

Трехмерный звук

Идеи получения при воспроизведении фонограмм так называемого трехмерного звучания (3D sound) возникли довольно давно, но только в недавнее время появились реальные технические средства, которые сделали трехмерную локализацию звука доступной широкому кругу пользователей.

После появления в 1960-е годы технологии *стерео*, в которой используются два канала – правый и левый, – казалось, что звук уже обрел пространственные очертания. Однако стереоэффект позволяет перемещать звук лишь на плоскости, а не во всем пространстве. Поэтому стереофонический звук или подобный ему в настоящее время принято называть двухмерным (2D).

После этого в течение долгого времени разрабатывались технологии, которые позволяли бы перемещать звук не на одной плоскости, а размещать его в пространстве более свободно. Как правило, этого пытались достичь путем увеличения количества каналов.

Довольно долго одной из самых перспективных считалась технология *квадро*, в которой к двум существующим каналам добавляются еще два задних канала, и таким образом их количество увеличивается до четырех.

Однако популярности квадро помешало широкое коммерческое распространение стереофонических записей и, соответственно, стереофонической аппаратуры. Те, кто уже вложил деньги в ее покупку, были совершенно не заинтересованы в том, чтобы вновь менять ее на какую-то другую. Тем более что стоила такая аппаратура очень дорого.

Поэтому параллельно разрабатывались технологии, которые позволяли добиться расширения звукового пространства, не прибегая к замене стереофонической аппаратуры. Однако ощутимые успехи в этом направлении были достигнуты только в конце 1990-х годов. До этого при использовании стереофонического звука приходилось довольствоваться различными имитациями. Одной из них является расширение стереобазы на уже готовой стереофонической фонограмме. Этот метод актуален и в наше время.

1. Расширение стереобазы

Итак, каким образом можно обработать стереофоническую фонограмму, чтобы она, не изменяя своего формата, могла бы расширить свои пространственные очертания?

Очевидно, что если смикшировать звучание обоих каналов и свести их в один (пусть даже продублировав его, чтобы не изменять общий формат фонограммы), то стереофоническое звучание превратится практически в монофоническое. При этом говорят, что стереобаза су-

жается до предела. Если в звуковой плоскости при обычном стереорежиме слушатель может ощутить центры каналов в местах расположения колонок, то сужения стереобазы можно достичь, перемещая их по направлению друг к другу. Соответственно, расширить стереобазу можно, если разнести колонки на большее расстояние друг от друга.

На самом деле, конечно, колонки никуда двигать не придется. Расширения стереобазы, так же как и ее сужения, можно дос-

тичь более удобным способом: программным перемикированием стереоканалов. Для этого в звуковых программах предусмотрены автоматизированные средства.

В качестве примера мы рассмотрим, как этими средствами пользоваться в программе Sound Forge.

Откройте программу и загрузите в нее нужную стереофоническую фонограмму. Теперь выберите из меню Process пункт Pan/Expand.

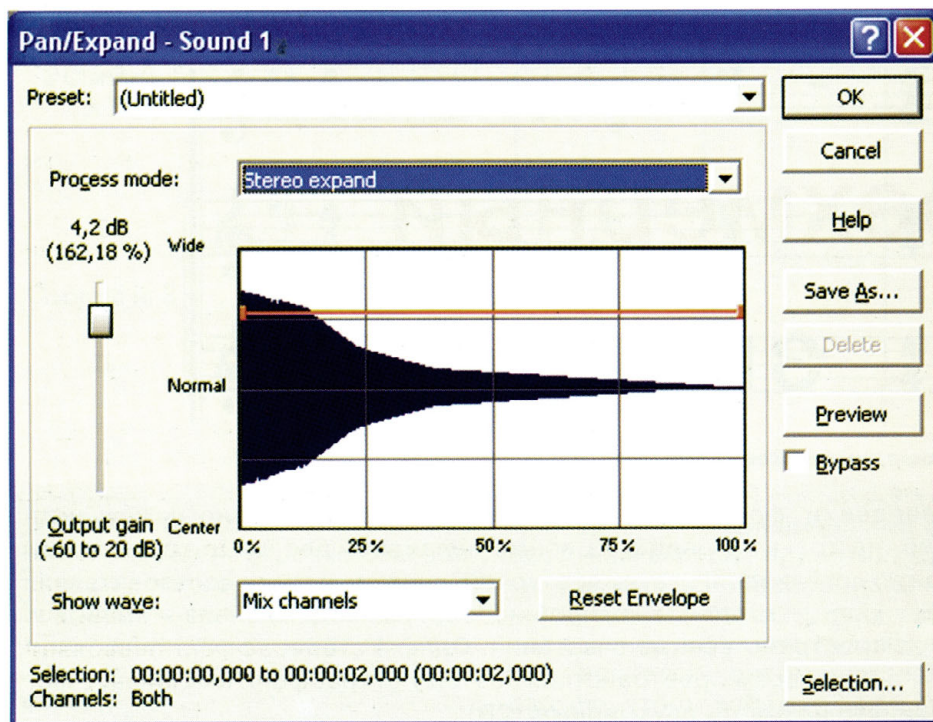


Рис. 1. Окно модуля Pan/Expand

Будьте внимательны: модуль, который открывается при этом, на самом деле умеет делать три различных операции:

- перемещение фонограммы по стереопанораме, причем как с сохранением первоначального разделения по каналам, так и с предварительным сведением фонограммы в один канал;
- преобразование фонограммы типа Mid-Side (в одном канале прямой сигнал с микрофона, в другом – акустика помещения) в

обычную стереофоническую фонограмму;

- то, о чем мы сейчас говорим, – расширение и сужение стереобазы.

Режимы работы этого модуля переключаются с помощью раскрывающегося списка Process Mode. Выберите в нем пункт Stereo Expand (рис. 1).

Как видно из рисунка, можно расширить (сузить) не только всю стереобазу целиком, но и гибко настроить расширение

(сужение) в процессе звучания. Для этого можно построить огибающую – методом, при помощи которого обычно строят все огибающие в программе Sound Forge: используя точки излома.

График расширения (сужения) стереобазы строится следующим образом. По горизонтали, как обычно, откладывается время фонограммы. Чтобы было легче ориентироваться, можно отобразить на графике волновую форму звука, выбрав соответствующий режим из раскрывающегося списка Show Wave в нижней части окна. По вертикали отображается ширина стереобазы. Нижняя точка Center соответствует предельному ее сужению (то есть максимальному приближению колонок друг к другу). Верхняя точка Wide (широкая) означает предельное ее расширение. По середине графика проходит полоса, обозначенная словом Normal. Если огибающая проходит по ней, то ширина стереобазы не меняется.

При программном изменении стереобазы зачастую происходит и общее изменение громкости звучания – таковы особенности используемого в данном модуле алгоритма. Поэтому для того чтобы сразу подкорректировать громкость выходного сигнала, в левой части окна расположен регулятор Output gain. Он позволяет усилить общую громкость на любое значение до 20 дБ или уменьшить ее на любое значение до -60 дБ.

2. Имитация трехмерности в стерео

Долгое время считалось, что для имитации перемещения звука в пространстве, а не на плоскости, необходимо задействовать более двух каналов. Однако есть две возможности этого избежать.

Первая заключается в том, что для имитации звукового пространства можно использовать увеличение количества источников звука (четыре и более), но это совсем не обязательно будет означать увеличение количества каналов. Например, можно использовать две

пары колонок – передние (front) и задние (rear). Но при этом возникает вопрос – а как конкретно распределять каналы по источникам звука?

Наиболее простое решение – это так называемое перекрестное распределение каналов, при котором звук, который находится в левом переднем канале, дублируется в правом заднем, а звук, который находится в правом переднем канале, дублируется в левом заднем. В результате получается объемное звучание, а при наличии в исходной фоно-

грамме эффектов перемещения звука на плоскости слушатель воспримет это как перемещение звука в пространстве. Правда, направление этого перемещения будет довольно трудно определить.

Иногда подобным образом стереоканалы дублируются не один, а более раз. При этом часто применяют прием разбиения каналов по частотам. Например, если какой-то канал должен быть направлен на три источника звука, то на выходе его можно “разлить” на три частотные полосы,

а каждую из этих полос направить на один из трех источников.

Иногда в разрыв между выходами частотных полос и колонками включают микшер, с помощью которого можно в реальном времени изменять баланс звучания колонок на выходе. Таким образом, можно достичь достаточно интересных пространственных эффектов.

Однако при подобной имитации всегда присутствует один непреодолимый недостаток: при создании исходной стереофонотграммы можно лишь приблизительно предполагать, как прозвучит тот или иной стереоэффект при имитации трехмерного звука.

Вторая возможность заключается в имитации трехмерного звука с помощью стереофонотграммы без использования каких-либо дополнительных источников звука. Эта технология возникла в конце 1990-х годов и основывалась на том, что у человека всего два уха – приемника

звука, а не четыре, не шесть, и т.п. А это означает, что существует способ направить звук в эти два приемника, используя только два источника, чтобы имитировать любой пространственный эффект.

Это резонно, однако ясно, что нужно найти способ передать звук из источника в приемник (ухо) таким образом, чтобы звук не смешивался с сигналом взаимного размещения источника и приемника в реальном пространстве. Это означает, что для достижения хорошего звукового эффекта источник звука должен быть как можно ближе к уху. Поэтому при использовании наушников имитация трехмерности с помощью подобных технологий может быть достаточно успешной, а при использовании обычных колонок эффект либо сильно уменьшится, либо вообще не будет восприниматься.

Как же достичь в фонограмме точного трехмерного позиционирования звука? К сожалению,

обычные звуковые программы чаще всего не предоставляют специальных средств для этого. Они всегда были ориентированы на обычное стерео, а здесь необходимо использовать расчеты несколько другого рода. В частности, необходимо вычислить точную разницу во времени “прибытия” звука в конечную точку для каждого из приемников звука, а также разницу в громкости для каждой точки движения звукового объекта.

Для таких расчетов используются различные технологии, например технология HTRF (запись на “искусственную голову”). При этом применяются специальные средства – как программные, так и аппаратные, которые как правило отсутствуют у обычного пользователя компьютерной музыкальной системы. Поэтому в большинстве случаев мы имеем дело уже с результатами созданных таким образом звучаний: например, это часто применяется в компьютерных играх.

3. Создание квадрофонограмм

В квадрофонической фонограмме используются не два канала, как в стерео, а четыре. При этом звук направляется в четыре колонки, которые располагаются слева и справа спереди, а также слева и справа сзади от слушателя. Если в стереофоническом звучании мы имеем только одну звуковую плоскость, то в квадрофоническом этих плоскостей уже четыре: передняя, задняя и две боковых.

Полной имитации “пространства” нет и в этом случае, но приблизиться к ней гораздо проще, чем в обычном стереорежиме.

В 1980-е годы казалось, что квадрофоническая технология является естественным продолжением и развитием стереотехнологии. Начали разрабатываться модели квадрофонических проигрывателей и технологии записи квадрофонических пластинок. Однако, в связи с монополизацией рынка стереопроеигры-

вателями, популярность квадро не стала возрастать ожидаемыми темпами, а вскоре ее рост прекратился совсем.

В некоторых современных программах есть функция редактирования квадрофонических фонограмм, но в большинстве случаев этого не предусмотрено. Однако можно использовать различные “обходные” пути.

Если у вас есть звуковая карта, поддерживающая раздельный выход на передние и задние колонки, можно использовать какую-нибудь програму многоканального сведения, например Samplitude:

- создайте новый проект как минимум из двух дорожек;
- загрузите стереофонограмму на первую дорожку, а затем, удерживая клавиши Ctrl и Shift, перетяните ее мышью на соседнюю дорожку, чтобы создать точную синхронную копию звукового объекта; если же у вас есть зара-

нее подготовленные стереофонограммы для каждой пары колонок, то загрузите их на первую и вторую дорожки;

- перенаправьте выход второй дорожки на заднюю пару колонок;
- отредактируйте, если нужно, панораму на обеих дорожках, прослушивая фонограмму через две пары колонок.

После этого квадрофонограмма будет существовать в виде проекта программы Samplitude. Если же необходимо переписать ее на какой-либо квадрофонический носитель, то его входы необходимо подключить так же, как колонки: два входа к выходу на системном блоке для передних колонок и два – к выходу для задних. Чтобы качество звука не ухудшилось, выходы на колонки звуковой карты должны быть не менее качественными, чем обычный линейный выход, и не давать дополнительных шумов и наводок.

4. Применение шестиканального звука (5.1)

Получившая широкое распространение в последние годы технология 5.1 является стандартом при озвучивании фильма на DVD-дисках. Ее название обозначает, что для получения трехмерного звука используются пять обычных колонок и один сабвуфер.

Сабвуфер используется здесь по своему прямому назначению: он усиливает басовые частоты, поступающие на него со всех каналов. Собственно в организа-

ции трехмерной звуковой панорамы он участия не принимает.

Многие звуковые карты имеют специальный выход, сигнал с которого подается на устройство, называемое декодером 5.1. Это устройство преобразует сигнал в шестиканальный звук, который затем подается на усилитель и соответствующие колонки (в том числе и сабвуфер).

Пять колонок при организации трехмерного звука располагают следующим образом:

- одна центральная колонка спереди;
- две боковые колонки в передней части трехмерной панорамы;
- две боковые колонки в задней части трехмерной панорамы.

Если необходимо подготовить фонограмму для записи в формате 5.1, нужно воспользоваться одной из программ, которая имеет встроенные средства подготовки этого формата. Такие средства имеют многие многоканальные редакторы, в том числе уже упоминавшаяся программа Samplitude:

- откройте программу и создайте в ней новый проект или откройте уже существующий проект;
- нажмите кнопку Mixer в нижней части окна, чтобы открыть панель микшера (рис. 2);
- щелкните правой кнопкой мыши на регуляторе панорамы на той дорожке, которую необходимо преобразовать в формат 5.1 (см. указатель мыши на рис. 2);

• в открывшемся окне Surround Panning Module установите флажок 2 Channel Surround On, чтобы включить режим 5.1, после чего окно примет вид, показанный на рис. 3.

Теперь можно в этом окне осуществлять панорамную настройку дорожки. Синими кружками, которые можно перемещать мышью, на графике отображается местоположение колонок (источников звука), причем их "стандартные" места обозначены маленькими синими точками. Мышью можно перетаскивать также и изображение самого звука – оно обозначено красным кружком, от которого расходятся концентрические окружности.

Кроме того, можно произвольно устанавливать объем звука в пространстве, регулируя его затухание вокруг заданного местоположения. Для этого предназначен регулятор Div, с помощью которого можно установить любое значение от 0 до 100 %.

Можно открывать окно Surround Panning Module и из основного окна



Рис. 2. Панель микшера программы Samplitude

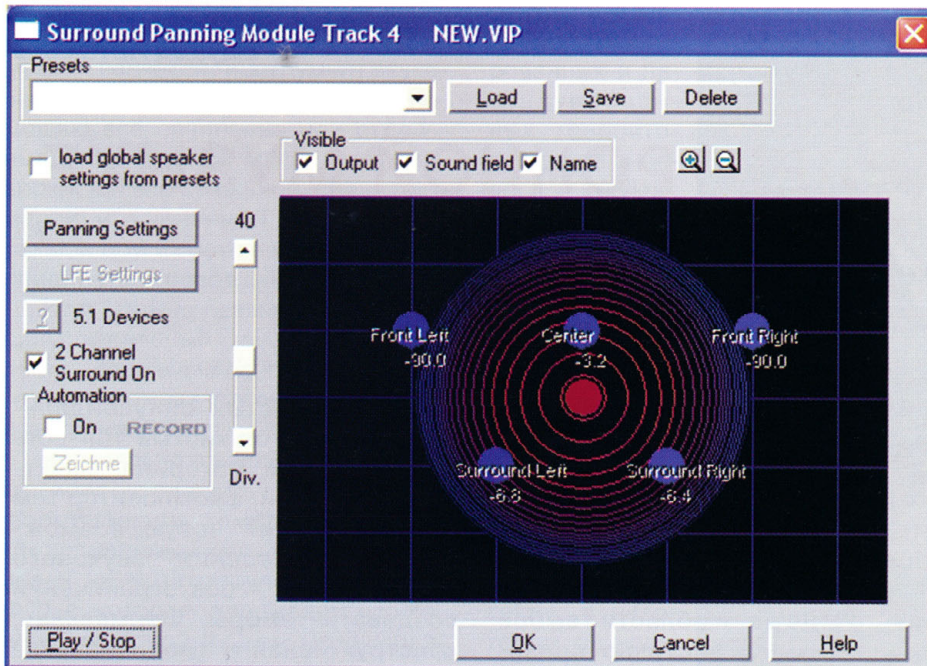


Рис. 3. Окно модуля редактирования трехмерного звука

проекта. Для этого щелкните правой кнопкой мыши на регуляторе панорамы на дорожке в основном окне и выберите из контекстного меню пункт Surround Editor.

Похожие средства редакции материала в режиме 5.1 имеются и в других программах, особенно поддерживающих работу с видео. Например, они имеются в многоканальном звуковом редакторе Nuendo.

Поскольку современные видео-стандарты (например, DVD-video) предполагают наличие пространственного звука в режиме 5.1, разработчики программы Nuendo сделали возможным визуальное редактирование пространственной локализации на каждой из звуковых дорожек. Для этого используется окно микшера VST Mixer. Его можно открыть, нажав клавишу F3 или выбрав пункт VST Mixer из меню Devices. В каждой секции микшера имеется область пространственной локализации звука. По умолчанию она обычно имеет вид горизонтального регулятора, перемещающего звук по стереопанораме (рис. 4).

Чтобы перевести звуковую дорожку в режим 5.1, щелкните на самом нижнем поле соответствующей секции VST-микшера. Открывается контекстное меню (рис. 5), из которого следует выбрать пункт Surround Pan.

Описанные действия необходимо выполнить на каждой дорожке, которую вы хотите редактировать в режиме 5.1. В результате микшер станет пространственным – будет

выглядеть приблизительно так, как на рис. 6. В каждой секции микшера над регулятором громкости расположен квадрат, центр которого символизирует расположение слушателя, а полосками обозначены динамики. Передвигая мышью зе-



Рис. 4. Регулятор микшера в Nuendo

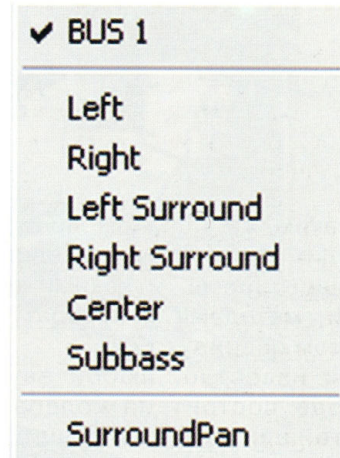


Рис. 5. Список включения трехмерного звука



Рис. 6. Пространственный микшер