появлением недорогих пультов с 8 подгруппами, точкой клиппирования наиболее профессиональных пультов было +24 dBv и выше. Частым компромиссом в конструкции недорогого пульта является использование схем, которые клиппируют на +20 dBv (7,75 В). Это может стать большим препятствием для получения чистого аудиосигнала, особенно при каскадировании аппаратуры (сколько устройств имеется между источником сигнала и многодорожечником?). На мой взгляд, минимальный уровень клиппирования каждого усилителя в вашей системе должен быть на 6 дБ выше потенциального пикового уровня музыки. Причина: большинство операционных усилителей и других твердотельных схем показывают чрезвычайное увеличение искажения задолго до достижения фактической точки клиппирования. Это значение равно по крайней мере +30 dBv (24,5 В RMS) при 0 VU = +4 dBv.

### Какой запас по перегрузке необходим?

Вы заметили, что оборудование на полупроводниках начинает звучать довольно противно, когда эксплуатируется около точки клиппирования? При прочих равных условиях, усилители с более высоким порогом клиппирования, по моему мнению, звучат лучше. Возможно именно поэтому ламповое оборудование (с их 300 В питания и запасом

в 30 дБ и более) часто имеют хорошую репутацию, а полупроводниковое оборудование с недостаточными источниками питания или запасом по перегрузке (headroom) имеет плохую репутацию.

Обычно разницу между средним уровнем и порогом клиппирования (отсечки) называют запасом по перегрузке (headroom), но чтобы подчеркнуть потребность в более чем обычной величине запаса, я назову промежуток между пиковым уровнем музыки и порогом клиппирования усилителя подушкой. Во времена аналоговой ленты 0 VU при +4 dBv с точкой клиппирования +20 dBv обеспечивали разумный запас усилителя по перегрузке, потому что отношение пикового уровня к среднему в музыке уменьшалось на ленте нелинейной характеристикой намагниченности ленты, из-за чего в максимуме выходной уровень становился лишь на 14 дБ выше, чем 0 VU. Вместо отсечения плавная кривая насыщенности аналоговой ленты производит 2-ю и 3-ю гармоники намного более приятные для уха, чем искажения более высокого порядка, возникающие при клиппировании в полупроводниковых усилителях.

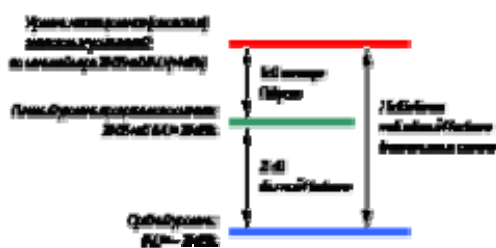


Рис. 2. Схема, поясняющая понятие подушки.

Однако совсем другая история сегодня, когда отношение пикового уровня к среднему в необработанных цифровых аудиотреках может составлять 20 дБ. Добавление 20 дБ к опорному уровню +4 dBv даст величину +24 dBv, которая выше порога клиппирования большинства так называемого профессионального оборудования, и не оставляет места для подушки. Если Вы приспосабливаете активный симметричный выход к несимметричному входу, порог клиппирования уменьшается на 6 дБ, так что ситуация становится соответственно хуже (все параметры headroom должны быть уменьшены на 6 дБ если Вы десимметрируете выход усилителя). С особенным подозрением относитесь к пультам, которые предназначены для работы с профессиональными или полупрофессиональными уровнями. В целях ценовой политики изготовители часто идут на компромисс в величине профессионального headroom, заставляя так называемый полупрофессиональный режим звучать более чисто! Вы будете неприятно удивлены, обнаружив, что большинство пультов имеют порог отсечки в +20 dBv, что означает, что они никогда не могут быть использованы с профессиональным уровнем тракта +4 dBv (headroom только 16 дБ и никакой подушки). Даже если пульт клиппирует на +30 dBv (минимальный порог отсечки, который я рекомендую), это оставляет подушку только в 6 дБ при воспроизведении музыки с отношением пикового уровня к среднему в 20 дБ. Именно поэтому все больше и больше высококачественного профессионального оборудования изготавливается с порогом отсечки +37 dBv (55 В!). Чтобы достичь такого значения, усилитель должен иметь выходные каскады с достаточно высоким напряжением питания.

Одна из самых распространенных ошибок, допущенных изготовителями цифрового оборудования, состоит в том, что раз цифровой сигнал отсекается на 0 dBFS, то будет выгодно (т.е. дешевле) сделать предыдущий аналоговый выходной каскад с порогом отсечки выше, скажем, на 1 дБ. Это почти гарантирует противно звучащий DAT-магнитофон из-за недостаточной подушки в его аналоговом выходном каскаде.

Таким образом, убедитесь, порог отсечки всех ваших аналоговых усилителей по крайней

мере на 6 дБ (предпочтительно 12 дБ или более) выше пикового уровня аналогового материала, с которым будет работать система. Я называю эту дополнительную зону запаса по перегрузке подушкой.

Как образом Вы можете увеличить подушку в вашей системе, кроме как заменить все ваши усилители-распределители и пульты на новые? Один способ решить проблему состоит в том, чтобы повторно откалибровать все ваши VU-метры. Вы не потеряете существенно в соотношении сигнал/шум, если Вы устанавливаете  $0 \text{ VU} = 0 \text{ dBv}$  или даже  $-4 \text{ dBv}$  (не международный стандарт, но приличный компромисс, если Вы не хотите выбрасывать ваше оборудование и Вы имеете опыт, чтобы сделать это стандартом во всей вашей студии). Пробуйте это сделать, и дайте мне знать, если фонограммы зазвучат в вашей студии более чисто.

Как только Вы выбрали стандарт опорного аналогового уровня, откалибруйте все ваши аналоговые VU-метры по этому уровню.

### **Стыковка между аналоговыми и цифровыми элементами тракта при перезаписи и копировании**

Давайте обсудим стыковку аналоговых устройств, оборудованных VU-метрами, и цифровых, оборудованных цифровыми (пиковыми) измерителями. Какой уровень перевода Вы должны использовать при калибровке системы синусоидальным тоном? Существует de facto несколько стандартов. Обычно к 0 VU приравниваются  $-20 \text{ dBFS}$ ,  $-18 \text{ dBFS}$ , и  $-14 \text{ dBFS}$ . Именно поэтому некоторые DAT-магнитофоны имеют метки на  $-18 \text{ дБ}$  или  $-14 \text{ дБ}$ . Я хотел бы видеть точные калибровочные метки на цифровых рекордерах на  $-12$ ,  $-14$ ,  $-18$  и  $-20 \text{ дБ}$ , которые охватили бы большинство стыков. Большинство внешних цифровых измерителей обеспечивают возможность точной калибровки на любом из этих уровней.

Как решить, который стандарт использовать? Возможно ли обойтись только одним стандартом? Каковы компромиссы у каждого?

Чтобы сделать грамотное решение, спросите себя: Какова моя философия системы (тракта)?

- Интересно ли мне поддержание headroom и предупреждение пиковой отсечки или мне всегда нужно самое высокое соотношение сигнала/шум?
- Нужно ли мне упрощение способов перезаписи, или же я хочу постоянно отслеживать процесс перезаписи (проверять уровни перед каждой перезаписью, отыскивать пики и так далее)?
- Собираюсь ли я сам регулировать уровни или установлю динамическую обработку – мастеринг для громкости и насыщенности при второстепенным отношением к пиковому уровню?

Рассмотрите ваши музыкальные источники. Полностью ли они цифровые (DDD)? Проходит ли их сигнал через жесткую обработку (компрессию) или через аналоговые магнитофоны? Чистые, необработанные цифровые источники, особенно индивидуальные треки на многодорожечнике, будут иметь пиковые уровни на  $18 - 20 \text{ дБ}$  выше 0 VU.

Примите во внимание, что обработанный сведенный материал будет иметь отношение пикового уровня к среднему до 18 дБ (редко до 20). Аналоговые ленты будут иметь пиковые уровни до 14 дБ, почти никогда больше. Таким путем были определены три самые известные числовые величины стыка: -18, -20, и -14. И вот поэтому DAT-магнитофоны разных производителей имеют различный выходной уровень аналогового сигнала. Благодаря этому легко было состыковать цифровой рекордер с пультом. Только один крупный производитель DAT-магнитофонов установил подстроечники пользовательской калибровки на аналоговых входах и выходах. Мои менее любимые DAT-магнитофоны имеют фиксированный выходной уровень, поэтому я установил свои подстроечники во многих из них.

#### ----Вещательная студия

В вещании наша цель – практичность, упрощение ежедневных операций, особенно если ваши пульта оборудованы VU-метрами, а ваши рекордеры – цифровые. В вещательных студиях желательно иметь фиксированные калиброванные входные и выходные уровни на всем оборудовании. Моя личная рекомендация для таких студий, когда 0 VU соответствует -20 dBFS, особенно когда сигнал от живых источников микшируется на цифровой двухдорожечник или многорожечник. Если Вы пишете по VU-метрам пульта, Вы скорее всего никогда не перегрузите цифровую ленту, если опорное напряжение у Вас соответствует -20 dBFS.

В студии записи, которая занята в основном микшированием, записью и дублированием на цифровую ленту, стандарт в -20 dBFS упростит работу. Студии записи, которые выбирают -18 dBFS при 0 VU (стандарт, используемый популярным изготовителем DAT-магнитофонов), столкнется со случаями цифровой отсечки. Именно поэтому я против -18 dBFS как стандарта для студий, использующих при записи VU-метры.

Если Вы принимаете стандарт в -20 dBFS при 0 VU, то, казалось бы, чем больше сжат ваш музыкальный материал, тем больше уменьшается соотношение сигнала/шум, но это не так. Если ваш источник – аналоговая лента, Вы можете выбросить 6 дБ сигнала или больше, но это менее важно, чем удобство никогда не иметь необходимости устанавливать уровни на оборудовании при перезаписи. Кроме того, ухо судит об уровне шума по среднему уровню, и если пик-фактор вашего материала уменьшится на 6 дБ, сигнал будет казаться столь же громким, как несжатый материал с пиками до 0 dBFS, вам не нужно поднимать уровень вашего монитора, и Вы не услышите увеличения шума. Помните: аналоговые ленты обычно звучат на 6 дБ громче цифровых при одинаковом пиковом уровне.

Стандарт -20 dBFS является только потенциальной проблемой при перезаписи с цифрового носителя на аналоговую ленту. В большинстве случаев Вы можете безболезненно компрессировать материал на 6 дБ. Мы наслаждались этим в течение многих лет, когда микшировали живой материал на аналоговый магнитофон посредством пульта с VU-метрами. Когда пишется аналоговый дубль в архивных целях, выбирайте ленту с большим запасом по перегрузке (headroom), либо используйте нестандартный опорный уровень -14 на -18 dBFS, поскольку цель состоит в том, чтобы сохранить переходные процессы для удовольствия будущих слушателей. Калиброванный пиковый измеритель уровня на аналоговом магнитофоне будет показывать больше чем VU-метр. Для архивных целей я предпочитаю использовать новые высокоуровневые ленты с высоким headroom для сохранения ясности переходных процессов, чем увеличивать соотношение сигнал/шум.



В отрасли радиовещания, в которой, кажется, нет живого (некомпрессированного) материала, для аппаратной копирования –14 – хорошая величина (перезапись между аналоговыми и цифровыми лентами). Величина –18 является безопасным универсальным значением для всех других А/D/A конвертеров вещательного комплекса, так как основной материал имеет отношение пикового уровня к среднему в 18 дБ либо меньше, и поэтому случайное клиппирование будет незаметно.

#### ----Студии мастеринга

Студии мастеринга чаще всего работают в режиме 20 или 24 бита. В Части II (см.) я предлагаю для мастеринга подход XXI века.

#### ----Аналоговые PPM (пиковые измерители программного сигнала)

Аналоговые PPM имеют более медленную атаку, чем цифровые. При работе с цифровым рекордером, живым источником и пультом с аналоговым PPM я предлагаю "опережение" в 5 дБ. Другими словами, состыкуйте самый высокий пиковый уровень по аналоговому PPM с –5 dBFS синусоидального сигнала.

## **ЧАСТЬ II. Как сделать наилучшую запись XXI века.**

### **Объединенный подход к методам измерения, контроля и стыковки уровней.**

#### **Глава 1. Двухканальная**

**Введение:** В течение последних 30 лет или около того инженеры, работающие в производстве фильмов, наслаждались свободой и удобствами управляемой среды акустического контроля с фиксированным (калиброванным) усилением мониторов. Этот результат был наследием игровых фильмов, многие из которых с расширенным динамическим диапазоном, насыщенными и естественно звучащими диалогом, музыкой и эффектами. Напротив, радиовещание и студии записи музыки вступили в безудержную гонку за громкость, приведшую к хаосу в конце XX века. Я предлагаю объединенную систему измерения и мониторинга с более совместимыми методами установки уровней в производстве фильмов, радиовещании и записи музыки. Эта система обходится с проблемой различий в требованиях к динамическому диапазону намного изящней и эргономичней, чем ранее. Мы находимся на пороге введения нового формата аудиосигнала с высоким разрешением, и мы имеем уникальную возможность осуществить к установке уровней подход XXI века, который объединяется с понятием метаданных. Давайте попытаемся сделать это мировым стандартом, чтобы оставить достойное наследство для записи звука в XXI веке.

#### **I. История VU -метра**

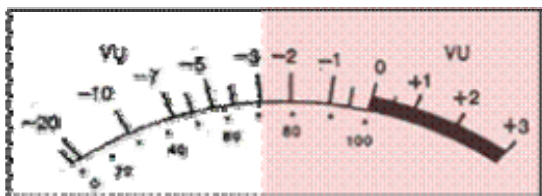
1 мая 1999 VU-метр праздновал свой 60-ый день рождения. Шестидесятилетний, но все еще широко неправильно истолкованный и неправильно используемый, VU-метр имеет точно определенную, зависящую от времени реакцию на программный материал, которую эта статья именует как "среднее" значение, или "усредняющее", но означающее

специфическую реакцию VU-метра. Этот прибор был предназначен для помощи производителям программ в создании насыщенной громкости среди элементов программы, но не стал удобным измерителем при отслеживании перегрузки звуконосителя. Поэтому конструкторы измерителя предполагали, что носитель записи будет иметь Headroom по крайней мере на 10 дБ выше, чем 0 VU, подобно тогда использовавшемуся аналоговому оборудованию.

### Обзор несогласованностей и ошибок VU -метра

Вообще, всё: баллистика измерителя, шкала и АЧХ вносят вклад в неточность индикатора. Измеритель считывает мгновенные изменения громкости в программном материале приближенно, но сообщает в эти моменты о изменении уровня больше, чем фактически чувствует ухо.

**Баллистика:** баллистика измерителя была разработана для работы с речью. Время интеграции 300 мс даёт прибору хорошую слоговую реакцию, которая выглядит "очень удобной" при речевом сигнале, но не делает измерение точным. Одна временная константа не может быть суммой сложных многократных временных констант, требуемых для моделирования восприятия громкости человеческим ухом. Квалифицированные пользователи скоро узнали, что случайный короткий всплеск от 0 до +3 VU не станет источником искажения, и обычно не имеет смысла как изменение громкости.



**50% шкалы содержит верхних 6 дБ диапазона!**

**Шкала:** В 1939 логарифмические усилители были большими и тяжелыми по конструкции, и было желательно использовать простые пассивные схемы. Результатом явился измеритель, где каждому децибелу изменения приписывалось не одинаковое смещение. Верхние 50 % физической шкалы были предназначены только верхним 6 дБ динамического диапазона, а весь динамический диапазон измерителя занимал всего около 13 дБ. Не понимающие этого фундаментального факта неопытные и опытные операторы имеют тенденцию подтягивать звуковые уровни и/или сжимать их, чтобы остаться в пределах этого видимого диапазона. С некомпрессированным материалом стрелка колеблется намного больше, чем воспринимаемое изменение громкости, и при этом трудно отличить измерителем сжатый материал от несжатого. Спокойный материал может едва перемещать стрелку, но быть приемлемым в допустимых пределах для средств передачи и слушательской аудитории.

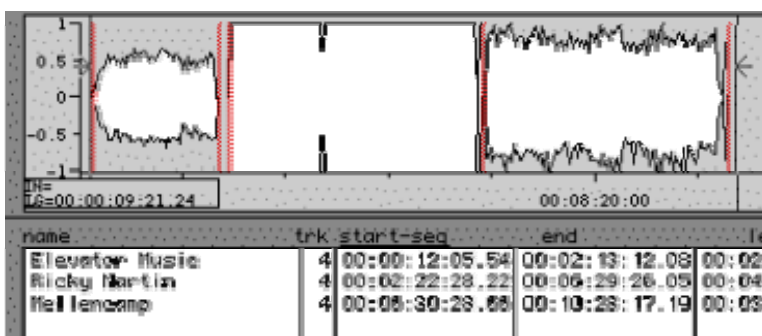
**АЧХ:** относительно плоская АЧХ измерителя вызывает чрезвычайные отклонения стрелки измерителя, которые намного больше, чем воспринятое изменение громкости, так как реакция уха нелинейна относительно частоты. Например, при мастеринге музыки рэггей, которая имеет очень выраженную партию баса, VU-метр может подпрыгнуть на несколько дБ соответственно партии баса, но воспринятое изменение громкости будет меньше чем 1 дБ.

**Несоответствие стандартам:** есть большое количество неправильно построенных

механических VU-метров и индикаторов недорогой конструкции, на которых написано "VU". Эти несогласованные измерители вносят разногласия в среду производителей программ, пользующихся разными приборами. Истинный VU-метр – довольно дорогое устройство. Это не VU-метр, если он не соответствует стандарту.

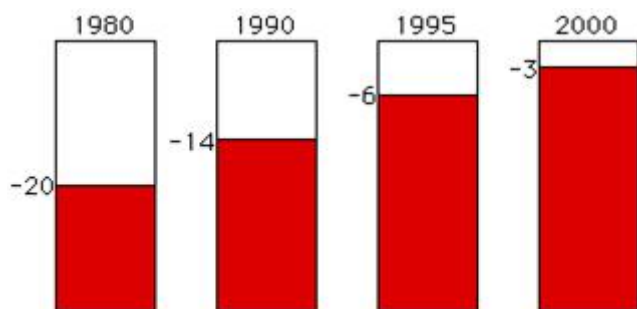
За прошедшие 60 лет психоакустики узнали, как намного точнее, чем VU-метром, измерить воспринимаемую громкость. По своей природе VU-метр – очень примитивный измеритель громкости. Однако современные цифровые технологии позволяют нам легко скорректировать его нелинейную шкалу, динамический диапазон, баллистику и АЧХ.

## II. Современные проблемы уровней



В музыке и в индустрии радиовещания в настоящее время преобладает хаос. На рисунке приведена сигналограмма, полученная на компьютере цифровой звукозаписи, которая представляет три различных стиля записи музыки. Общая длительность сигналограммы приблизительно 10 минут, вертикальная шкала линейна,  $\pm 1$  при полном уровне цифрового сигнала, 0,5 амплитуды соответствует  $-6$  дБ полной шкалы. Плотность сигналограммы дает грубое представление о динамическом диапазоне музыки и пик-факторе. Левый фрагмент – сильно компрессированная псевдо-популярная музыка, которую я обработал для демонстрации на 107-ом съезде AES. В середине – четырехминутный популярный CD-сингл, произведенный в 1999 г. с миллионной продажей. Справа – четырехминутная запись популярного рок-н-ролла, сделанная в 1990 г. – весьма динамичное звучание для рок-н-ролла того периода. Разница в восприятии громкости между компакт-дисками 1990 г. и 1999 г. более 6 дБ, хотя пики обеих записей имеют полную шкалу. Прослушивая компакт-диск 1999 года, один инженер мастеринга заметил, что "Этот компакт-диск, как лампочка! Запускается музыка, все светодиоды измерителя загораются и остаются так все время". Про искажения сказать нечего. Неужели мы действительно заняты в бизнесе по созданию прямоугольных колебаний?

Безумное увеличение уровней в самых популярных компакт-дисках



КРАСНЫЙ – средний уровень; БЕЛЫЙ – зона пиков.

Высота красного столбца отражает восприятие громкости и потенциальную потерю качества и ясности.

Средний уровень компакт-дисков с популярной музыкой продолжает расти. Компакт-диски с этой проблемой становятся все более распространенными, сосуществуя с дисками, которые имеют прекрасный динамический диапазон и звучание, но чьи громкость и уровень искажений намного ниже. Есть много технических, социологических и экономических причин этого хаоса, но они не являются темой этой статьи. Давайте сконцентрируемся на том, что мы, как техническое сообщество, можем сделать, чтобы уменьшить этот хаос, который также является препятствием созданию качественного программного материала в XXI веке. Насколько хорошей является система цифровой звукозаписи 24 бит 96 кГц, если программы, которые мы создаем, имеют динамический диапазон только в 1 бит (6 дБ)?

Что будет записываться на носители следующего поколения (DVD-Audio, SACD)? Похоже, их ждет та же проблема, если мы не предпримем шаги, чтобы остановить рост среднего уровня. В отличие от виниловых пластинок, в цифровой среде нет никакого ФИЗИЧЕСКОГО предела росту среднего уровня. Заметьте, что существует порог уменьшения отдачи, он несколько выше, чем  $-14$  dBFS. Начинает проявляться динамическая инверсия, и программный материал перестает восприниматься, как более громкий, потому что он теряет ясность и прозрачность.

### III. Волшебное число "83" в аудиотреках фильмов

В настоящее время в мире музыки каждый сам определяет свой средний уровень записи, и соответственно регулирует свой монитор. В отсутствие стандарта субъективная громкость в популярной музыке изменяется от компакт-диска к компакт-диску на целых 10-12 дБ, что является недопустимым по любому профессиональному стандарту. Но в мире кинопроизводства аудиотреки не отличаются один от другого, потому что усиление громкоговорителей было стандартизировано. В 1983 году, как председатель симпозиума AES, я пригласил Tomlinson Holman из Lucasfilm продемонстрировать звуковую технику, используемую в создании фильмов «Звездные Войны». Инженеры Dolby Systems трудились в течение двух дней, чтобы откалибровать систему звуковоспроизведения в ведущем театре Нью-Йорка Ziegfeld. Более чем 1000 посетителей соглашения заполнили театральную секцию центра. В конце демонстрации Том предложил голосование. "Кто из Вас думает, что звук был слишком громок?" Были подняты 4 руки. "Сколько думает, что это было слишком тихо?" Нет рук. "Кто думает, что была нормальная громкость?" По крайней мере 996 звуковых инженеров подняли руки.

**83 дБ SPL ( Sound Pressure Level = по уровню звукового давления)** – это стандарт, предложенный в середине 70-ых Иоаном Алленом из Dolby Systems, приведенный к уровню 0 VU при использовании аналоговой магнитной ленты. Выбор 83 дБ SPL выдержал испытание временем, поскольку он разрешает записи с широким динамическим диапазоном с малым или нулевым воспринимаемым шумом системы при записи на магнитную ленту или 20-битной оцифровке. Диалог, музыка и звуковые эффекты имеют в естественную перспективу с превосходным соотношением сигнал/шум и запасом по перегрузке (headroom). Хороший звукоинженер может работать на озвучке фильма без измерителя и делать все сведение по мониторам, используя измеритель просто как ориентир. Фактически работа с фиксированным усилением монитора освобождает, а не

ограничивает. Когда цифровая технология достигла большого театра, SMPTE предложил калибровку SPL в точке ниже полной цифровой шкалы. Когда мы перешли к цифровой технологии, VU-метр был быстро заменен пиковым измерителем программного сигнала (PPM = Peak Program Meter).

Когда системы AC-3 и DTS стали доступными для домашнего театра, компетентные специалисты рекомендовали снизить усиление монитора на 6 дБ, потому что типичная домашняя комната прослушивания не соответствовала высокому уровню звукового давления и широкому динамическому диапазону. Если DVD содержит микс с широким театральным диапазоном, многие домашние слушатели жалуются, что "этот DVD слишком громко", или "я теряю диалог, когда я делаю громкость меньше, чтобы звуковые эффекты не звучали слишком громко". С уменьшенным усилением монитора, тихие фрагменты становятся слишком тихими. Для таких слушателей динамический диапазон можно уменьшить на 6 дБ (компрессия вверх на 6 дБ), чтобы использовать меньшее усиление монитора.

**Метаданные** – это закодированные данные, которые содержат информацию о динамике сигнала и предназначенной громкости; это разрешит конфликт между слушателями, которые хотят полный театральный диапазон и теми, кому нужно слушать тихо. Но без метаданных есть только два решения: компрессировать саундтрек кинофильма или, что лучше, использовать дополнительный компрессор в домашней системе. В последнем случае оригинальное звучание трека сохраняется.

#### **IV. Волшебное усиление монитора для домашних условий: –6 дБ**

В XXI веке домашний театр, музыка и компьютеры объединяются. Многие, потребители, если не большинство, в конечном счете будут прослушивать музыкальные диски на той же самой системе, которая воспроизводит радиовещание, телевидение, домашний театр (DVD) и возможно даже кабельные аудио сети, например, MP3. Музыкальные диски часто используются как случайный или музыкальный фон, но я имею ввиду именно музыку переднего плана, которую разборчивый потребитель или аудиофил с удовольствием будет прослушивать при нормальной или полной громкости.

С интеграцией СМИ в единую систему в прямом интересе музыкальных продюсеров объединяться с производителями видео и кинофильмов для представления своей продукции в комплексе. Музыкальные продюсеры, экспериментирующие с 5.1 surround, должны платить больше, чем за обычную калибровку уровня. Они уже проявили беспокойство, что обычный компакт-диск с поп-музыкой может разрушить звуковоспроизводящую систему, если будет вставлен в DVD-плеер после воспроизведения фильма. Недавно были выпущены DVD и компакт-диск саунд-трека классического рок-фильма Желтая Субмарина. Рецензенты жаловались, что компакт-диск намного громче и менее динамичен, чем DVD. Звуковые компакт-диски не должны ухудшаться в угоду "конкуренции громкости". Компакт-диски могут и должны быть произведены по тому же самому звуковому стандарту качества, что и DVD.

Новые производители программ с небольшим опытом звукового производства приходят в область звукорежиссуры через компьютеры программное обеспечение и компьютерные игры. Мы входим в эпоху, когда планка образования высока, звукорежиссерский опыт мал, и мониторы, которые они используют для сведения программ, далеко не идеальны. Наша задача состоит в том, чтобы научить инженеров правильно оценивать громкость.

Множество пиковых измерителей – на компьютере, DAT-магнитофоне и цифровой пульте – не информируют о громкости программы. Инженеры должны знать, что единственная цель пикового измерителя состоит в том, чтобы защитить тракт и что кое-что более похожее на средний уровень отображает громкость программы. Имейте в виду, что полоса пропускания тракта и спектр сигнала также влияют на громкость программы.

Как инженер мастеринга музыки, я изучал воспринимаемую громкость музыкальных компакт-дисков более 11 лет. Около 1993 я для стабильности установил шаг регулировки громкости мониторов в 1 дБ. В усилии достичь большей совместимости от диска к диску, я остановился на том, что сначала надо откалибровать усиление мониторов, а затем осуществить мастеринг диск так, чтобы он хорошо звучал с этим усилением монитора.

В 1996 мы измерили это усиление монитора, и нашли, что оно для большинства поп-музыки, мастеринг которой мы осуществляли, на 6 дБ меньше стандарта для саунд-треков фильмов. Чтобы откалибровать мониторы по стандарту саунд-треков, запустите стандартный сигнал розового шума с амплитудой –20 dBFS RMS на одном канале (громкоговорителе). Установите усиление монитора так, чтобы уровень звукового давления привести к 83 дБ, используя измеритель с С-взвешенным фильтром и большим временем восстановления. Отметьте это усиление, как опорное 0 дБ, а "стандарт" усиления мониторов для поп-музыки будет на 6 дБ ниже этого значения.

К настоящему времени мы сделали мастеринг более чем 100 поп-CD, работая с найденным усилением мониторов (на 6 дБ ниже опорного), и этот уровень очень понравился нашим клиентам. **Однако если уменьшать усиление мониторов, инженер мастеринга начнет вытягивать средний уровень записи, так как ищет на слух ту же самую громкость. Поскольку средний уровень программы теперь будет ближе к максимально допустимому пиковому уровню, то придется применить большее сжатие/ограничение, чтобы избавить тракт от перегрузки.** Увеличенное сжатие/ограничение потенциально искажает материал программы, что может закончиться искаженным, пережатым, неестественным звуком. Клиенты должны быть информированы, что они не могут получить что-то из ничего; более громкая запись означает худшее качество звука.

## **Мастеринг и гонка за громкостью**

К 1997 году некоторые клиенты звукозаписывающих фирм стали жаловаться, что громкость их компакт-дисков недостаточна. Это трагическое доказательство гонки за громкостью, которая медленно уничтожает индустрию звукозаписи. Каждый клиент хочет, чтобы его компакт-диск был столь же громким или даже громче, чем предыдущий "победитель", но каждый такой победитель в действительности – проигравший. Питают эту гонку мощные цифровые компрессоры и ограничители, которые позволяют инженерам мастеринга произвести компакт-диски, средний уровень которых почти такой же самый, как и пиковый! Этому в течение более чем 100-летней истории звукозаписи нет никакого прецедента. Подводя мастеринг к общему знаменателю, мы отчаянно боремся за предотвращение ситуации, когда приходится тратить впустую много времени на переубеждение клиентов, что качество звука – это не увеличение среднего уровня компакт-диска. Психоакустическая проблема состоит в том, что при демонстрации двухидентичных программ с немного отличающейся громкостью часто при коротком времени прослушивания "лучшей" кажется та программа, которая громче. Это объясняет, почему уровни громкости компакт-дисков выросли настолько, что практически каждый

может заметить ухудшение качества звука. Помните, что гонка за громкостью всегда была искусственной, так как потребитель устанавливает громкость прослушивания для каждой записи соответственно.

As the years went on, trying to "hold the fort", I gradually raised the average level of mastered CDs only when requested, which forced the monitor gain to be reduced from 1 to several dB. For every decibel of increased average level, considerably more damage is done to the sound. We often note severe processor distortion when the monitor gain falls below -6 dB. Consumers find their volume controls at the bottom of their travel, where a small control movement produces awkward level changes.

Кроме того, широко известно, что **перекомпрессированные записи плохо звучат по радио**. Они звучат тише и с серьезными искажениями, как бы показывая, что гонка за громкостью не имеет победителей даже в радиотрансляции. Лучший способ сделать радиовersion записи состоит не в том, чтобы "раздавить" ее, а, скорее, записать с типичным отношением среднего уровня к пиковому, который просуществовал около ста лет.

Шли годы, пробуя "держать оборону" я по требованию клиентов постепенно поднимал средний уровень компакт-дисков, над которыми работал, что вынуждало снижать усиление монитора от 1 до нескольких дБ. С каждым децибелом увеличения среднего уровня значительно больший ущерб наносился звучанию. Мы часто обращали внимание на серьезные искажения после обработки, когда усиление мониторов устанавливалось ниже -6 дБ. У потребителей на таких записях ручка громкости оказывается в зоне низкого уровня, где ее небольшое перемещение производит грубые изменения громкости.

## V. Зависимость между звуковым давлением ( SPL ) и 0 VU

83 дБ SPL Полная шкала

77 дБ SPL 0 AVG +14 дБ над 0 AVG = 0 dBFS



Около 1994 года я установил пару измерителей Dogtough, чтобы наблюдать средний и пиковый уровни одновременно на одной и той же шкале. В этих измерителях применена шкала с 0 среднего уровня помещенным на 14 дБ ниже полной цифровой шкалы (квази-характеристика VU, которую я назвал **AVG**), а полная шкала отмечена как +14 дБ. Инженеры мастеринга музыки часто используют эту шкалу, так как типичная аналоговая стерео лента шириной 1/2" на 76 см/сек имеет headroom приблизительно до 14 дБ над 0 VU.

Следующим шагом исследуются простые зависимости между уровнем 0 и уровнем звукового давления. Для типичного производства поп-музыки усиление нашего монитора было отрегулировано на 6 дБ ниже стандартного опорного уровня, который соответствует 77 дБ SPL (по уровню розового шума -20 dBFS).

Так как -20 dBFS соответствует -6 AVG, то на 6 дБ выше, или 0, должно быть 83 дБ SPL.

Другими словами, мы пришли к тому среднему уровню звукового давления, каковым является оригинальный театральный стандарт. Разница лишь в том, что зона headroom составляет 14 дБ, а не 20. Показания измерителя уровня звукового давления в течение сессии мастеринга подтверждают, что ухо испытывает комфорт при 0 AVG соответствующем приблизительно 83 дБ SPL на громких пассажах (~86 дБ при работе двух громкоговорителей). Если затем усиление монитора уменьшить на 2 дБ, инженер мастеринга судит, что громкость упала, и поднимает средний уровень записи так, что измеритель AVG возрастает на 2 дБ. Это – линейная зависимость. Это приводит нас к логическому заключению, что мы можем записывать программы с различным динамическим диапазоном (и headroom), создав измеритель громкости со скользящей шкалой, где подвижная точка 0 всегда привязывается к одному и тому же калиброванному уровню звукового давления монитора. Независимо от шкалы производственный персонал имел бы тенденцию размещать громкие пассажи музыки в районе этих нулевых точек.

## **VI. К-система**

Предлагаемая **К-система** - стандарт измерения и контроля, который объединяет лучшие концепции прошлого с современным знанием психоакустики, чтобы избавиться от хаоса последних 20 лет.

В XX веке мы в основном обращали внимание на средства. В XXI мы должны сосредоточиться на сообщении. Мы должны избавиться от измерителей, у которых в верхней точке шкалы находится **0 дБ**, это мешает операторам воспринимать, где действительно сообщение (сигнал) находится. Вместо этого мы перемещаемся в систему измерения, где 0 дБ – эталонный (опорный) уровень громкости, который также определяет усиление монитора. На практике превышение программным материалом 0 дБ может быть признаком обработки (компрессии), которая, скорее всего, была применена. В К-системе есть три различных шкалы измерителя: с 0 дБ на 20, 14, или на 12 дБ ниже полной шкалы, для типичного headroom и требований отношения сигнал/шум. Измеритель с двойной характеристикой имеет столбец, отображающий средний уровень, и движущуюся линию или точку выше столбца, отображающую последний самый высокий мгновенный (1 отсчет) пиковый уровень.

Существует несколько принятых методов измерения громкости разной точности (например, ISO 532, LEQ, Fletcher-Harvey-Munson, Zwicker и другие, некоторые неопубликованные). Расширенная К-система охватывает все эти и будущие методы, плюс обеспечение "плоской" версии со среднеквадратической характеристикой. Пользователи могут калибровать электрические уровни своих систем сигналом розового шума без необходимости внешнего измерителя. Многие пользователи предпочитают среднеквадратический измеритель уровня программного сигнала вместо VU-метра.

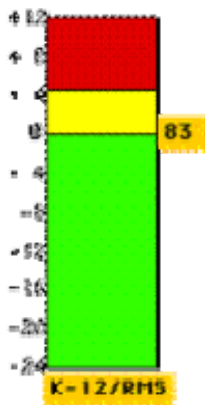
**К-система:**

### **ОСНОВА – ГРОМКОСТЬ И ЗАПАС ПО ПЕРЕГРУЗКЕ**

**На каждом измерителе 0 dB всегда соответствует 83 dB " C " SPL по розовому шуму.**

**Не показаны: цена деления в 1 и ½ dB и участки ниже –24 dB .**





Большой кинотеатр  
 Крупный домашний театр  
 Классическая музыка  
 20 dB HR выше 83 dB SPL

Домашний театр  
 Поп-музыка  
 14 dB HR выше 83 dB SPL

Радиовещание  
 12 dB HR выше 83 dB SPL

Три шкалы измерителей К-системы называются К-20, К-14, и К-12. Я их обзвал папа, мама, и бэби метры. Измеритель К-20 предназначен для материала широкого динамического диапазона, например, большие театральные миксы, "смелые домашние театральные" миксы, аудиофильская музыка, классическая (симфоническая) музыка, "аудиофильская" поп-музыка формата 5.1 surround и так далее. Измеритель К-14 – для абсолютного большинства умеренно компрессированного hi-fi материала, предназначенного для домашнего прослушивания (например, некоторые домашние театры, поп, фолк, и рок-музыка). И измеритель К-12 – для продукции, предназначенной для радиовещания.

Обратите внимание, что полная цифровая шкала (0 dBFS) всегда вверху каждого измерителя К-системы. Точка 83 dB SPL перемещается относительно максимального пикового уровня. Использование термина К-(N) определяет одновременно точку 0 dB измерителя и усиление мониторов.

Шкалы пикового и среднего уровней калибруются согласно AES-17 так, чтобы секции пикового и среднего уровней настраивались по одному и тому же значению синусоидального сигнала. Другими словами, +20 dB RMS синусоидального сигнала соответствует пику в +20 dB, и этот паритет будет верен только для синусоидальной волны. Уровень аналогового напряжения в К-системе не определен, определены только уровень звукового давления и значения цифровой шкалы. Нет никакого противоречия с аналоговой эталонной точкой на -18 dBFS, обычно используемой в Европе.

## **VII. Технология производства с К-системой**

Чтобы применить систему, прежде всего выберите нужный измеритель. Широкий

динамический диапазон материала вероятно потребует K-20, материала среднего диапазона – K-14. Затем откалибруйте усиление монитора так, чтобы 0 дБ на измерителе привело к 83 дБ SPL (калибровка по каждому каналу, С-взвешенный фильтр, медленное восстановление). Точка 0 дБ всегда соответствует одному и тому же калиброванному уровню звукового давления во всех трех шкалах, унифицируя методы производства во всем мире. К-система – это не только шкала измерителя, это - объединенная система, привязанная к усилению мониторов.

Руководство для некоторых цифровых лимитеров гласит: "Для достижения лучших результатов начните с порога –6 dBFS ". Это походит на высказывание "всегда кладите по чайной ложке соли и перца в еду перед ее дегустацией". Этот вид плохого совета не поощряет надлежащую практику производства. Измеритель изменения усиления (gain reduction meter) – не есть индикатор громкости. Надлежащее измерение и практика мониторинга – единственное решение.

Если проектировщики пультов и рабочих мест будут пользоваться стандартами К-системы, это облегчит инженерам перемещение программ между студиями. Качество звука улучшится объединением этапов предварительного производства (запись и сведение), постпроизводства (мастеринг) и метаданных (авторские права) с общим языком "уровня". Закрепив согласованные эталонные уровни монитора, операторы создадут и более согласованную продукцию, и каждый будет знать, что показывает измеритель.

При создании аудиофильской записи используйте K-20, при создании "типичной" поп или рок-музыки, или звука для видео, выбирайте K-14. Шкала K-12 должна применяться строго для записей на радиовещание; радиовещание, инженеры записи на радиовещании могут, конечно, выбрать K-14, если они чувствуют, что это соответствует их программному материалу. Инженеры записи поп-музыки могут использовать K-20, когда эта музыка имеет полный динамический диапазон.

Две главных шкалы, K-20 и K-14, создадут группу около двух разных значений усиления монитора. Людям, которые слушают и классическую и популярную музыку, уже приходится изменять усиление монитора приблизительно на 6 дБ (иногда на 8 – 12 дБ на самых громких поп-CD). Будет приятно обнаружить, что только два значения усиления монитора удовлетворяют большинству звукозаписей. Производители могут постепенно уменьшить различия в уровнях записываемых программ, и в дальнейшем даже в большинстве случаев игнорировать измеритель, работая исключительно с калиброванным монитором.

**Работа в красной зоне измерителя.** Область +88 – +90 дБ используется в фильмах для взрывов и специальных эффектов. Естественно записанные (некомпрессированные) большие симфонические оркестры и биг-бэнды достают до +3 и +4 дБ по шкале среднего уровня на самых громких пассажах (fortissimo). Рок и электро-поп используют преимущества этой "громкой зоны", так как кульминационные моменты, громкие хоры и случайные пики звучат неестественно, если они достигают только 0 дБ (forte) на любом измерителе К-системы. Композиторы еще со времен Бетховена приняли уровень fortissimo равным +88 – 90 дБ. Используйте этот диапазон изредка, иначе это неправильно в музыкальном смысле и опасно для ушей. Если звукорежиссер замечает, что все время работает в красной зоне, то это либо усиление монитора не откалибровано должным образом, либо музыка чрезвычайно необычна по характеру (например, heavy metal), либо звукорежиссер нуждается в большем усилении монитора, чтобы скорректировать собственное притупление слуха. В противном случае запись получится

перекомпрессированной, с зажатыми переходными процессами, и ее значение громкости выпадет концепции К-системы.

**Кривые равной громкости (кривые Флетчера-Мансона).** Инженеры мастеринга склонны работать с постоянным усилением монитора. Но многие из звукорежиссеров сведения музыки работают с намного более высокими уровнями звукового давления (SPL), а также изменяют усиление своих мониторов, чтобы проверить микс на разных уровнях звукового давления. Я рекомендую, чтобы звукорежиссеры сведения калибровали аттенюаторы монитора так, чтобы всегда можно было вернуться к рекомендованным стандартам. В противном случае в иных условиях воспроизведения микс не будет звучать адекватно, так как кривые равной громкости показывают, что программа будет обеднена басами при воспроизведении на более низком (нормальном) уровне.

**Многодорожечная запись / Сведение / Мастеринг.** Возможно, К-система не столь необходима при многодорожечной (потрековой) записи, достаточно иметь простой пиковый измеритель. Для получения самого высокого качества звука используйте при сведении шкалу К-20, а при мастеринге откалибруйте тракт по шкале К-14. При сведении на аналоговую ленту работайте на К-20 с сознанием, что записанные пики при воспроизведении с этой ленты не будут значительно превышать +14 дБ. Шкала К-20 не препятствует звукорежиссеру сведения применять компрессию, однако автор надеется, что звукорежиссеры возвратятся к эстетическому использованию компрессора, а не как к "делателю громкости".

Использование К-20 во время сведения позволяет создать чисто звучащий микс, что является благоприятным для звукорежиссеров мастеринга. На этом этапе продюсер и звукорежиссер мастеринга должны обсудить, преобразовывать ли микс к шкале К-14, или остаться в шкале К-20. К-система может стать «общим языком» межстудийного обмена, предотвращая проблему, когда разные звукорежиссеры сведения работают над частями одного альбома в разных стандартах громкости и компрессии.

Когда К-система недоступна. Современные аналоговые микшерные пульта, оборудованные VU-метрами, имеют гораздо меньше проблем, чем цифровые с пиковыми измерителями. Откалибруйте усиление аналого-цифрового сведения на -20 dBFS при 0 VU, и нормально сводите с аналоговым пультом и VU-метрами. Однако микшерные пульта должны быть состыкованы с калиброванными аттенюаторами монитора так, чтобы звукорежиссер сведения мог многократно возвращаться к одной и той же настройке монитора.

**Компрессия** – мощный эстетический инструмент. Но при более высоком усилении монитора требуется меньше компрессии, чтобы заставить материал звучать хорошо или, так сказать, стать "пробивным". С умело примененной динамической обработкой звукорежиссером мастеринга, работавшим в калиброванной комнате, записи поп-музыки в стандарте К-14 звучат зачастую лучше, чем в К-20. Однако ясно, что чем выше число К, тем легче заставить запись звучать "открыто" и чисто. Используйте мониторные системы с хорошим запасом по перегрузке (headroom), чтобы компрессия мониторов не исказила восприятие переходных процессов записанной программы.

**Подготовка большого театрального материала для домашнего прослушивания** может потребовать изменения усиления монитора и шкалы измерения. Продюсеры могут пойти по пути компрессии оригинального 6-канального материала, или, что лучше, повторно свести весь микс от многодорожечных исходников. При грамотном ремикшировании большинство достоинств и впечатлений от оригинального материала

может быть сохранено для домашнего прослушивания. Даже аудиофилы могут найти приятной и динамичной хорошо отмастеренную по стандарту K-14 программу. Желательно попробовать подгонку этого ужатого микса на таком же DVD, как театральный микс широкого диапазона.

**Приведение многоканальной записи к стерео.** В настоящее время большое количество громких поп-CD создает дилемму, так как DVD-плееры могут воспроизводить и компакт-диски. Производителям нужно пробовать создать микс формата 5.1 в стандарте K-20. По возможности стерео версия также должна быть сведена и отмастерена в K-20. В то время как компакт-диск стандарта K-20 не будет столь же громок, как большинство современных компакт-дисков поп-музыки, он может стать более динамичным и приятным, и не будет значительного скачка громкости в том же плеере по сравнению с DVD стандарта K-20. Если продюсер настаивает на "более громком" компакт-диске, сделайте это не громче, чем по стандарту K-14, тогда разница громкости между DVD и звуковым CD будет только в 6 дБ. Скажите продюсеру, что абсолютное большинство великолепно звучащих поп-CD было сделано в K-14, и данный компакт-диск будет совместим с партией, даже если он не будет столь же громок, как нынешняя гиперкомпрессированная "мода".

**Полная шкала пиков и отношение сигнал / шум.** Это распространенный миф, что слышимое отношение сигнал/шум ухудшится, если запись не занимает полную цифровую шкалу. Напротив, фактическая громкость программы определяет воспринимаемое отношение сигнал/шум программы. Положение ручки уровня монитора определяет воспринимаемую громкость шума тракта усиления. Если две подобных музыкальных программы достигают 0 по измерителю среднего уровня K-системы, то даже если пики одной имеют максимум на полной шкале, а пики другой нет, воспринятое отношение сигнал/шум обеих программ будет одинаковым. Пик микса не должен достигать полной шкалы, особенно с 20/24-битными конвертерами. С измерителем среднего уровня и вашими ушами, как обычно, и на шкале K-20, даже если пики не упираются в верх шкалы, сведение считается нормальным и готовым для мастеринга, без слышимой потери отношения сигнал/шум.

Сегодня.



Завтра.



**Многоцелевые комнаты прослушивания.** С K-системой многоцелевые средства обслуживания производства будут способны работать сегодня, скажем, с продукцией широкого динамического диапазона (музыка, видео/кино), а завтра – на сведении поп-музыки. Общая шкала измерителя и ручка усиления монитора позволят выполнить эти

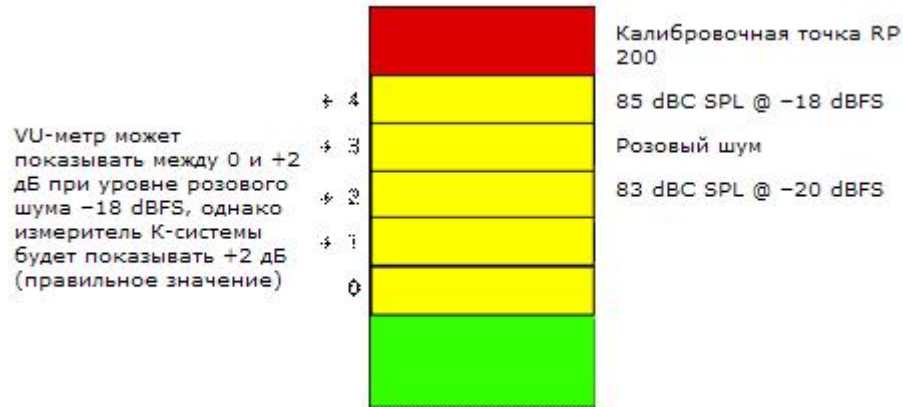
работы. Кажется естественным автоматически изменять шкалу измерителя с усилением монитора, но это мешает показать звукорежиссеру, что K-14 действительно громче, чем K-20.

Можно построить простой аттенюатор с шагом в 1 дБ, а оператор должен будет вручную сдвинуть шкалу измерителя.

Калибруйте усиление предусилителей или усилителей мощности системы воспроизведения по отметке "83" (0 дБ) измерителя K-20. Операторы должны уметь изменять усиление монитора согласно измерителю K-системы.

### Измеритель K-20/ RMS

#### Увеличенное изображение в области 0 дБ



На рисунке справа представлен измеритель K-20/RMS в подробной детализовке с точками калибровки.

Индивидуумы, которые используют разное усиление монитора, должны отмечать это на коробке с лентой (файлом), и использовать именно его. Даже при небольших отклонениях от рекомендованной технологии K-(N), мир музыки будет намного более совместимым, чем теперешний хаос. Каждый должен знать усиление монитора, с которым они предпочитают работать.

\*\*\*