

Профессиональная работа со звуком – основы

Продолжение.
Начало в №№ 7...10/2016,
№№ 1...10/2017

Арсений Ворошилов, по материалам Audio Primer (Calrec)

В предыдущих материалах данного цикла были рассмотрены практически все вопросы, так или иначе касающиеся работы со звуком с использованием аудиомикшера. В этой и следующей статьях приводится объяснение некоторых основ теории звука, что поможет лучше понять все опубликованное ранее в рамках этой серии статей.

Итак, звуки, слышимые человеком, это периодические колебания, распространяющиеся в среде, чаще всего в воздухе. Эти звуки воспринимаются ухом и передаются в мозг, который интерпретирует их как полезную информацию. Кстати, ушей у человека вовсе не два, а шесть! С каждой стороны есть наружное ухо (ушная раковина), среднее ухо и внутреннее ухо. Это так, для справки.

Вернемся к процессу создания звука, который вызывается колебаниями среды. Колебаться ее заставляет источник звука. Например, мембрана динамического громкоговорителя, колеблющаяся по оси своей магнитной системы и создающая то сжатие, то разрежение воздуха по обеим сторонам от себя.

Скорость перемещения мембраны и давление воздуха вокруг нее находятся в противофазе – в моменты, когда скорость мембраны равна нулю, вокруг нее образуется либо максимальное сжатие, либо максимальное разрежение воздуха.

Звук тоже имеет скорость распространения, которая зависит от среды. Чем плотнее среда, тем выше скорость звука в ней. В воздухе скорость звука составляет примерно 340 м/с.

Вторая важная характеристика звука – длина волны. Она связана с частотой и скоростью распространения следующей формулой $\lambda = v/f$, где λ – длина волны в м, v – скорость в м/с, f – частота в Гц. Проще говоря, длина волны всегда обратно пропорциональна частоте.

Теперь о форме. Реальная звуковая волна имеет сложную форму, но ее можно разложить на синусоидальные составляющие разной частоты и амплитуды. Возможен и обратный процесс – сложение элементарных синусоидальных составляющих в сложный звук. Есть соответствующие теория и математические процедуры, но они выходят за рамки данной серии статей. Можно лишь отметить, что поскольку элементарные волны являются синусоидальными, то есть циклическими, к ним применим такой параметр, как период колебаний. Его значение обратно пропорционально частоте: $t = 1/f$. Единица измерения – секунды.

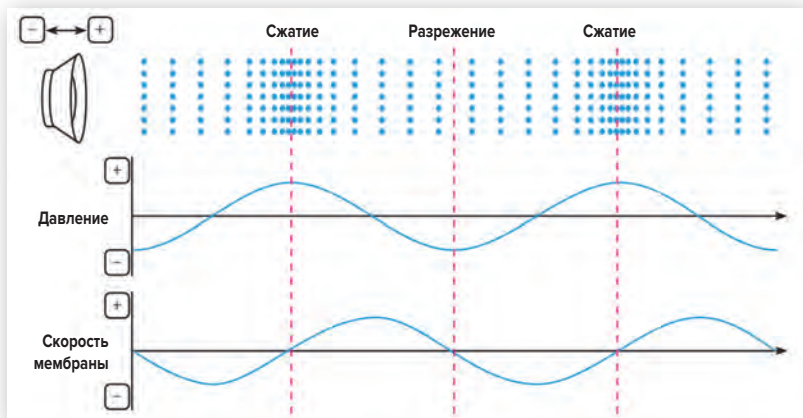
Есть еще такие параметры, как фаза и полярность. Часто эти термины путают, но между фазой и полярностью есть существенные различия.

Применительно к звуковым волнам фаза описывает смещение в градусах относительно точки отсчета. При воспроизведении единичной волны фаза не различима. Если же есть две волны одинаковой амплитуды, одна из которых по фазе смещена относительно другой, то при сложении результаты могут быть разными. К примеру, если фаза между волнами 90° , то результирующая фаза составит примерно 45° , а сум-

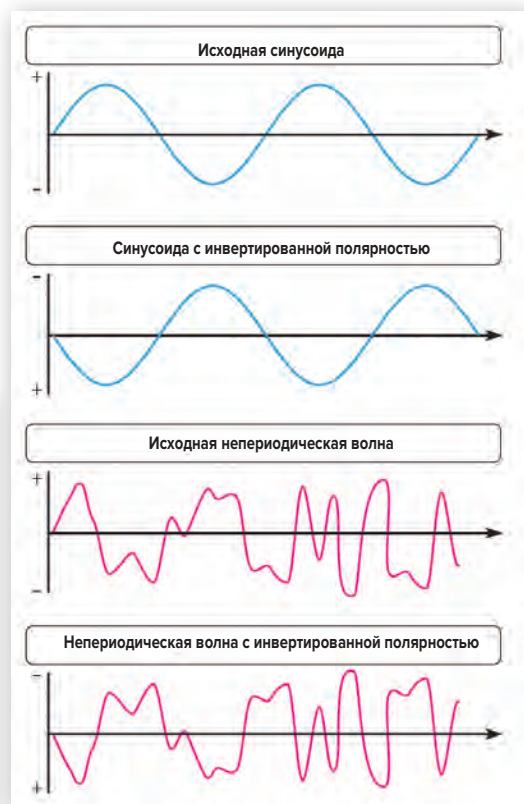
марная амплитуда будет чуть больше, чем у каждой из исходных волн. Если же фаза между волнами 180° (они в противофазе), то теоретически амплитуда итогового сигнала будет равна 0. Ну а фаза в 360° приводит к тому, что волны оказываются синфазными, а амплитуда удваивается.

Есть еще такое понятие, как временная задержка. Фаза одной волны относительно другой при одной и той же временной задержке зависит от частот волн. К примеру, если есть две волны частотой 1 кГц, то задержка одной относительно другой на 1 мс оставит волны синфазными. Если такую же задержку применить к волнам частотой 500 Гц, то они окажутся в противофазе.

Но если речь идет о многочастотных или непериодических волнах, все уже не так просто. Тут концепцию фазы нельзя перенести напрямую. Так, проблемы могут возникнуть с непериодическими волнами. Если сигнал был разложен на элементарные синусоидальные составляющие, то каждую из них можно проверить на периодичность. Но определить период общего сигнала не получится.



Формирование звука динамическим громкоговорителем



Изменение полярности сигнала

Тогда как же нажатием кнопки на аудиомикшере можно изменить фазу многочастотного или непериодического сигнала на 180°? На самом деле, это сделать нельзя. Но можно изменить полярность сигнала.

Инвертирование полярности сигнала – это изменение его амплитуды таким образом, что положительные компоненты волны становятся отрицательными, и наоборот. На всякий случай, положительная часть волны – это та, что находится выше временной оси, а отрицательная – та, что ниже нее.

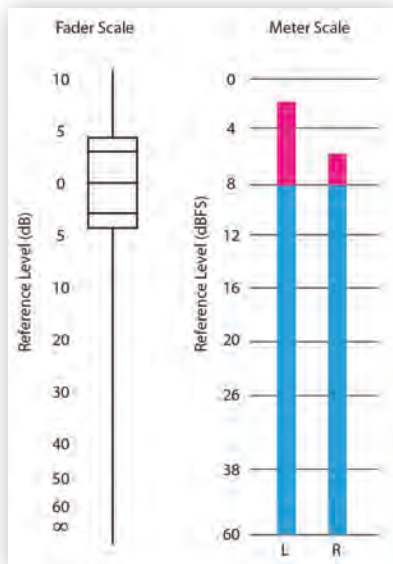
Если волна синусоидальна, то изменение полярности на осциллограмме выглядит как изменение фазы на 180°. Действительный смысл изменения полярности лучше всего виден на осциллограмме непериодической волны.

В связи с этим кнопка на консоли, обозначенная как кнопка смещения фазы на 180°, в действительности меняет не фазу, а полярность. Но исторически так сложилось, что к ней применяется термин «фаза».

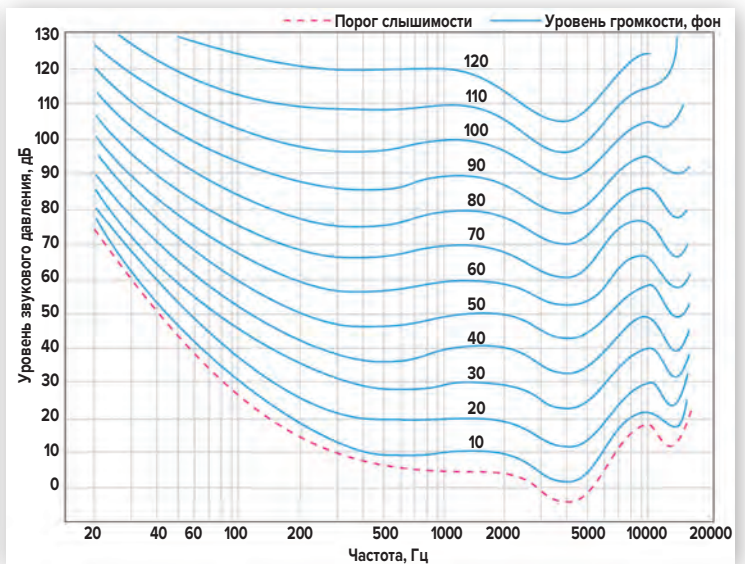
Ну а теперь о термине, который применяет практически каждый технический специалист, вовлеченный в медиаиндустрию, но не все вникают в его суть. Речь о децибеле. Это та самая единица, с помощью которой измеряют уровень сигнала. Она является логарифмической и используется для описания отношения уровня давления одного звука к уровню давления другого.

В смысле измерения уровня звука применительно к слуху человека за опорный уровень взят примерный порог восприятия. Значение децибела, описывающее уровень звука, это отношение этого опорного уровня и измеряемого уровня звука. Для вычисления значения в единицах уровня звукового давления (dBSPL) применяется формула $dB=20\log(P1/P2)$, где P1 – уровень измеряемого звука, а P2 – опорный уровень.

Однако на шкалах аудиомикшеров, в том числе и микшеров Calrec, децибелы не имеют прямого отношения к уровню звукового давления. У каждой шкалы несколько иное применение. Можно взять для примера шкалу рядом с фейдером, с помощью которого звукооператор усиливает или ослабляет сигнал. Когда фейдер установлен в положение «0 дБ», это означает, что к исходному сигналу не применяется ни усиление, ни ослабление, то есть разница между входным и выходным сигналами составляет 0 дБ. Если фейдер переведен в положение «10 дБ» ниже отметки в 0 дБ, значит, выходной сигнал будет на 10 дБ слабее входного.



Шкалы в дБ, нанесенные рядом с фейдером (слева) и индикатором уровня



Кривые равной громкости

В данном случае значение в дБ относится не к уровню звукового давления, а к отношению выходного сигнала к входному. В примере, приведенном на рисунке, уровень сигнала измерен в dBFS (дБ по полной шкале). Для этой шкалы опорное значение установлено на максимальном возможном уровне звука для цифровой системы с фиксированной точкой. Уровень сигнала измеряется в децибелах ниже этого порога, поэтому можно сказать, что сигнал R на рисунке имеет уровень примерно -6 dBFS, то есть на 6 дБ ниже полной шкалы.

Ну а поскольку речь зашла об уровне звука, то есть фактически о громкости, есть смысл вкратце остановиться на так называемых кривых равной громкости.

Кривые равной громкости представляют уровень, при котором чистые стабильные тоновые сигналы во всем частотном спектре воспринимаются слушателем как равные по громкости. Единицей измерения громкости является фон (phon). На частоте 1000 Гц 1 фон равен уровню в 1 dB SPL. Чтобы стабильный тоновый сигнал на любой другой частоте имел громкость в 1 фон, он должен восприниматься с такой же громкостью, что и сигнал частотой 1000 Гц.

Если взглянуть на самую нижнюю кривую в семействе кривых (см. рис.), отмеченную как 10 фон, то можно увидеть, что ее уровень на частоте 1000 Гц составляет 10 dB SPL. А на частоте 200 Гц – примерно 20 dB SPL. Это значит, что тоновый сигнал частотой 200 Гц, чтобы быть на слух такой же громкости, как сигнал частотой 1000 Гц с уровнем 10 dB SPL, должен иметь уровень 20 dB SPL, то есть на 10 дБ больше.

Линия, соответствующая громкости в 10 фон, четко показывает, что уровни на очень низких частотах нужно существенно поднимать, чтобы получить громкость как у сигнала в 1000 Гц.

Двигаясь к кривой громкости в 110 фон, можно увидеть, что кривые начинают выравниваться на нижних частотах, а значит, для восприятия той же громкости, что на 1000 Гц, требуется меньше усиления для каждого следующего уровня громкости. То же наблюдается и в высокочастотной части диапазона, но не столь акцентированно.

Стало быть, можно сказать, что по мере увеличения уровня воспринимаемой громкости наш слух становится более чувствительным к низким и высоким частотам относительно опорной частоты 1000 Гц. Это очень важно учитывать. Взять, к примеру, аудиоматериал, микширование которого выполнялось при большой громкости прослушивания, и было решено, что спектральный баланс сделан правильно. А потом оказалось, что при воспроизведении этого материала через систему с малой громкостью теряются детали в низко- и высокочастотных частях диапазона, тогда как другие материалы звучат отлично.

Бывает и обратная ситуация. Когда материал создается при очень малых уровнях громкости прослушивания, слушатель затем вынужден «задирать» низко- и высокочастотные компоненты на эквалайзере, чтобы компенсировать недостаток чувствительности уха на этих низких уровнях. При воспроизведении со средней громкостью прослушивания, низко- и высокочастотные компоненты могут казаться слишком громкими.

В некоторых бытовых устройствах, таких как CD-плееры и усилители, можно переключать режим управления громкостью. Это помогает компенсировать падение чувствительности слуха на малых уровнях за счет усиления высоко- и низкочастотных компонентов звукового сигнала.

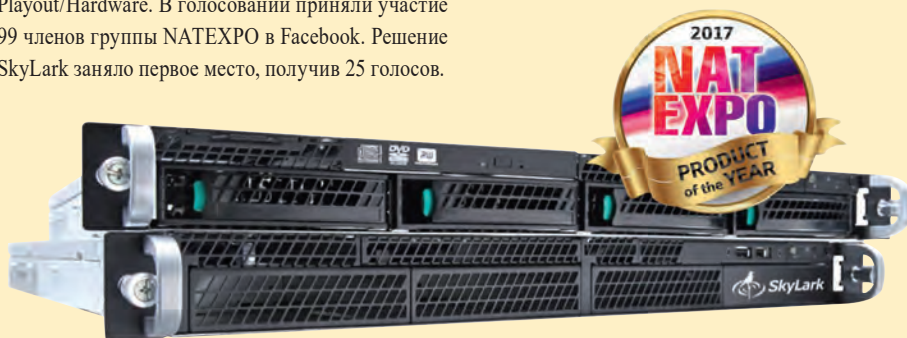
Окончание следует

Вспоминая 2017-й

Хотя 2017 год уже стал историей, остались поводы вспомнить некоторые события, произошедшие в конце года и не нашедшие отражения на страницах журнала. Причина в том, что либо состоялись эти события уже после того, как декабрьский номер за прошлый год ушел в печать, либо информация о них поступила в редакцию слишком поздно. В любом случае, имеющаяся информация достойна публикации, что и делается здесь.

Серверы SkyLark SL NEO – «Продукт года» по результатам голосования NATEXPO Awards

Серверы SkyLark SL NEO Channel In A Box получили звание «Продукт года» по результатам голосования NATEXPO Awards в номинации *Playout/Hardware*. В голосовании приняли участие 99 членов группы NATEXPO в Facebook. Решение SkyLark заняло первое место, получив 25 голосов.



Компания SkyLark Technology выражает искреннюю благодарность коллегам и коллективу NATEXPO за поддержку и высокую оценку, а также надеется на дальнейшее плодотворное сотрудничество!

Медиасерверы SL NEO содержат полный набор функций, представленных в линейке: запись, воспроизведение, графическое оформление, временную задержку, управление медиаданными в оперативных хранилищах, управление устройствами при записи и программной коммутации, прием, обработку данных (метки, субтитры, телетекст), формирование транспортных потоков и многое другое.

Channel in a box – распространенный и востребованный тренд на рынке вещательных систем. Channel in a box в интерпретации SkyLark – это не только стандартные функции записи/воспроизведения. В отличие от множества аналогичных решений, представленных на рынке, компания предлагает серверы Ultra HD, многоканальные HD/SD-конфигурации с графикой, опции потоковой передачи и декодирования транспортных потоков, запись одновременно с работой «на проход», повышающее, понижающее и перекрестное преобразования при записи и воспроизведении, технологии коллективной сетевой работы – всего более 300 востребованных функций, совмещенных в одном системном блоке.

Семинар по аксессуарам и системам управления ARRI

Компания ARRI, которая в 2017 году отметила вековой юбилей своей деятельности, относится к тем производителям оборудования, интерес к которым не ослабевает никогда. Подтверждением тому послужил семинар, проведенный Академией ARRI в одном из просмотровых залов киностудии «Мосфильм» и при ее поддержке.

На семинаре опытные профессионалы ARRI представили новые аксессуары, выпущенные этой компанией, а также беспроводные системы управления объективами и иным оборудованием.



Первая часть семинара была посвящена аксессуарам, о которых рассказал менеджер ARRI по продукции PCA Mechanical Филип Викар (Philip Vicher). Ему помогал менеджер ARRI по развитию бизнеса в России и СНГ Тимур Мусаев.

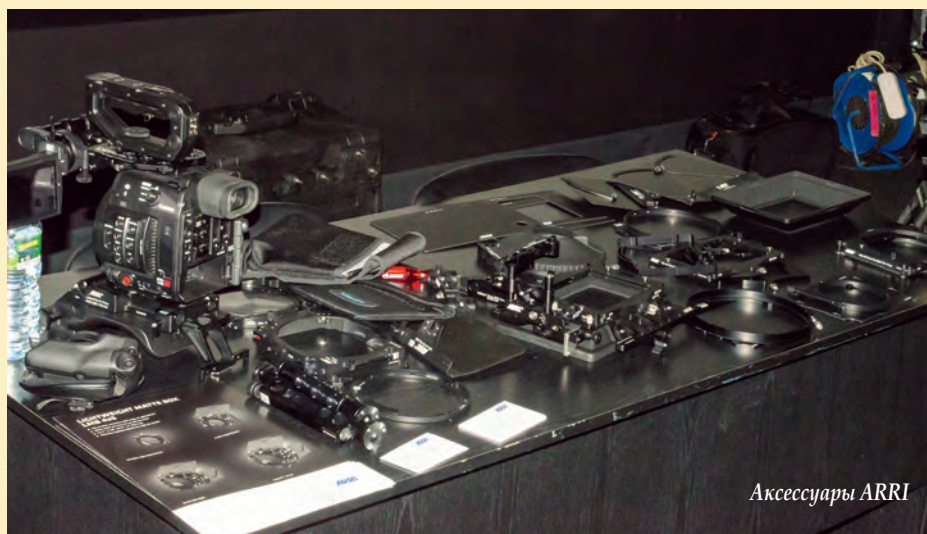
Филип Викар рассказал о новых моделях аксессуаров, разработанных не только и даже не столько для камер ARRI, сколько для съемочной техники других ведущих производителей – в частности, для цифровых кинокамер Canon EOS C200 и C700, Panasonic AU-EVA1, RED DSMC2 и Sony Venice. Широкий ассортимент этих механических аксессуаров упрощает работу с упомяну-

тыми камерами и делает возможным использование с ними различных устройств ARRI, которые де-факто уже стали стандартом в мировом кинематографе. Что характерно, компания старается идти не просто в ногу со временем, а даже на шаг впереди в некоторых случаях. Так, для камеры Sony Venice, которая была представлена на IBC 2017 практически в виде прототипа, ARRI уже разработала ряд аксессуаров и готова начать их поставку, как только Sony объявит о начале продаж камеры, доведенной до полноценного функционального состояния.

Помимо аксессуаров для отмеченных выше камер, участникам семинара были представлены новый универсальный компендиум LMB 4x5, аксессуары для компендиумов Anti-Reflection Filter Frame, Rota Pola Frame, рамки для диоптрических насадок, компендиумные фильтры ARRI FSND 6x6 и 4x5,65.

Во время короткого перерыва участники семинара имели возможность своими руками потрогать представленные модели, пообщаться с представителями ARRI и между собой. А вторая часть семинара была отведена для электронных систем управления, о которых рассказал менеджер по оборудованию PCA Electronic Хендрик Восс (Hendrik Voss). Представленная им информация охватывала такие устройства и системы, как ручки управления параметрами объективов и камер ARRI Master Grip, радиосистема передачи видео ARRI Wireless Video System, устройства управления фокусировкой WCU-4 и SXU-1, моторы Cforce Mini и Cforce Plus, блоки измерения фокусного расстояния ARRI UDM и smotion cfinder, а также средства управления объективами EF Mount и ENG Broadcast.

По окончании презентационной части все, кто принял участие в семинаре, получили возможность задать вопросы представителям ARRI, а также ознакомиться с оборудованием, представленным здесь же.



Аксессуары ARRI