

\*\*\*\*\*

Пол Уайт. Творческая звукозапись.

\*\*\*\*\*

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Когда я прочитал эту книгу, первой моей мыслью было: "Жаль, что это не я ее написал!" Потом я подумал о том, как велика потребность читателей в таком сжатом, но глубоком исследовании процесса творческой звукозаписи.

В прошлом выходили книги, в которых рассказывалось о процессе записи чересчур упрощенно. Некоторые из них были написаны в легкомысленном духе. С другой стороны, вышло много хороших учебников по этому предмету, включая великолепную книгу "Практика звукозаписи", изданная Ассоциацией Профессиональных Студий.

Но тем читателям, кто только начинает заниматься домашней звукозаписью, упомянутый учебник может показаться слишком сложным. Эти люди нуждаются не только в понимании сути процесса звукозаписи, но и в рассказе о методиках и маленьких хитростях, которые применяются при записи современной музыки.

Полу Уайту, автору данной книги, удалось изложить это знание как раз в требуемом количестве. Книга не слишком академична, но в ней простым и понятным языком говорится о важных аспектах, которые в других книгах и учебниках излагаются при помощи формул и технических понятий. В то же время все темы, о которых ведется речь, освещены в достаточной мере, без излишних упрощений.

Звукозапись является творческим процессом. В этой книге осуществлен как раз такой подход к вопросу. В этом есть общее между книгой и методикой преподавания на наших учебных курсах в Гэйтуэе. Ни один важный вопрос не упущен, и в то же время удалось избежать пространных технологических объяснений. Я буду рекомендовать эту книгу всем нашим студентам в политехнических колледжах Гэйтуэя и Кингстона.

Дэвид Уорд

---

Дэвид Уорд является основателем высоко зарекомендовавшей себя Гейтуэйской Школы Звукозаписи и Музыкальной Технологии в Кингстоне, графство Суррей, Англия.

+++++

Пол Уайт. Творческая звукозапись

## Вступление

За последние несколько лет техника домашней записи прошла долгий путь развития. Сейчас любой владелец домашней студии пользуется не менее качественным и сложным оборудованием, чем то, что применяется на профессиональных студиях; при этом оборудование для домашней студии стоит дешевле. Чем сложнее становится оборудование, тем больше возрастает творческий потенциал домашней студии. Но окончательный результат зависит только от умения звукоинженера использовать свое оборудование.

В настоящее время обычная песня "собирается" по частям, трек за треком: либо несколько музыкантов играют каждый свою партию, либо это делает один музыкант (играет за всех). Использование МИДИ секвенсеров приводит к тому, что некоторые треки не имеют ничего общего с исходным исполнением. Работа инженера и продюсера состоит в том, чтобы собрать все эти пространственно-временные события и сделать из них музыку, в которой

каждая часть идеально подходит к другой.

Чтобы сделать это, нужно быть немного художником, немного ученым. Вы должны знать, как работает все ваше оборудование, и научиться пользоваться им, получать требуемый результат. Научный аспект работы состоит в том, чтобы знать, как соединить все в единую систему и как управлять параметрами, влияющими на обработку звука. Художественный аспект включается, когда вы принимаете решение, какие эффекты и звуки использовать, каким должен быть баланс и как разместить различные партии в окончательном миксе.

Если задуматься о том, что технология, используемая в современной звукозаписи, по сложности уступает только, пожалуй, оборонной электронике, то управление процессом записи может показаться страшно сложным делом. К счастью, понимание постепенно приходит, и после того, как вы вложили немалые деньги в оборудование, имеет смысл потратить немного времени на то, чтобы разобраться, как лучше всего всем этим пользоваться.

В настоящее время на рынке имеется много разных книг. Одни из них предназначены для тех, кто начинает с нуля; другие полны формул.

Данная книга является первой в серии книг, освещающих весь процесс целиком. Она посвящена объяснению, как работают эффекты и процессоры, какое влияние они оказывают на звук, как их употребить при записи и при сведении. Иногда может встретиться технический жаргон, но я сделал все от себя зависящее, чтобы объяснить это доступно и сохранить смысл.

Вне зависимости от того, являетесь ли вы серьезным энтузиастом домашней записи или профессиональным продюсером, вы согласитесь, что мало что в жизни так радует, как превращение хорошей записи в великолепную. С вашим энтузиазмом и с этой книгой в руках вы научитесь, как это сделать.

Пол Уайт  
Апрель 1989

---

## Содержание

---

Предисловие  
Вступление

Микшерная консоль  
Вступление  
Секция эквалайзера  
Шины дополнительных эффектов (Аих)  
Выбор направления  
Мониторинг  
Переключатель монитора  
Кнопка Talkback  
Консоли типа "in-line"  
Автоматизация  
Технические характеристики  
Соединения

Коммутационные панели  
Вступление

Нормализация  
Эргономика  
Соединительные провода

#### Эквалайзеры

Вступление  
Полосовые фильтры  
Графические эквалайзеры  
Параметрический эквалайзер  
Цифровые эквалайзеры  
Технические параметры  
Подключение  
Применение  
Частоты, которые полезно помнить

#### Инхансеры

Вступление  
Возможности  
Установка параметров  
Применение  
Разновидности инхансеров

#### Компрессоры и лимитеры

Управление усилением  
Электронная регулировка  
Время атаки и время восстановления  
Side Chain  
Soft Knee  
Встроенные гейты  
Варианты компрессоров  
Соединение  
Технические характеристики  
Применение компрессоров  
Вокал  
Акустическая гитара  
Бас-гитара  
Электрогитара  
Синтезаторы  
Барабаны  
Микс  
Тайм-код

#### Гейты и экспандеры

Вступление  
Атака и восстановление  
Side Chain  
Применение  
Варианты гейтов

#### Динамический шумоподаватель

Технические характеристики  
Соединение  
Применение гейтов  
Вокал  
Электрогитары

- Клавишные инструменты
- Барабаны
- Специальные эффекты

#### Панорамирование

- Вступление
- Переключение
- Применение
- Псевдостерео
- Технические характеристики

#### Цифровые эффекты

- Вступление
- Теория сэмплирования
- Цифровая задержка
- Создание эффектов
- Программирование
- Технические характеристики
- Соединения
- Применение
  - Хорус
  - Искусственная двойная дорожка
  - Вибрато
  - Сдвиг фазы
  - Флэнджер
  - Панорамирование задержки
  - Защелкивание "замороженного" сигнала
  - Стереодилэй

#### Искусственная реверберация

- Вступление
- Параметры
- Ревербератор
- Программирование
- Пресеты
- Специальные эффекты
- Технические характеристики
- Соединения
- Применение ревербераторов
  - Барабаны
  - Вокал
  - Гитары
  - Клавишные

#### Гармонайзеры

- Вступление
- Glitching
- Возможности
- Управление через МИДИ
- Технические характеристики
- Соединения
- Применение

#### Управление через МИДИ

- Вступление

Каналы  
Соединения  
Управление параметрами

#### Техника продюсирования

Вступление  
Аранжировка  
Бас-гитара  
Барабаны  
Перкуссия  
Вокал  
Обработка вокала  
Диапазон средних частот  
Помещение в стерео  
Мастеринг

---

## МИКСЕРНАЯ КОНСОЛЬ

### Вступление

Студийные эффекты - вещь хорошая. Вне всякого сомнения, правильное их использование может значительно улучшить запись, особенно если вы применяете их в области поп - музыки. Но прежде, чем пользоваться эффектами, нужно хорошо знать микшерную консоль, ведь это - нервный центр вашей студии.

Если вы переходите от простейшей кассетной системы записи музыки к чему-то более серьезному, то микшерный пульт вам может поначалу показаться слишком сложным. Даже если у вас есть некоторый опыт использования несложной консоли для работы с "живым" звуком, коммутация может вас смутить. Однако, при логическом подходе, вам не потребуется много времени, чтобы научиться работать со студийным пультом. В этой главе в основном пойдет речь о том, как работать с традиционной консолью типа "split". Эти консоли наиболее популярны на домашних и полупрофессиональных студиях. Даже крупные студии отдают им предпочтение за легкость в работе. Для тех смельчаков, которые работают с консолями типа "in line", в отдельной секции будет рассказано, чем отличаются эти два типа конфигурации.

Как вы, вероятно, уже знаете, большая часть любой микшерной консоли состоит из входных каналов, которые либо обрабатывают те сигналы, которые находятся в процессе записи, либо те сигналы, которые уже записаны и поступают с многоканального магнитофона (процесс сведения).

Итак, из чего же состоит входной канал?

Входной канал обычно устроен так, что может принимать два или три различных типа сигналов: микрофонный, линейный и с выхода магнитофона. Если на вашей консоли нет отдельного входа для магнитофона, то вы должны подключить выходы многоканального магнитофона к линейным входам канала. Тип сигнала выбирается при помощи кнопок, коммутация производится при помощи разъемов на задней панели, или в верхней части входного канала. В обычном недорогом пульте микрофонные входы - сбалансированные стандартные разъемы; линейные и магнитофонные входы - четвертьдюймовые джеки (могут быть несбалансированными). Если вы собираетесь использовать конденсаторные микрофоны, важно учитывать фантомное питание на микрофонном входе.

Сигнал, поступивший на вход канала, попадает на входной усилитель. Регулятором чувствительности ("gain") устанавливается требуемый уровень сигнала.

Важно правильно установить этот уровень, чтобы не было лишнего шума и искажений. Если на пульте имеются кнопка PFL (pre-fade listen - прослушивание до фейдера) или Solo, TO при нажатии на нее вы можете видеть уровень сигнала на индикаторах. Это позволяет легко установить уровень сигнала вне зависимости от положения фейдеров. Кроме того, вы будете слышать сигнал отдельно в мониторах. Если таких кнопок на вашем пульте нет, то лучший способ установки входного уровня состоит в следующем: установите канальный фейдер на три четверти, стереофейдеры выхода - на отметку 0 дБ, после чего отрегулируйте уровень входного сигнала при помощи ручки "gain", чтобы сигнал был хорошо виден на основных индикаторах выхода. Под словами "хорошо виден" подразумевается, что красные огни загораются только при пиках.

Также в эту часть входного канала входит кнопка понижения уровня микрофонного сигнала на 20 дБ. Она применяется в тех случаях, когда сигнал, поступающий с микрофона, слишком высок по уровню. Подобная ситуация встречается довольно редко, но все же бывает, например, когда чувствительный микрофон расположен поблизости от источника громкого сигнала - скажем, бас-барабана. Кнопка понижает входной уровень сигнала на 20 дБ, прежде чем он поступает на входной усилитель.

В более сложном пульте в этой части канала имеется также кнопка переворота фазы микрофонного (иногда - микрофонного и линейного) сигнала. Она используется в ситуации с несколькими микрофонами, когда возникают проблемы с вычетом фазы. В таких случаях следует нажать кнопку, чтобы инвертировать фазу одного из микрофонов, и послушать, как теперь звучит сигнал (в особенности - в области низких частот, где фазовые проблемы наиболее заметны).

### Секция эквалайзера

Для более подробной информации см. соответствующую главу этой книги. В данной части мы просто разберем, как используется эквалайзер в процессе микширования.

Эквалайзер - это регулятор тембра. На простейшей консоли секция эквалайзера состоит только из регуляторов верхних и низких частот ("hi" и "lo"), но большинство микшеров имеет также хотя бы один регулятор средних частот. Как правило, он может настраиваться на различные частоты. Кроме того, все типы эквалайзеров предусматривают функции "подавления" или "усиления" конкретной частоты. При помощи них вы можете убрать некоторые части аудио спектра или сделать их более явными.

Параметрический эквалайзер - позволяет не только выбрать частоту для обработки, но также изменить диапазон частот, на которые обработка будет влиять. Этот дополнительный параметр называется "ширина полосы" ("bandwidth"), или сокращенно Q ("добротность"). Чем выше Q, тем уже ширина полосы. При установке Q на максимум, эквалайзер может работать с полосой аудио спектра менее полутона.

Кнопка "Bypass" ("обход") отключает эквалайзер. Она применяется для того, чтобы сравнить сигнал с исходным и послушать, удалось ли вам сделать его лучше. Помните: если вам не требуется регулировать тембр, лучше нажать эту кнопку. Сигнал в этом случае минует на своем пути несколько электрических компонентов, что делает его немного чище.

Существует общее правило: нужно стараться получить хороший сигнал от источника, чтобы задействовать эквалайзер по минимуму (т.е. исходный сигнал должен быть как

можно лучше). Если звук изначально плох, никакой эквалайзер не поможет, даже если вы вывернете все ручки до отказа. Это поможет только в том случае, когда вам надо создать какой-то специальный эффект, а не при восстановлении тембрального баланса.

В более сложных пультах в секции эквалайзера вам встретятся также и другие регуляторы. Во-первых, частоты, на которых вступают в силу регулировки верхних и низких частот, могут переключаться между двумя заданными величинами (значениями). Далее, может быть фильтр супернизких частот ("sub-bass filter"), позволяющий регулировать частоты ниже порога слышимости. Эти частоты могут проходить в канал через микрофонную стойку от резонирующего пола, или это может быть шум машин на улице, который вы хотите устранить. Обрезая эти частоты, вы не даете им проходить на ленту.

На пульте может также быть встроен фильтр для вырезания частот, находящихся выше диапазона слышимости. Эти частоты обычно генерируются электронными инструментами, и их лучше всего убрать, поскольку они могут смешаться с другими высокими частотами, что приведет к созданию слышимых частот, не имеющих отношения к музыке.

### Шины дополнительных эффектов (Aux)

Регуляторы посылы сигнала на дополнительные устройства (обработки) обычно расположены ниже секции эквалайзера. Они обычно обозначены "pre-fader" или "post-fader", или существует возможность переключения с одного варианта на другой. В состоянии "pre-fader" устройство работает как обычный регулятор уровня сигнала (независимо от положения фейдера канала); сигнал подается на микшерную шину, где он сливается с сигналами из других каналов. Комбинированный сигнал далее поступает на отдельный регулятор посылы на дополнительное устройство в мастер-секции, расположенный обычно в правой части пульта, откуда он подается на отдельный выход. Здесь мы имеем МОНО-МИКС со всех каналов, сбалансированный при помощи ручек "pre-fade". Регулятор на мастер-секции действует как обычный мастер-регулятор уровня.

Более дорогие консоли могут иметь дополнительные регуляторы "pre-fade", которые подают сигналы на отдельные шины и работают независимо от основных.

Они позволяют, к примеру, сделать несколько разных миксов, чтобы каждый музыкант мог слышать аудио картинку так, как ему требуется. Например, вокалисты обычно хотят хорошо слышать других вокалистов, чтобы хорошо строить гармонии; барабанщик, напротив, хочет слышать лучше всех басиста. Таким образом, дополнительные посылы на обработку (Aux Sends) используются для управления мониторами в студии.

Посылы на обработку типа "post-fader" отличаются от описанных выше тем, что уровень сигнала, поступающего с них на суммирующую шину, зависит от положения фейдера. Эти регуляторы хорошо использовать для посылы сигнала на дополнительные эффекты, поскольку обычно, когда вы убираете громкость прямого сигнала, вы хотите, чтобы уровень обработанного сигнала уменьшился на такую же величину. В настоящее время принято иметь в студии много различных эффектов, поэтому, чем больше у вас на пульте имеется ручек "post fade aux send" (или "effect send"), тем удобнее работать.

В основном это используется при сведении, поэтому часто в устройстве пульта есть возможность переключить регулятор из положения "pre-fade" в положение "post-fade", так как при сведении не требуется посылать сигналы на мониторы в студию. Таким образом, вы получаете дополнительные выходы на эффекты.

Минимальное количество регуляторов Aux Send - три. Предпочтительно, чтобы их было больше. Полезно также иметь на выходе кнопку PFL или Solo, чтобы прослушать (проверить) сигнал перед отправкой на устройство эффектов.

Точка Insert - "разрыв" - это разъем на канале. Сюда вставляется разделительный стерео джек. Точка позволяет включить в путь сигнала отдельный звуковой процессор (только в данный канал) при помощи либо специального два-моно=стерео джека ("штаны"), либо (встречается чаще) - через коммутационную панель. Работает так же, как разъемы "петля эффектов" (effect loop) на усилителе инструмента.

Коммутация (выбор направления)

В нижней части каждого канала находится фейдер и ручка панорамирования. Там же находятся несколько кнопок, которые определяют, куда направляется сигнал с выхода данного канала. При микшировании сигнал обычно посылается на основной стереовыход пульта при помощи кнопки L/R на канале. После нажатия на эту кнопку становится возможным панорамирование сигнала, помещение его в микс.

При записи на многоканальный магнитофон требуется, чтобы выходной сигнал канала поступал на нужный вход магнитофона. Это достигается при помощи кнопок, которые выбирают пару выходов: 1-2, 3-4, 5-6 и т.д., в зависимости от количества выходов с пульта. Обычно на пульте имеется столько же групп выходов, сколько входов на магнитофоне, но встречаются также пульта, на которых в целях экономии есть только половина требуемого количества групп выходов. Если вы работаете с такой консолью и производите запись на N-канальный магнитофон, то вы можете записывать одновременно только на восемь каналов магнитофона.

Если вы хотите вести запись на большее число каналов, вам придется подключить остальные непосредственно к выходам каналов пульта через точку разрыва или через прямой выход канала (если таковой имеется).

Итак, при помощи кнопок вы выбираете пару групповых выходов, куда должен посылаться сигнал. При этом ручка панорамирования позволяет выбрать четный или нечетный номер группы. В положении посередине сигнал будет послан одинаково на обе (подгруппы). Сигналы со всех выходов, посланные в одну и ту же подгруппу, микшируются в шине аналогично тому, как смешиваются сигналы в шинах дополнительных эффектов. Управление уровнем выходного сигнала производится при помощи фейдера подгруппы.

Например, сигналы со всех каналов, на которых была нажата кнопка подгруппы 1, смешиваются в один сигнал и поступают на выход подгруппы, подключенный ко входу трека 1 магнитофона. Фейдер подгруппы (обычно расположен на мастер-секции пульта, в правой части) является регулятором выходного сигнала подгруппы. Он позволяет установить требуемый уровень сигнала, поступающего на ленту, без того, чтобы изменять положение фейдеров в каждом канале.

В некоторых консолях в секции подгрупп имеются свои посылы на обработку, при помощи которых можно добавить эффект для всей группы сигналов сразу (вместо того, чтобы делать это в каждом индивидуальном канале). Точка разрыва также обычно имеется в каждой подгруппе.

При сведении с многоканального магнитофона система подгрупп бывает очень полезна. Вы можете просто направить все сигналы с выхода магнитофона через соответствующие каналы на стереофейдер при помощи кнопок L/R. Но если у вас, к примеру, на нескольких дорожках записаны инструменты ударной установки и вы хотите управлять общим уровнем (вместо того, чтобы регулировать уровень сигнала каждого барабана), то вам следует собрать сигналы с этих треков в подгруппу (например, 1-2). Для этого надо нажать кнопку 1-2 в каждом канале. Тогда фейдер подгруппы будет регулировать уровень сигнала всей ударной установки. Причина, почему используются две подгруппы вместо одной, состоит в том, что обычно требуется стерео субмикс.

Чтобы направить субмикс на основной стереовыход, надо нажать кнопку, находящуюся возле фейдера подгруппы. При этом сигнал с нечетной подгруппы поступает в левый канал, а с четной - в правый. Таким образом, каждая смежная пара подгрупп может иметь отдельный стерео субмикс сигналов, поступающих с входных каналов. Некоторые консоли устроены таким образом, что выходы подгруппы постоянно подключены к стереошине.

Такое использование подгрупп очень удобно, но нужно помнить о правилах использования посылов на эффекты. Если эффекты подключены способом "post-fade" на входном канале (при этом возвраты эффектов поступают непосредственно в стереомикс), и эти же каналы собраны в подгруппу, то фейдер подгруппы не влияет на уровень эффектов. В таком случае он может регулироваться только основным фейдером канала. Может случиться, что вы убираете субмикс ударной установки при помощи фейдера подгруппы и обнаруживаете, что искусственная реверберация, которую вы добавили в канале, все равно слышна. Чтобы решить эту проблему, требуется либо добавлять эффект только на этапе подгруппы (а не во входном канале), либо направить выходной сигнал с эффектов на ту же пару подгрупп.

Это возможно на большинстве микшерных консолей, так как в секции возвратов эффектов имеются такие коммутационные кнопки, как и в индивидуальных каналах. Из перечисленных вариантов решения проблемы второй представляется наиболее удобным, но следует помнить, что в таком случае на данный эффект вы не можете посылать сигнал с других каналов, кроме тех, что собраны в подгруппу.

Существует другой способ работы с эффектами и подгруппами - при помощи использования дополнительных входных каналов. На некоторых пультах не имеется секции эквалайзера для возврата с эффектов; на других есть возможность регулировать высокие и низкие частоты; бывают пульта с более сложным эквалайзером в этой секции. Имеются кнопки для коммутации (направления) сигнала, приходящего с эффекта, либо на стереошину, либо на подгруппы, а также ручка панорамирования (такая же, как на входном канале). Редко, но все же встречаются пульта, где в секции возврата с эффектов имеется микрофонный вход, посылы на эффекты или точки разрыва.

Поскольку возвраты с эффектов по существу являются теми же входными каналами, только проще по устройству, то можно использовать их в качестве дополнительных линейных входов (если они не требуются для эффектов); точно также вы можете использовать свободные входные каналы в качестве дополнительных возвратов с эффектов, если они не требуются для входных сигналов. В случае использования входного канала в качестве возврата с эффектов нужно следить, чтобы ручка посылы на эффект в этом канале была закрыта, иначе сигнал, полученный с эффекта, будет опять послан на тот же прибор, что вызовет сильную обратную связь.

\*\*\*\*\*

Мониторинг (Прослушивание на акустике контрольной комнаты)

Эта секция имеется только в студийный пультах. Она предназначена для того, чтобы иметь возможность переключения (для прослушивания) между тем, что поступает на вход магнитофона, и тем, что поступает на его выход. Монитор имеет стереовыход. Он подключен к усилителю в аппаратной и динамикам. Это позволяет прослушивать сигналы, не трогая выходы магнитофона. Например, при нажатии на кнопку PFL или Solo в канале, сигнал из него поступает на выход монитора, а все остальные сигналы заглушаются. Это позволяет оценивать сигнал изолированно от остальных.

Существует два основных типа мониторинга: "in-line" и "split". Большинство известных микшерных консолей полностью разделены ("split"): фейдеры подгрупп и регуляторы мониторинга находятся в правой части пульта, входные каналы - в левой. Над каждым фейдером подгруппы есть индикатор уровня и ручка управления панорамой монитора, а

также переключатель выбора (прослушивание трека по входу или по выходу). Ручка панорамирования позволяет создать приблизительный стереомикс. Могут также иметься ручки посылки на эффекты, что позволяет добавить обработки в приблизительный микс и получить более ясное представление о том, каким должен быть окончательный результат.

В консолях типа "in-line" ручки уровня монитора, панорамы и посылов на эффекты обычно расположены во входных каналах. Имеется переключатель выбора прослушивания сигналов в каналах или с выходов магнитофона. Такое устройство пульта позволяет добиться большей гибкости в работе, поскольку здесь возможно менять уровень монитора в каждом канале (в пультах "split" это обычно можно делать только с группой сигналов).

Несмотря на это, работа на консоли "in-line" сперва может показаться непростым делом, в основном из-за положения ручек мониторинга. Поскольку они расположены на входном канале, то возникает психологическая связь между ручками управления канала и монитора. Эта связь далеко не всегда существует в действительности. Например, в каналы 1, 2, 3 и 4 поступают сигналы с микрофонов от ударной установки, причем все они при помощи кнопок направляются на трек 8 магнитофона. При переключении кнопок монитора в положение "канал" ("channel"), слышны, как и следовало ожидать, сигналы с микрофонов. Если же требуется услышать сигнал, идущий с ленты, то не следует переключать четыре кнопки мониторинга в положение "лента" ("tape"), поскольку тогда в мониторах будут звучать сигналы, записанные на ленте на треках с 1 по 4, а уже сказано, что барабаны сведены на трек 8. Поэтому, чтобы услышать, что записано на треке 8, надо переключить монитор в положение "лента" в канале 8.

Это логично, но об этом надо помнить, пока не привыкнешь.

Многие многоканальные магнитофоны, которые применяются на домашних, полупрофессиональных и небольших профессиональных студиях, имеют встроенную систему переключения монитора, что позволяет прослушивать одновременно и те сигналы, что записываются на магнитофон (поступают на вход магнитофона), и те, что уже записаны (приходят с выхода магнитофона). Это происходит автоматически, и в таком случае переключатель монитора на пульте по большей части остается в положении "лента".

#### Выбор (переключатель) монитора

Мониторинг применяется не только для контроля входных и выходных сигналов магнитофона. Уже упоминалось, что при нажатии на кнопку PLF или Solo конкретного канала в мониторах звучит сигнал только этого канала. Существует также дополнительная возможность такого включения мониторов, при котором они "слышат" сигнал, посланный на выход основного стерео микса (правый и левый). Это те выходы, которые подключаются к стерео мастер-магнитофону. Требуется прослушивание того, что идет непосредственно на ленту. Если вы работаете в таком режиме, то при нажатии на кнопку PFL (Solo) сигнал (отдельного канала) будет звучать в мониторах изолированно, но не будет влиять на стерео выход. К этому же относится включение "two-track" (две дорожки), что позволяет прослушивать запись с мастера в мониторах.

Итак, существуют следующие варианты переключения системы мониторинга: регуляторы входных/выходных сигналов многоканального магнитофона, выход стереомикса, выход на мастер-магнитофон. В любом из вариантов кнопка PFL (Solo) имеет приоритет. В большинстве пультов имеется предупреждающая лампочка мастера, поскольку легко забыть о том, что кнопка PFL была нажата. Лампочка горит, когда нажата кнопка на одном или нескольких каналах.

Выход на мониторы имеет свой собственный регулятор уровня, а часто также dim switch

(переключатель, понижающий уровень сигнала на 10 процентов). Это позволяет, например, ответить на телефонный звонок или лучше услышать себя, не изменяя положение ручки громкости. В большинстве недорогих пультов сигнал, поступающий в наушники, идет из того же источника, что и в мониторы, хотя обычно для них существует отдельный регулятор громкости.

### Кнопка Talkback

Эта кнопка предназначена для того, чтобы звукорежиссер, сидя за пультом, имел возможность говорить с музыкантами, находящимися в студии. Как правило, в пульт вмонтирован микрофон для этой цели. В некоторых пультах на передней панели имеется разъем для подключения микрофона на стойке (gooseneck).

Сигнал с микрофона обычно поступает в наушники музыкантов или в пару небольших мониторов в студии. Бывает, что предусмотрена возможность подключения сигнала с этого микрофона к магнитофону - чтобы записать название песни прямо по ходу записи.

Кнопка Talkback включает микрофон только в нажатом положении. Это сделано специально, поскольку большинство звукооператоров и звукорежиссеров время от времени высказывают свое мнение о клиентах, и это не всегда бывает в вежливой форме.

### Консоли типа "in-line"

Уже было рассказано о мониторинге в системе "in-line", но многие пульта сконструированы целиком этого типа, а значит, на них нет подгрупп выхода как таковых - только множество входных каналов. Пользователь решает сам, какие из этих каналов будут служить в качестве входных, а какие - в качестве подгрупп, так как они идентичны.

Пульта типа "in-line" позволяют добиться большой гибкости в работе, использовать имеющиеся каналы наилучшим образом, но с ними не слишком просто работать, и производители не облегчают задачу (многие из них имеют свою собственную, уникальную систему).

### Автоматизация

Еще совсем недавно это понятие применялось только на лучших профессиональных студиях. Современная технология позволила выпустить автоматизированное оборудование на полупрофессиональный рынок по достаточно доступным ценам. Основная форма автоматизации - простое выключение (заглушение) канала по команде МИДИ-секвенсера. Это не только позволяет отключить каналы, которые в данный момент не задействованы (что уменьшает шум), но также позволяет разделить сигнал и послать его одновременно по двум каналам (выключение используется для того, чтобы выбрать один из них). Например, на одном треке записаны вокал и соло-гитара. Если разделить сигнал и обработать вокал и гитару отдельно друг от друга в разных каналах, то потом в нужный момент возможно переключать каналы (экономит треки). Точно также можно поступить с изменением уровня (т.е. переключать каналы, в которых все идентично, кроме уровня сигнала).

### Технические характеристики

Микшерный пульт является центром студии. Через него проходят все сигналы. Пульт должен иметь хорошую частотную характеристику, минимальные искажения и шумы. Слабое место недорогих пультов - входные микрофонные усилители (шумят, причем уровень шума повышается при повороте ручки gain в сторону увеличения). Это еще больше усугубляется тем, что на недорогих студиях предпочитают пользоваться динамическими и катушечными микрофонами, так как они недорого стоят и просты в

обращении. К несчастью, у них низкая чувствительность, поэтому при записи тихих инструментов (акустические гитары, начинающие вокалисты) требуется прибавлять уровень при помощи ручки "gain", и шум становится настоящей проблемой. Единственный способ решения проблемы - купить один хороший конденсаторный или электретный микрофон, сигнал на выходе которого гораздо больше, чем у динамических.

## Соединения

Процессоры, которые подключаются к микшерному пульта, делятся на две категории, каждая из которых требует разного отношения. К первой категории относятся те процессоры, которые обрабатывают целый сигнал. Ко второй относятся процессоры, которые добавляют часть обработанного сигнала к необработанному, чтобы получить желаемый эффект. Несмотря на то, что обе категории - это процессоры одного вида, я употребляю термин "процессор" только по отношению к тем приборам, которые обрабатывают весь сигнал, и называю словом "эффект" те устройства, которые имеют микс обработанного и "сухого" сигнала. Существует общее правило для определения категории прибора: если устройство имеет цепь временной задержки, тогда это эффект; если нет - то это процессор.

Процессоры: гейты, экспандеры, компрессоры, лимитеры, эквалайзеры, инхансеры, устройства дисторшн. У всех них нет регулятора микса (кроме инхансера, где понятие "микс" применяется по отношению к глубине эффекта).

Эффекты: ревербераторы, цифровые линии задержки, хорусы, флэнджеры, ADT (искусственная двойная дорожка), pitch shifters (устройства сдвига высоты тона). Все они обычно имеют регулятор микса, позволяющий пользователю смешивать обработанный и сухой сигналы внутри устройства. Однако если ручка микса установлена таким образом, что на выходе имеется только обработанный сигнал, то микширование может быть произведено и обычно делается на микшерном пульте.

По этой причине эффект может быть использован либо в соединении с шиной дополнительных эффектов (микширование производится на пульте), либо через точку разрыва (тогда используется собственный регулятор "микс" обработки). Процессор обычно подключается либо в точку разрыва, либо другим образом в линию сигнала. Любая попытка подключить его к шине посылов на обработку влечет за собой массу непредсказуемых и нежелательных последствий. В лучшем случае сигнал, приходящий с обработки, будет выхолощен необработанным сигналом; в худшем случае, фазовые сдвиги могут совершенно испортить тональные качества сигнала.

Если необходимо разделить сигнал и подать его на два входа, то используется простой Y-образный провод или адаптер типа "два-в-один". Это не относится к тем случаям, когда требуется подать два сигнала на один вход. Во избежание искажений и поломки канала это можно делать только путем микширования через пульт, который специально для этого и предназначен.

**ВНИМАНИЕ:** Ни при каких обстоятельствах нельзя соединять выход громкоговорителя усилителя со входом консоли или процессора. Если требуется получить сигнал с выхода громкоговорителя (например, в случаях прямого включения гитары или баса, чтобы сохранить звук усилителя), тогда надо использовать делитель напряжения, чтобы подобрать нужный уровень сигнала.

\*\*\*\*\*

## КОММУТАЦИОННЫЕ ПАНЕЛИ

### Вступление

В студийных условиях постоянно приходится подсоединять и отсоединять различные провода. На задней панели пульта имеются гнезда разъемов, но даже на домашних и небольших полупрофессиональных студиях коммуникация непосредственно через заднюю панель доставляет массу неудобств и потерю времени. Поэтому большая часть разъемов выносятся на отдельную панель, где в дальнейшем и производится вся необходимая коммутация при помощи коротких проводов.

На профессиональных коммутационных панелях применяются надежные миниатюрные разъемы (джеки) и гнезда. Часто они покрыты слоем золота. Это - надежная и гибкая система, но она дорого стоит (отдельные разъемы - около 35 фунтов стерлингов, вся система - несколько тысяч). Полупрофессиональные коммутационные панели базируются на широко выпускаемых пластмассовых гнездах и четвертьдюймовых разъемах (обычно несбалансированных).

Внешний вид панели - это доска с двумя рядами по 16 гнезд, каждое гнездо в верхнем ряду составляет пару с тем, что расположено под ним. Сюда подсоединены входы и выходы студийной аппаратуры. При помощи коротких проводов с джеками можно всегда легко соединить приборы между собой. Чаще всего коммутационная панель используется для получения доступа к микрофонным и линейным входам, входам и выходам процессоров, точкам разрыва. Эта система называется "нормализация".

## Нормализация

### Схема полунормализованных гнезд

"Земля" объединена. Имеется провод или соединитель в цепи (на плате), который "нормализует" два разъема. Он может быть отрезан, если нормализация не требуется. Некоторые коммутационные панели устроены таким образом, что надо просто припаять все кабели к задней части разъемов; но чаще встречаются конфигурации, снабженные разъемами типа "джек" или пятиштырьковыми. Контакты А несут сигнал. Контакты С - заземление. Другой набор контактов - В - имеется только в нижнем ряду гнезд. Эти контакты соединены с проводником, обозначенным на рисунке пунктиром. Проводник нормализует гнезда. Фактически контакт включен только в нижнее гнездо, и правильнее говорить, что панель полунормализована. Если в гнездах нет разъемов, контакт В автоматически (переключается на) контакт А. Таким образом получается, что любой сигнал, поступивший в верхнее гнездо, поступает по цепи и переключающим контактам в нижнее гнездо. Если разъем вставлен в нижнее гнездо, то контакты размыкаются, и сигнал не проходит.

Если на микшерном пульте есть точки "insert", вы можете вывести их на полунормализованную панель. Это избавит вас от необходимости забираться в заднюю панель пульта каждый раз, когда вам необходимо подключить эффект.

Если в гнездах нет джеков, то сигнал по соединительной цепочке и контактам В возвращается в микшерный пульт. Если верхнее гнездо подключено ко входу эффекта, а нижнее - к выходу, то контакт В открывается и все сигналы проходят через эффект, после чего возвращаются на пульт.

В верхнем ряду гнезд нет переключающих контактов. Это сделано затем, чтобы обеспечить удобный способ разделения сигнала. Если вставить провод в верхнее гнездо, цепь не будет прервана, и путь сигнала останется неизменным, но теперь имеется разделенная подача, которую можно обработать и отправить обратно через свободный канал. Пример применения: разделить сигнал, сделать временную задержку одной из его частей (скажем, при помощи устройства цифровой задержки), панорамировать обработанный сигнал в одну часть аудиокартинки, а необработанный - в

противоположную. Если бы не имелось коммутационной панели, то пришлось бы делать это при помощи разделительной коробки или разделительного кабеля.

## Эргономика

Другое основное применение коммутационной панели - собрать все входы и выходы в такое место, чтобы они всегда были под руками. Поскольку выходы посылов на эффекты и возвратов с обработки микшерного пульта становятся частью панели, делается возможным получить такую конфигурацию эффектов, какая требуется. Для этого надо только убрать соединительный провод между гнездами и использовать их в качестве ненормализованных соединителей. (Если провод не будет убран, получится, что все входы и выходы соединяются между собой, когда в разъемах нет джексов. Это может повредить все оборудование).

Существует еще один способ подключения, который достаточно легко реализовать на практике для большего удобства в работе. Он касается ключевого входа (key input), расположенного на задней панели гейтов и компрессоров. Эти гнезда могут быть соединены по-разному, в зависимости от фирмы-производителя. Иногда бывает, что они соединены таким образом, чтобы было возможно ручное управление (ключевым входом), когда разъем вставлен в гнездо. Поскольку вам необходимо в любом случае вставить разъем в коммуникационную панель, то вам придется проститься с мыслью о ручном управлении, хотите вы этого или нет. Чтобы решить проблемы, надо заглянуть в описание гейта и посмотреть, как соединен разъем ключевого входа. Большинство хорошо зарекомендовавшей себя рэковой аппаратуры устроено таким образом, чтобы оно могло работать с коммутационной панелью. Если у вас нет информации, то придется вынести ключевой вход на панель. Не стесняйтесь позвонить на фирму или дистрибьютору и спросить, как вам лучше поступить.

## Соединительные провода

Все соединения должны быть выполнены в виде отдельных экранированных проводов. Для точки разрыва, поскольку расстояние никогда не превышает двух метров, можно использовать экранированный кабель с двумя проводами, один из которых будет приводить сигнал, второй - возвращать. Можно использовать фольгированные экранированные кабели, их легко разрезать и припаять. Можно также воспользоваться коаксиальным кабелем. Все недорогое студийное оборудование устроено так, что точки разрыва соединяются при помощи стереоджека на стороне микшера, поэтому описанный метод наиболее удобен.

Если после установки и подсоединения коммутационной панели вы обнаружили, что ваш микшерный пульт стал возбуждаться, вставьте резистор (примерно 1 кОм) внутрь стереоджека на стороне микшера. (Такая проблема существовала с пультами первых Seek, и описанный способ помог ее решить). Будьте внимательны и не затрагивайте цепи заземления, не подключайте кабель к металлическим частям или основному заземлению. Никогда не подключайте сигналы с громкоговорителей в коммутационную панель.

Ниже приведен список возможных подключений с отметкой, должна ли быть в каждом конкретном случае нормализующая цепь.

Сигнал	Нормализация
Точки разрыва каналов	да
Точки разрыва групп	да
Линейные входы микшера	нет

Линейные входы многокан. магнитофона	да
Линейные выходы многокан. магнитофона	да
Лин. вх. двухкан. магнитофона	да
Лин. выходы двухкан. магнитофона	да
Посылы на эффекты с пульта	нет
Возвраты с эффектов	нет
Входы эффектов	нет
Выходы эффектов	нет
Ключевые входы	см. описание

Существует хорошая практика использовать отдельную коммутационную панель для МИДИ-сигналов, сделанную на основе пятиштырьковых гнезд. То же касается открывающих импульсов (gate pulses) и управляющего напряжения (если вы до сих пор пользуетесь синтезаторами такого типа). Аналогично, микрофонные входы должны быть выведены на стенную коробку (а не на коммутационную панель). Их подключение производится при помощи сбалансированных гнезд и разъемов XLR (если входы пульта сбалансированы).

Совершенно не обязательно выводить на панель каждый сигнал. Важно это сделать с эффектами, посылами и возвратами пульта и точками разрыва.

\*\*\*\*\*

## ЭКВАЛАЙЗЕРЫ

Изначально словом "эквайзер" ("выравниватель") называли прибор, который использовался для частотной компенсации некачественных микрофонов. Другими словами, это регулятор частотной характеристики, позволяющий как исправлять несовершенное звучание, так и создавать совершенно новый звук, если это требуется.

Первые эквалайзеры были довольно простыми устройствами. Как правило, это была одна ручка, при помощи которой можно было вырезать определенную часть высокочастотной составляющей. Первый "серьезный" эквалайзер был изобретен Питером Бэксендалом (Peter J Baxandall). Его эквалайзер предусматривал отдельную регулировку низких и высоких частот, причем можно было делать как усиление, так и ослабление. Регулятор оставался в своем среднем положении, если экваллизации не требовалось.

Как эквалайзер вносит изменения в звучание сигнала? В отличие от ручек громкости и чувствительности, которые просто прибавляют или убирают весь сигнал, не затрагивая его тональной характеристики (то есть все частоты, имеющиеся во входном сигнале, усиливаются или ослабляются в равной степени, и такая цепь имеет ровную частотную характеристику) - в отличие от них эквалайзер усиливает или ослабляет отдельные частоты в большей степени, чем другие. Эквалайзер Бэксендала, например, мог поднять или опустить уровень высоких частот, фактически не внося никаких изменений в низкие.

Уровень ската фильтра выражается в децибелах на октаву. В обработке музыкальных сигналов применяются эквалайзеры с крутизной спада 6 дБ на октаву и 12 дБ на октаву. Для вырезания сверхнизких и сверхвысоких частот применяются фильтры с большей крутизной спада (24 дБ на октаву, non-shelving). Такие фильтры называются "hi-pass" и "low-pass". Они имеются на большинстве микшерных консолей, а также в аппаратуре hi-fi.

## Полосовые фильтры

Они также называются bell curve equalisers (дословно - "кривая в виде колокола") и работают только в определенной полосе частот. Таким образом, частоты, лежащие выше

или ниже, остаются незатронутыми.

Если разделить среднюю частоту кривой на ширину полосы, то получим величину, называемую "Q". Чем больше ее значение, тем острее фильтр. Существуют фильтры с величиной Q, равной полутону. Так как эти фильтры влияют только на определенную полосу частот, они применяются для регулирования середины частотного диапазона (может использоваться несколько фильтров). В простом эквалайзере ширина полосы и средняя частота обычно имеют фиксированное значение. В этом случае можно изменять только величину усиления или ослабления средней частоты.

На некоторых консолях есть возможность переключения характеристики фильтров низких и высоких частот между плавным подъемом/спадом и полосовым фильтром. Эта возможность дает хорошие результаты. Например, средняя частота секции басов равна 80 Гц, что позволяет добавить атаки (мощи) бас-гитарами и бас-барабанам. Чтобы сделать это, надо поднять только эту частоту, а не поднимать все низкие частоты вместе. Обычно максимум усиления и ослабления частот в музыке лежит в пределах 12-15 дБ. Дальнейшее усиление на выбранной частоте может вызвать искажения. Иными словами, в этом случае возможности усиления превысят возможности аппаратуры. Некоторые разработчики эквалайзеров делают диапазон ослабления большим, чем диапазон усиления, так как большое ослабление не вызывает таких проблем.

### Графические эквалайзеры

Можно управлять всем частотным диапазоном путем применения нескольких полосовых фильтров, конструктивно собранных в одном корпусе. Каждый из этих фильтров будет настроен на определенную частоту. В этом и состоит основа графического эквалайзера. Отдельные фильтры размещены (на расстоянии) либо в октаву, либо в пол-октавы, либо в треть октавы таким образом, чтобы когда все они находятся в состоянии усиления (или все в состоянии ослабления), частотная характеристика была ровная. (перехлест по частотам). Движки обычно имеют (отметку), которая позволяет легко определить среднее положение. Также обычно в качестве фильтров самых высоких и самых низких частот применяются фильтры плавного нарастания и спада. Диапазон регулировки, как правило, ограничен 15 дБ.

Эквалайзер имеет название "графический" потому, что примененные в нем движковые регуляторы (вместо ручек) своим положением показывают частотную характеристику выходного сигнала.

### Параметрический эквалайзер

Sweep equaliser ("разворачивающийся эквалайзер"). Эти эквалайзеры предлагают более гибкий подход к регулировке. В них есть возможность настройки фильтра на конкретную часть аудиоспектра. Обычный параметрический эквалайзер средних частот может перестраиваться в диапазоне от 200 Гц до нескольких килогерц. Этот тип эквалайзеров применяется в большинстве недорогих консолей (вместе с эквалайзерами Бэксендала для высоких и низких частот).

Может быть два параметрических эквалайзера на один канал.

Ширина полосы ("Q") таких эквалайзеров выбрана не слишком большой (чтобы не затронуть слишком широкий диапазон частот), но и не слишком маленькой (в этом случае при усилении звук становится резким). На самом деле для разных исходных звуков должна подбираться своя ширина полосы. Например, при записи электрогитары при помощи микрофона может иметься призывок, вызванный резонансом помещения (скажем, на частоте 500 Гц). Для устранения этого призывка надо выбрать значение Q таким, чтобы ослабление касалось только частот, находящихся близко к 500 Гц. Но когда надо сделать

усиление всех средних частот в целом, то ширина полосы должна быть достаточно большой.

Некоторые не слишком дорогие пульты имеют возможность переключения значений Q (обычно - два положения, одно из которых соответствует узкой полосе, второе - достаточно широкой). Работать с таким эквалайзером удобнее. Он называется "параметрический" (parametric), так как все важные параметры доступны пользователю для регулировки: уровень усиления, ослабления, средняя частота, на которой происходит регулировка, ширина полосы.

### Цифровые эквалайзеры

Существует несколько цифровых эквалайзеров, и пока не утих спор о том, действительно ли их тональные качества (возможности частотной коррекции) или отношение сигнал/шум лучше, чем у аналоговых приборов. Так или иначе, но возможности цифровых эквалайзеров много больше, так как в них можно моделировать характеристику фильтров при помощи математики (что невозможно сделать в аналоговом приборе). Далее. Гибкость цифрового эквалайзера ограничена только программным обеспечением, так что возможно создать (по крайней мере в теории) один цифровой эквалайзер, который будет повторять в точности все известные эквалайзеры, когда-либо созданные. Возможно также делать крутизну спада фильтров очень большой. Уже существуют и широко применяются (anti-aliasing filters - фильтры) - в цифровой записывающей и воспроизводящей аппаратуре.

### Технические параметры

Технические параметры эквалайзера чрезвычайно важны. Требуется не только иметь широкий диапазон частот работы эквалайзера (по всему аудиоспектру), но и частотная характеристика эквалайзера должна быть достаточно ровной, когда все ручки находятся в среднем положении. Немаловажным фактором является низкий уровень шумов, так как усиление в области высоких частот подчеркнет имеющиеся шумы - как те, что имеются во входном сигнале, так и те, что имеются в цепи.

В последнее время придают много значения фазовым характеристикам эквалайзера, так как все они в той или иной мере сдвигают фазу, и между гармониками на разных частотах возникают небольшие временные задержки. Это сильно влияет на субъективный звук эквалайзера и объясняет, почему некоторые эквалайзеры "звучат" хорошо (в музыкальном смысле), в то время как эквалайзеры с такими же значениями в технической документации звучат хуже. Мы не будем сильно вдаваться в эту область, но надо помнить, что если эквалайзер сдвигает фазу мягко и по нарастанию, это лучше для музыкального восприятия (хуже - когда сдвиги фазы идут неожиданно и в виде пиков).

Следующий фактор - диапазон регулировки. Как уже было сказано выше, он обычно составляет плюс/минус 12 или 15 децибел. Как правило, больше и не требуется.

Но важно убедиться (в особенности когда покупаешь sweeper equaliser), что его нижняя секция или нижняя середина средних частот может перестраиваться от 100 до 250 Гц. На многих недорогих пультах эта область регулируется одной ручкой (чего бывает недостаточно). Возможность регулировки в этой области частот бывает необходима, например, для компенсации "бокового эффекта" микрофонов, которые поставлены вплотную к инструментам (в особенности это касается барабанов). В этих случаях обертоны, придающие звуку бочковатость, появляются как раз в области нижней середины.

### Подключение

Как правило, используются эквалайзеры, встроенные в микшерный пульт. Но если есть необходимость подключить внешний эквалайзер, это можно сделать через точку разрыва канала или группы. Редко, но все же бывает, что требуется обработать эквалайзером весь микс; тогда вам потребуется стереоэквалайзер. Его следует подключить к точкам разрыва главного входа (main stereo insert points - если такие точки есть на пульте), или подключить между правым и левым главными выходами пульта и двухканальным студийным магнитофоном (мастером). Так как эквалайзер скорее относится к процессорам, нежели к эффектам, то не следует его подключать через шины обработок.

Помните, что если вам не требуется произвести частотную коррекцию в конкретном канале, всегда лучше нажать кнопку "bypass" (если такая есть). В этом случае сигнал не будет проходить через цепь, через которую не требуется. Это сокращает путь сигнала, а значит, позволяет добиться большей чистоты сигнала. Большинство современных пультов построены с учетом такого подхода.

## Применение

Эквалайзеры - необходимая часть любой студии, но помните, что всегда надо стараться получить максимально совершенный сигнал от источника. В этом случае вы будете использовать эквалайзер для того, чтобы сделать звук еще лучше, а не затем, чтобы радикально его менять (если только нет особой задачи создать совершенно ненатуральное звучание). Если вы хотите иметь естественный звук инструментов, вы не сможете этого добиться одним эквалайзером, если звук от источника - плохой.

Проще всего работать с эквалайзерами Бэксендала (фильтрами плавного спада и подъема). Они, если можно так выразиться, имеют очень мягкий и музыкальный характер. Даже если к ним добавлена ручка управления средними частотами, работа все равно происходит почти инстинктивно. Параметрические и sweeper эквалайзеры менее легки в обращении.

Как правило, если установить sweeper эквалайзер на максимум усиления и начать (просматривать) частотный диапазон, вам легко будет найти ту область, которая требует регулировки. Даже если в конце концов вы решите, что здесь надо ослабить, а не усилить. Такой способ работы позволяет легко идентифицировать посторонние шумы или призвуки, которые следует устранить. Найдя эту область, вам легко будет на слух подобрать уровень усиления или ослабления.

При работе с параметрическим эквалайзером можно использовать этот же подход, но прежде надо установить величину Q в среднее положение. После чего можно изменять эту величину, чтобы добиться требуемого результата.

Кстати, стоит заметить, что человеческое ухо гораздо сильнее реагирует на усиление, чем на ослабление. Поэтому, если вы установите очень высокое значение Q и добавите усиление, то инструмент будет звучать неприятно, звук будет выхолощен. Но если здесь применить ослабление, то результат получится мягким, хорошо звучащим. Из этого следует, что усиление при высоком значении Q должно применяться умеренно (кроме тех случаев, когда умышленно достигается искусственное звучание - например, искаженный "телефонный" голос можно получить путем усиления в области 1 кГц).

## Частоты, которые полезно помнить

Сеть (питание) шумит на частоте 50 Гц (и умножается). Для устранения этого надо убрать частоты 50 и 100 Гц при помощи параметрического эквалайзера, ширина полосы которого достаточно узка. Тогда это не повлияет заметно на общий звук, но устранил шумы сети. Графический эквалайзер (треть октавы) тоже применим в этой ситуации, но остальными

типами эквалайзеров лучше для этого не пользоваться, так как они имеют слишком широкую (зону влияния) и регулировка может серьезно изменить звук бас-гитары.

Нижние частоты бас-гитары и бас-барабана лежат в области 40 Гц и менее. Чтобы придать этим звукам мощь (атаку), регулируйте частоту 80 Гц. Многие современные микрофоны, разработанные для барабана, имеют небольшой пик на этой частоте, что позволяет добиться хорошего, густого звука.

Нижняя частота электрогитары - 80 Гц. Для устранения бочковатости надо вырезать частоту 200 Гц; для устранения неприятного резкого призвука - ослабить в районе 1 кГц. В любом случае, sweeper эквалайзер надо настраивать на слух. Чтобы добиться высокого резкого звука, используйте фильтр плавного нарастания и спада (hi shelving control). Можно также поэкспериментировать с bell equaliser (6 кГц - 10 кГц). Чтобы "добавить яду", сделать "жалящим" звучание рок-гитары, просмотрите область от 1.5 кГц до 4 кГц, найдите нужную частоту и убирайте ее до тех пор, пока атака не станет такой, как нужно.

Основная проблема с акустическими гитарами, как правило состоит в том, что они звучат бочковато (из-за неподходящих микрофонов, положения микрофона, акустических характеристик помещения - или просто из-за того, что инструмент плохой). Для исправления этого недостатка можно использовать sweeper equaliser: область "вредной" частоты обычно находится между 200 Гц и 500 Гц; ее надо вырезать. Усиление в области нижней середины скорее всего сделает звук резким, поэтому всегда лучше применять верхний фильтр плавного нарастания и спада, если требуется придать звуку гитары особую яркость.

Вокал также занимает большую часть частотного диапазона, при этом область 2-4 кГц регулируется для улучшения артикуляции. Стремитесь по возможности избегать большого усиления, так как естественное звучание голоса может быть потеряно. Пользуйтесь верхним фильтром плавного спада и нарастания для придания голосу яркости, если нужно; bell equaliser здесь вряд ли применим.

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

## ЭНХАНСЕРЫ

### Вступление

Эксайтеры и энхансеры используются для того, чтобы изменять тональные качества звука. Но, в отличие от эквалайзера, который просто усиливает или ослабляет частоту, имеющуюся в сигнале, энхансеры могут создавать новые гармоники.

Открытие было сделано американской компанией Arhex. Они разработали прибор под названием Aural Exciter. Название "эксайтер" защищено авторским правом, поэтому другие производители обычно называют свои приборы "энхансер" (часто с добавлением "психоакустический").

В энхансере используется средняя и верхняя составляющая входного сигнала для генерации управляемых искажений, что приводит к созданию новых гармоник. Если эти гармоники в небольшом количестве подмешать к необработанному сигналу, это сделает его более ярким, громким и чистым. Может показаться парадоксальным, что добавление искажений делает сигнал чище, но это происходит на самом деле. Регулируемый фильтр высоких частот подает часть входного сигнала в цепь генератора гармоник. Можно менять частоту фильтра от 2 кГц до 6 кГц и выше (в зависимости от модели). Сигнал подается в специальную цепь, где происходит создание новых гармоник. Происходят также неизбежные фазовые сдвиги (в результате работы высокочастотного

фильтра), которые значительно влияют на конечный результат. На выходе генератора гармоник стоит компрессор.

Важно правильно подобрать время атаки компрессора, и гармоники обогатят звучание инструментов (в особенности тех, для которых важно показать переходный процесс - барабаны, струнные инструменты при технике игры пиццикато).

## Возможности

Существуют моно и стерео энхансеры. Управление сходно. Уровень сигнала отображен на дисплее, есть регулятор "drive", при помощи которого подбирается необходимый уровень. Пользователь решает, на какую часть аудио спектра должны влиять гармоники - только на верхний край или вниз до середины. В случае с полным стереомиксом бывает достаточно добавить немного яркости тарелкам или дыхания - голосу. Если же вы хотите изменить звук только одного малого барабана, то тогда нужно влиять на большую часть спектра. Фильтр в этом случае должен быть установлен на более низкую частоту.

Частота фильтра 3 кГц приведет к созданию гармоник 6 кГц (вторая гармоника от 3 кГц) и выше. Несмотря на то, что баланс четных и нечетных гармоник может быть в разных моделях энхансеров своим, считается, что четные гармоники звучат наиболее музыкально.

Большинство энхансеров имеют переключатель "bypass", что позволяет напрямую сравнить обработанный сигнал с необработанным. Также есть ручка "mix", которая смешивает небольшую порцию сигнала, обогащенного гармониками, с необработанным сигналом. Это должно происходить внутри устройства (а не через петлю посылы на эффект, как это обычно бывает с традиционными проборам), так как гармоники должны добавляться к необработанному сигналу в правильной фазе. Если производить добавление гармоник на микшерном пульте, это может привести к фазовым сдвигам между сигналами (что тоже употребляется в некоторых случаях).

В других эффектах ручку "mix" можно установить в положение "effect only" (только обработанный сигнал), в энхансере этого сделать нельзя. Вообще, энхансер не может считаться эффектом, это скорее процессор, и он должен подключаться в линию сигнала (через точку разрыва).

## Установка параметров

После включения в линию и подачи аудиосигнала на вход энхансера нужно отрегулировать уровень входного сигнала при помощи ручки "drive" так, чтобы индикатор показывал максимум только в пиках (малый барабан в поп-музыке). Если прибавить уровень микса, то можно будет слышать, как влияет ручка фильтра на выход новых гармоник. Когда положение ручки фильтра будет подобрано, уровень микса можно уменьшить. В этом случае в сигнал будет подмешиваться только необходимое количество гармоник. Если вы обрабатываете стереосигнал, оба канала должны быть отрегулированы одинаково.

При правильном использовании энхансеры могут придать окраску профессиональности даже домашним записям. Надо стараться делать это в меру, не перегрузить звучание. Человеческое ухо быстро привыкает к уровню яркости сигнала, поэтому не удивляйтесь, что музыка, обработанная при помощи энхансера, вчера в конце рабочего дня звучала превосходно, а сегодня наутро вы обнаружили, что в ней слишком много хрипов или она невозможно яркая. Полезно почаще выключать энхансер из линии, чтобы легче почувствовать перспективу. Лучше не включать его вообще до момента финального сведения.

Следите также за шумами на заднем плане (background noise). Энхансер может не только

добавить блеск и определенность вашей музыке, он делает это и с шумами, поэтому старайтесь, чтобы сигнал, который идет на энхансер, был максимально свободен от шума. Не делайте больше обогащения сигнала, чем нужно.

Нужно аккуратно устанавливать ручку частоты. частота не должна быть слишком низкой для того типа сигнала, который подвергается обработке, иначе будет слишком много резких звуков в тех сигналах, которые и без того звучат достаточно сильно. Энхансер лучше всего использовать для того, чтобы добавить немного яркости верхнему краю. В особенности нужно быть осторожным, если в миксе есть много гитар с искаженным звуком ("дисторшн").

## Применение

Всегда есть искушение пропустить через энхансер целый микс, чтобы он зазвучал более живо. Но это не всегда следует делать. В тех случаях, когда мастер-лента не слишком качественна, или вы собираетесь делать много копий на кассетах, тогда вам действительно нужно применить энхансер для компенсации потерь верхних частот. Но если таких проблем нет и ваш микс звучит хорошо, то не следует добавлять энхансер: вы мало что выиграете, напротив, будет слышно некоторое напряжение.

Энхансер может быть применен на этапе микширования для того, чтобы добавить в аудиокартинку контраст. Если вы сделаете звук одних инструментов более ярким, а остальные оставите необработанными, то результат будет звучать ярко и живо, а ваши уши не будут уставать так скоро. Если же сделать ярким весь микс, то иммунитет к яркости разовьется очень быстро.

Сначала нужно обогатить гармониками звучание тарелок (и даже всей ударной установки), потом акустической гитары и, конечно же, вокала. Это можно сделать путем создания стереоподгруппы (собрать в нее все треки, требующие вмешательства энхансера), и в разрыв подгруппы включить процессор. В этом случае даже запись, сделанная не самыми лучшими микрофонами, зазвучит впечатляюще, определенно, и вокал станет более близким и интимным.

Можно также использовать энхансер, чтобы оживить и сделать более ясным звучание синтезаторов и сэмплеров, которые не имеют достаточной полосы. Например, стрингс зазвучат совсем по-другому, с новой глубиной. Если вы когда либо работали с пианино Fender Rhodes, вы обнаружите, что энхансер придает ему атаку, которой ему всегда не хватало. Синтезированные и настоящие духовые инструменты также могут быть обработаны с помощью энхансера: это придаст им резкую атаку, которая бывает только у хорошо записанной живой духовой секции. Как и в случаях с другими процессорами сигналов, эксперимент - лучшее, что вы можете сделать.

Баобарабан и малый барабан, в звучании которых не хватает щелчка, могут выиграть от применения энхансера, которых уплотнит звук. Именно здесь вы можете установить низкую границу для фильтра. В особенности хороший эффект возникает при обработке малого барабана.

Кроме описанных случаев придания живости хорошим записям, энхансер часто употребляется для улучшения звучания старых мастер-лент и просто плохих записей. Для этого он ставится после динамического шумоподавителя (dynamic noise filter) и восстанавливает потери верхних частот, которые возникают в процессе работы фильтра или из-за возраста ленты.

## Разновидности энхансеров

Существуют энхансеры, которые прямо не добавляют новых гармоник, но проводят динамическое выравнивание и сдвиг фазы сигнала. На практике это означает, что в сигнал добавляются усиленные верхние частоты. Сдвиг фазы обуславливает то, что субъективное восприятие работы такого устройства ничем не отличается от результатов обработки привычного энхансера. Одно преимущество этой системы состоит в том, что когда на входе нет сигнала или он слишком мал, то никакой обработки не происходит, а стало быть, шум в тихих пассажах и паузах не усиливается.

\*\*\*\*\*

## КОМПРЕССОРЫ И ЛИМИТЕРЫ

Современная поп-музыка записывается со строгим контролем над динамикой инструментов и вокала. Под динамикой подразумевается разница между самым тихим и самым громким звуком инструмента, голоса или всей песни.

Ритм-секция имеет большую роль в современной музыке. Но послушайте барабаны в любой поп-песне: не правда ли, их уровень почти одинаков на протяжении всей композиции, нет никаких полутонув. Именно поэтому иногда трудно отличить в записи звук ритм-машины от настоящих ударных, синтезированный бас от "живой" бас-гитары.

Такой подход к ритм-секции в свою очередь диктует условия остальным инструментам. Если в динамике должны быть полутона, они создаются в миксе путем "пр сваливания" или "вытаскивания" инструментов, а баланс инструментровки не изменяется.

Если послушать песни, обычно не попадающие в Топ 40, то иногда можно найти более естественное звучание. Обычно передать полный динамический диапазон удается тем музыкантам, которые поняли возможности компакт-диска и сумели употребить их на благо своей музыки. Но и здесь вряд ли есть настоящая, истинная динамика (если это, конечно, не запись фолк-музыки или оркестра, выполненная настоящим пуристом). Даже новейшая цифровая запись не в состоянии передать полной динамики, которую воспринимает человеческое ухо. Поэтому для практических целей при записи всегда применяют долю компрессии (сжатие динамического диапазона).

Компрессия всегда используется при записи вокала. Неопытный вокалист обычно поет с большими перепадами в динамике, в результате некоторые слова тонут в общем звучании музыки, а другие, наоборот, слышны слишком громко. Ритм-машины и синтезаторы, напротив, имеют ровную динамику, и компрессия по отношению к ним применяется редко. Что касается живых инструментов, понятно, что возможность сжатия динамического диапазона в регулируемых пределах очень важна.

### Управление усилением

До появления компрессора для регулировки динамического диапазона применялся способ под названием "gain riding". Регулировка производилась вручную. Инженер микширования все время держал руку на фейдере, пытаясь предвосхитить и отрегулировать уровень слишком громких и слишком тихих мест в записи. Если регулировка производится опытным инженером, который хорошо знаком с динамикой записываемой музыки, тогда процесс сжатия динамического диапазона становится относительно простым. Хотя имеются проблемы. Процесс требует безраздельного внимания инженера, а значит, остальные аспекты записи останутся в тени. Поэтому иногда для такой работы привлекают чуть ли не весь штат студии, в особенности когда записываются сразу несколько голосов и инструментов, динамикой которых требуется управлять индивидуально.

К тому же существует человеческий фактор. Человек не может реагировать моментально на резкие пики громкости. Поэтому регулировка часто бывает запоздалой.

## Электронная регулировка

К счастью, уже на первых этапах развития звукозаписи появился электронный компрессор. Он работает по той же схеме, что и инженер звукозаписи, то есть постоянно отслеживает сигнал и регулирует его громкость, но он делает это куда более быстро и точно. Вместо руки,двигающей фейдер, имеются усилители, управляемые напряжением (VCA, voltage controlled amplifiers). Также возможно производить эту операцию цифровым способом.

В зависимости от конструкции, компрессор может уменьшать уровень громких сигналов, увеличивать уровень тихих сигналов или делать и то, и другое сразу. Большинство компрессоров работают по системе "точка перегиба" - то есть сигналы, имеющие уровень ниже конкретной точки, не подвергаются компрессии. Точка устанавливается регулятором "threshold"; момент, когда сигнал превышает установленный уровень, отображается на индикаторах. Выше этого уровня происходит уменьшение усиления сигнала.

Величина компрессии устанавливается регулятором "ratio" ("соотношение"). Изменяется входной сигнал, и это вызывает изменение сигнала на выходе. Отношение компрессии 2:1 означает, что изменение уровня входного сигнала на 2 дБ вызовет изменение уровня выходного сигнала только на 1 дБ. На практике именно такое отношение применяется для большинства случаев, хотя иногда приходится устанавливать более высокие величины компрессионного отношения. Если оно установлено, скажем, в пропорции 20:1 и больше, то получается режим ограничения. Это значит, что если на входе появляется сигнал, превышающий установленный уровень, то сигнал на выходе практически не будет усилен. Многие компрессоры имеют возможность регулировки величины компрессионного отношения в достаточно больших пределах и могут служить в качестве ограничителей (лимитеров). Отсюда двойное название - "компрессор/лимитер".

Абсолютное ограничение должно иметь отношение "бесконечность:1", но на практике величины отношений больше, чем 20:1, производят такой же эффект.

Причины, по которым применяют ограничение, отличаются от тех, что требуют компрессии. Большое ограничение легко определяется на слух. Только в тех случаях, когда сигнал вообще не должен превышать определенный уровень, применяют лимитер. Например, это делается для защиты радиопередатчика, так как сверхбольшие модуляции вызывают разрушительные последствия. Также ограничение применяется в цифровом магнитофоне, так как в нем нет уровня выше "0 VU". В концертной работе также применяются лимитеры - для предотвращения такого режима работы усилителей мощности, когда гармоники, ими создаваемые, могут разрушить высокочастотные динамики.

Лимитер должен реагировать на изменение уровня быстрее, чем компрессор. Иными словами, время атаки должно быть меньше. В ситуациях, когда требуется получить абсолютное ограничение, применяется лимитер с цепью отсекания (clipping circuit), которая успевает остановить пики, слишком краткие даже для лимитера. Clipper (отсекатель) работает не так тонко, как лимитер: вместо управления уровнем сигнала он просто обрубаёт верхушку огибающей сигнала, который пытается превысить уровень ограничения. В комбинации с быстрым лимитером такие периоды ограничения могут быть очень короткими. Исследования показали, что если они не превышают 1 мс, то это не заметно на слух.

### Время атаки и время восстановления

Как инженер в студии, так и компрессор нуждается в некотором времени, чтобы отреагировать на динамические пики в музыкальном материале. Для компрессора это

время значительно меньше. Современная техника позволяет ослабить сигнал так быстро, что он не успеет превысить определенный уровень. Однако такое быстрое действие не всегда нужно.

Время, которое требуется компрессору, чтобы отреагировать на превышение уровня сигнала, называется временем атаки. По причинам, которые мы сейчас рассмотрим, оно устанавливается вручную. Регулятор времени восстановления тоже находится на передней панели (release time - время, за которое компрессор возвращается в состояние обычного усиления после того, как сигнал упал ниже уровня точки перегиба).

Компрессор уменьшает уровень любого сигнала, которые выше уровня точки перегиба. Вследствие этого выходной сигнал меньше, чем тот, что поступил на вход. Для того, чтобы сделать это уровень достаточным, введена стадия восстановления.

Есть индикатор, показывающий количество компрессии в любой момент времени. В более сложных компрессорах могут быть индикаторы для входных и выходных сигналов.

Время атаки и затухания зависит от музыкального материала, поэтому их можно изменять. Например, мощный бас-барабан в полной аудиокартинке (миксе) вызовет компрессию всего, что имеется; в результате все верхние частоты, тихие звуки (например, хай-хэт) тоже будут звучать тише. Это сделает звучание музыки глухим, неразборчивым. Чтобы избежать этого, надо немного увеличить время атаки, чтобы компрессор не успевал сработать моментально. Он пропустит начало сигнала (включая атаку хай-хэта), не уменьшая его уровня, после чего наступит компрессия; это придаст звуку энергию.

Такой способ часто применяется при записи бас-барабанов и бас-гитар: начальная атака должна проходить без ослабления. Это значит, что сигнал на короткое время все же превышает установленный уровень, но перегрузки и искажения не заметны на слух. При работе с цифровыми магнитофонами и в других случаях, когда требуется, чтобы перегрузок не было, на пути сигнала ставят отдельный лимитер, который отслеживает пики.

Очень важно правильно установить время восстановления. Если оно слишком коротко, то будет слышно, как срабатывает компрессор (послушайте ранние синглы группы The Who и обратите внимание на звучание тарелок). И наоборот: если время восстановления слишком большое, компрессор может не успеть вернуться в нормальное состояние до того, как следующий тихий сигнал появится на его входе, и этот сигнал будет "поджат" больше, чем требуется.

Другая проблема возникает, если время атаки и время восстановления - слишком короткие. В этом случае низкочастотные звуки подвергаются искажению, так как происходит компрессирование на каждом цикле сигнала (вместо того, чтобы регулировать амплитуду всей огибающей). Для предотвращения этого в некоторых компрессорах есть регулируемое время отпирания (время прохождения сигнала): компрессор не может перейти в фазу восстановления прежде, чем истечет время отпирания (обычно - 50 мс; может быть больше).

## Side-Chain

Следует отметить, что почти все компрессоры имеют свой характерный звук, даже если их работа основана на одинаковом принципе. Характерное звучание компрессора зависит от того, как реагирует цепь side-chain (управляющая цепь) на изменение уровня входного сигнала. В управляющей цепи включается фильтр для выбора частот, на которых должен сработать компрессор. Применение фильтра обусловлено тем, что человеческое ухо воспринимает сигналы разной высоты как сигналы с разным уровнем. Управляющая

цепь может быть настроена таким образом, что реагирует на максимальные (пиковые) значения сигнала или управляет компрессией по среднему значению изменения уровня входного сигнала. Это различие также заметно на слух.

Side chain "слушает" сигнал, который подвергается компрессии. Боковая цепь может быть соединена с точкой разрыва или с ключевым входом (key input), чтобы иметь возможность подключения другого процессора или чтобы подать сигнал с другого источника.

Доступ к side chain делается для подключения эквалайзера и других устройств через разъем (перемычку) на задней панели. Примеры применения: для фильтрации при помощи внешнего эквалайзера подавить все низкие частоты, поступающие на вход side chain, компрессор должен реагировать только на громкие звуки. Так работает де-эсер (устраняет свистящие и шипящие согласные в вокальной партии). Эквалайзер пропускает только те частоты, что составляют свист и шипение, тем самым управляя выходом фильтра. Настройка (выбор части аудио-спектра, на которую надо повлиять) производится на слух. Чтобы это было легче делать, большинство компрессоров (и гейтов) имеют переключатель side chain listen switch, позволяющий услышать в мониторах управляющий сигнал боковой цепи.

Side chain также используется для управления компрессором от другого сигнала (уровень внешнего сигнала будет влиять на степень компрессии). Например, аккомпанемент поступает на вход компрессора, а вокал - на вход side chain; тогда уровень вокала будет влиять на уровень громкости аккомпанеента, и голос будет хорошо слышен. В тех местах, где вокальная партия отсутствует, уровень громкости аккомпанеента возвращается на исходную величину. Скорость возврата регулируется ручкой "release time". Эта техника часто используется диск-жокеями и называется "ducking". Если вы хотите применить ее в работе, вам потребуется микшер с микрофонным входом, выходной сигнал с канала (или из точки разрыва) подается прямо на вход side chain компрессора. (Вход side chain большинства компрессоров работает только с линейными сигналами, поэтому сигнал с микрофона должен быть усилен перед тем, как он станет управляющим для компрессора).

### Soft Knee

Большинство компрессоров работает по принципу точки перегиба. Но существует еще один тип, который тоже получил распространение. Он работает на основе "soft knee", или "over-easy": компрессия применяется ко всем сигналам вне зависимости от их уровня, но компрессионное отношение мало для слабых сигналов и автоматически увеличивается с увеличением уровня. На передней панели такого компрессора имеется всего один регулятор, устанавливающий уровень компрессии. Регуляторов времени атаки и восстановления может не быть (зависит от конкретной модели). Считается, что этот тип компрессора имеет более мягкий звук, чем тот, что работает с точкой перегиба. К тому же он проще в управлении.

### Встроенные гейты

Поскольку компрессор не отличает полезный сигнал с низким уровнем от шумов с таким же уровнем, то он имеет свойство подчеркивать эти шумы, переходя в режим максимального усиления во время тихих пассажей или пауз в вокальной партии. Для борьбы с этим в современных компрессорах встроены простые гейты или экспандеры, позволяющие заглушать сигнал в такие моменты. Встроенный гейт обычно имеет только регулятор точки перегиба и индикатор, показывающий, когда гейт заперт. Время атаки и восстановления, как правило, запрограммированы (во внутреннюю память (пресеты)) или связаны электронным образом с аналогичными параметрами компрессора.

Более полное описание гейтов и способов их применения будет сделано в следующей главе. Здесь только надо отметить, что точка перегиба гейта должна быть выбрана достаточно низкой, чтобы отрезался только шум, а тихие музыкальные пассажи проходили (не заглушались). Такая установка имеет значение в основном при работе с несколькими отдельными дорожками внутри микса, когда общий микс имеет лишь несколько моментов полной тишины, во время которой компрессор должен работать так, чтобы его не было слышно.

При компрессии сигналов, уже записанных на ленту, возникает проблема шума, так как компрессор поднимает шумы ленты. Поэтому принято компрессировать вокал при записи, чтобы потом иметь возможность работать с его динамикой. Можно добавить компрессии на этапе микширования, но надо учитывать шумы ленты.

Основное правило здесь такое: каждый децибел компрессии - это децибел ухудшения сигнала до уровня шума.

### Варианты компрессоров

Не все компрессоры работают по описанному методу, и ручки управления у них отличаются. Альтернатива изменяемой точке перегиба - компрессор с фиксированной точкой, изменяется входная чувствительность. Эффект получается такой же, как в варианте с изменяемой точкой перегиба и постоянным (фиксированным) усилением входного сигнала (регулятор усиления выходного сигнала должен управлять общим усилением сигнала при прохождении через компрессор).

Выше уже было сказано, почему компрессор может делать звук менее отчетливым (за счет ослабления всего сигнала при коротких пиках отдельных инструментов, при этом теряются тихие сигналы с высокочастотной составляющей). Чтобы решить эту проблему, надо использовать компрессор, который разделяет частоты на несколько полос и компрессирует их независимо друг от друга, а затем комбинирует их. Такой компрессор стоит дороже, и управление им сложнее, так как для каждой полосы частот должен быть установлен свой компрессор. Также должен быть изобретен метод, позволяющий менять время атаки и восстановления для каждой полосы, чтобы они дополняли друг друга. Обычно такой компрессор стоит в четыре-пять раз дороже, но он особо хорош при обработке целого микса.

### Соединение

Компрессоры разной конструкции могут поддерживать в течение долгого времени средний уровень сигнала, а также могут компрессировать пики обычным способом. Среди них есть такие, которые определяют время тишины между звуками, и в течение этого периода не производят подтягивания шумов. Эти типы компрессоров стоят дороже, чем те, в которых предусмотрено запирание сигналов с низким уровнем (встроен гейт), так как они обеспечивают более тонкий подход к компрессированию. Такой компрессор, к примеру, может применяться в линии радиопередатчика, обеспечивая постоянный средний уровень сигнала.

В конструкциях недорогих компрессоров в последнее время стали устанавливать автоматическое время атаки и восстановления. В компрессоре есть цепь, анализирующая входной сигнал. Она изменяет время атаки и восстановления в соответствии с параметрами сигнала. Такой компрессор предпочтителен в тех случаях, когда в динамике происходят постоянные изменения, и фиксированные установки не годятся. Например, при игре на бас-гитаре в течение только одной песни могут быть использованы все три типа техники (слэп, игра пальцами и медиатором). Все эти стили исполнения имеют разную динамику, поэтому для компрессирования такой партии

требуется "гибкий" прибор. То же касается всего микса: вряд ли к нему применим компрессор с фиксированной установкой.

Компрессоры всегда включаются в линию сигнала, часто через точку разрыва на пульте. Я отношу их к разряду процессоров. Их не следует подключать через посылы на эффекты, так как эффекты подмешивают обработанную часть сигнала к необработанному; в случае с компрессором обрабатывается весь сигнал, и подмешивания не происходит.

#### Технические характеристики

Влияние технических параметров любого процессора или эффекта на звучание музыки зависит, для какой конкретной цели он применяется. Компрессор должен иметь низкий уровень шумов и искажений, так как он обрабатывает весь сигнал. Ширина полосы (bandwidth) должна быть равной или превышать частоты аудиоспектра (от 30 Гц до 20 кГц и выше). Если компрессор применяется для целого микса, то характеристики должны быть еще выше. Любое несовершенство здесь может сделать звучание песни плохим.

Существуют также тональные свойства, которые не так легко определить по техническим характеристикам. Почти все компрессоры имеют свое собственное звучание (теплое, прозрачное, глухое, энергичное и т.д.). Например, первые компрессоры, построенные на лампах, являются предметом поиска из-за своего мягкого звучания. Компрессоры типа "threshold" отличаются по звуку от компрессоров типа "soft knee" или "over-easy".

В этом смысле компрессоры похожи на микрофоны и громкоговорители: техническое описание говорит о них далеко не все. Для правильного выбора нужно слушать. По этим причинам на студиях обычно бывает несколько компрессоров разных типов. Скажем, обычный компрессор используется для придания энергии звучанию отдельных инструментов; ламповый - для того, чтобы сделать вокал более теплым; модель "soft knee" используется для общего уплотнения звука, так как не изменяет тональные характеристики (или это не так заметно, как у других компрессоров). Многополосный компрессор надо применять в тех случаях, когда идет сведение или монтаж (cutting).

Цифровые компрессоры могут предложить более тонкий подход к управлению динамикой, но даже 16-битовый компрессор пока не сравнялся по прочим характеристикам с лучшими моделями, управляемыми напряжением (VCA). Те цифровые компрессоры, которые уже имеются на рынке, являются комбинацией высококачественных VCA (в пути сигнала) и используют цифровую обработку в цепи side chain. Это представляется наиболее правильным подходом (по крайней мере до тех пор, пока не появятся системы с более высоким разрешением, чем 16-битовые).

#### ПРИМЕНЕНИЕ КОМПРЕССОРОВ

Компрессоры используются как при записи сигнала на ленту, так и при сведении многоканальной записи на мастер.

Единственное различие между компрессором и лимитером состоит в величине компрессионного отношения. Строго говоря, отношение "бесконечность:1" гарантирует, что сигнал никогда не превысит заданный точкой перегиба уровень, но на практике отношение 10:1 имеет тот же самый эффект.

Будьте готовы, что при работе с компрессором вы можете экспериментировать: не только сравнивать модели "threshold" с другими типами, но также сравнивать звучание двух разных компрессоров одной модели, чтобы выбрать, что именно вам подходит для конкретной задачи. Небольшие гармонические искажения ламповых компрессоров, придающие вокалу мягкость, являются причиной того, что многие звукоинженеры

предпочитают именно этот тип компрессора. Важно не допустить перекомпрессии: музыка зависит от динамики, так как динамика позволяет передать эмоциональное содержание. Если совершенно сгладить динамику, сделать один неизменный средний уровень, то получится нечто, что легко записать, но неинтересно слушать.

Ниже приведены варианты установок для компрессоров в зависимости от инструмента, с которым они применяются. Это не четко заданные правила. Окончательное решение остается за вами, так как каждая новая ситуация отличается от предыдущей, и результат определяется на слух.

## Вокал

Обычно используются компрессоры с регулируемым компрессионным отношением либо компрессоры типа "soft knee". Лично я предпочитаю второй тип, так как он позволяет компрессировать сигнал в достаточной степени, но не делает звучание голоса искусственным. Если вы пользуетесь первым типом, следует для начала установить компрессионное отношение 4:1 и затем отрегулировать его более точно на слух.

Обычно не требуется получить резкой атаки в словах. Поэтому время атаки компрессора должно быть быстрым (компрессия начинается сразу). Время восстановления для начала следует установить 0,5 с; время удержания (hold time) должно быть мало или равно нулю. Уровень компрессии зависит от конкретного исполнителя. Как и при работе с другими процессорами сигналов, уровень обработки (в данном случае уровень компрессии) должен быть минимален при хорошем результате. Для поп-вокалистов уровень устанавливается в пределах 10-15 дБ на громких пассажах; опытные вокалисты обычно нуждаются в меньшей величине компрессии.

Если на вокальном треке нет лишних сигналов, то можно использовать экспандер/гейт, встроенный в компрессор, чтобы расчистить паузу между словами и фразами (всегда можно подключить внешний гейт, если в вашем компрессоре такого не имеется). Это делается затем, чтобы компрессор не усиливал шумы в паузах, не делал более слышимыми звуки вдоха, открывания рта, электронный "свист" и т.д., особенно когда требуется большой уровень компрессии.

Принято зависывать вокал с компрессией, но лучше его при этом недокомпрессировать, чем перекомпрессировать. Всегда можно добавить компрессии на этапе сведения, но гораздо труднее на этом этапе устранять недочеты, вызванные излишней компрессией при записи.

Если у вокалиста есть проблемы с шипящими, и смена микрофона и его положения не приводит к исправлению ситуации, тогда при сведении стоит использовать компрессор в режиме де-эсера. Включите эквалайзер в side-chain и сделайте усиление частот в области 4-10 кГц. Это позволит устранить шипение согласных. Но не увлекайтесь: надо делать это так, чтобы они все же звучали естественно, иначе результат работы де-эсера будет легко определяться на слух. Можно подобрать точную частоту, если переключить side-chain в режим "listen" (прослушивание) и настраивать эквалайзер до тех пор, пока согласная не будет максимально слышна. Для этих целей подходят эквалайзеры типа "sweep" и параметрические. Лучше не использовать здесь графический эквалайзер, так как нужная частота может находиться между регуляторами, что делает точное нахождение ее невозможным.

Выбор частоты эквалайзером около 50 Гц поможет устранить "плевки" в записи вокала. Но здесь лучше все же постараться уменьшить "плевки" на этапе записи (при помощи экрана), чем потом пытаться исправить это при сведении.

## Акустическая гитара

Звук гитары с металлическими струнами при компрессировании становится более плотным и ровным. Установки компрессора в основном совпадают с теми, что применяются при компрессировании вокала, за исключением, пожалуй, времени атаки. Чтобы придать звучанию гитары хорошую, звонкую атаку, регулятор должен быть установлен где-то между 10 и 40 мс. Тогда атака каждой ноты и аккорда будет проходить через компрессор неизменной. Кстати, можно создать звучание более яркое, чем на самом деле, путем подключения эксайтера или инхансера к компрессору (см. главу про инхансеры). Как и в случае с вокалом, компрессия добавляется и на этапе записи, и на этапе сведения.

## Бас-гитара

Для бас-гитары, как и для акустической гитары, можно применять компрессоры с изменяемым компрессионным отношением или тип "soft knee" (чтобы подчеркнуть атаку каждой ноты). Время восстановления должно быть подобрано для конкретного исполнителя. Техника игры "слэп" требует много компрессии, и некоторые ноты могут быть очень короткими. Время восстановления должно быть достаточно быстрым; если оно слишком быстро, то установите время удержания (hold time) равным 50 мс (во избежание искажений низких частот). Впрочем, слушайте сами: возможно, вы придете к выводу, что немного искажений не делают звук бас-гитары хуже. Может быть, вам потребуется увеличить компрессионное отношение до 5:1 и больше, чтобы хорошо контролировать громкие ноты. Как уже было сказано выше, если манера игры бас-гитариста меняется на протяжении песни, вам подойдет компрессор с автоматической установкой времени атаки и восстановления.

В медленных вещах и при игре на безладовом басу время восстановления компрессора может быть длиннее (0,5 с и больше), и если не требуется подчеркивать атаку каждой ноты, установите быстрое время атаки, чтобы управление уровнем наступало раньше.

## Электрогитара

Электрогитара - инструмент особый, поэтому лучше сперва представить себе, какой саунд вы хотите получить, а уже потом думать о типе компрессора. Например, гитара с сильно искаженным звучанием ("дисторшн") уже сама по себе имеет ровную динамику, так как цепь "дисторшн" работает, как компрессор. Поэтому скорее всего применять компрессию не потребуется. С другой стороны, чисто звучащая ритм-гитара нуждается почти в такой же компрессии, как акустическая. Установки - те же самые.

Если требуется получить "сустейн", но не применять "дисторшн", то можно использовать компрессор в качестве искусственного сустейна: надо сильно компрессировать входной сигнал, установив быстрое время атаки и время восстановления равным 250 мс. В зависимости от уровня сустейна, который надо получить, компрессионное отношение может быть установлено от 4:1 и выше. Возможно, вы захотите сделать точку перегиба 20 дБ. Когда звук гитары будет затухать, компрессор будет увеличивать усиление, чтобы компенсировать уменьшение уровня; это и создает эффект сустейна. Но помните, что чем больше компрессии вы применили, тем больше вы подчеркнули шумы; поэтому может потребоваться включение экспандера/гейта. (В любой случае, гитара при записи должна располагаться далеко от источника наводок - трансформаторов, мониторов компьютеров и ламп дневного света). Если требуется немного подчеркнуть атаку гитары, то уменьшите время атаки компрессора, подбирая его на слух.

## Синтезаторы

Большинство синтезированных звуков можно записывать без компрессии, но аналоговые

filter sweep звуки с большим количеством резонанса могут содержать пики, сильно превышающие средний уровень, что приводит к искажениям. Обычно компрессионное отношение устанавливается 4:1 и больше; точка перегиба может быть достаточно высока (чтобы компрессировались только пики). На медленных звуках filter sweep можно при помощи вольтметра микшерного пульта видеть, когда происходит пик и насколько он велик.

Сэмплы не требуют компрессии; компрессор применяется для обработки звука перед сэмплированием. Это особо важно, когда требуется сделать кольцо, так как даже ровные звуки могут меняться по амплитуде по причине биений гармоник, и это может помешать сделать петлю (loop) ровным. В этом случае положения регуляторов компрессора должны быть сделаны такими, чтобы соответствовать типу инструмента, который сэмплируется; здесь можно применять больше компрессии, чем делается обычно при записи.

В поп- и рок-музыке ударные инструменты записываются с небольшими различиями в динамике. Компрессия применяется здесь часто, особенно если исполнитель играет недостаточно ровно. В первую очередь это касается бас-барабана и томов; в танцевальной музыке уровень малого барабана также стремятся удерживать на одном уровне. Годится любой тип компрессора. Для начала нужно установить компрессионное отношение от 4:1 до 6:1; время атаки - 10 мс (чтобы подчеркнуть каждый удар); время восстановления должно быть быстрее, чем задержка между ударами (если возможно) - примерно 20-100 мс. После этого установите точку перегиба так, чтобы к тихим звукам применялась меньшая компрессия, чем к громким.

При записи ударной установки сигналы с соседних барабанов проходят на дорожку, поэтому часто для разделения звуков используется гейт. Тарелки обычно не компрессируются, иначе они будут звучать ненатурально (однако это было сделано при записи многих рок-альбомов, чтобы создать эффект высокой энергии).

Когда для создания эффекта "больше-чем-на-самом деле" используется внешний микрофон (в помещении с реверберацией), компрессируется его выходной сигнал. При использовании гейта с таким микрофоном (для создания популярного "обрезанного" звука барабанов), то большая компрессия обеспечивает отсутствие затухания до того, как закроется гейт.

Некоторые инженеры всегда компрессируют окончательный микс, в то время как другие даже не пытаются этого делать. Преимущество компрессии здесь состоит в том, что средний уровень громкости песни увеличивается, происходит некоторая "накачка", которая создает впечатление энергии и возбуждения. При увеличении среднего уровня громкости песня звучит громче, хотя пики остаются теми же, что и были. Компрессия микса применяется при продюсировании песен для радио, чтобы добиться максимального эффекта. Для этой цели надо использовать компрессор типа "soft knee", или даже лучше - многополосный компрессор. Ни тот, ни другой не делают звук глухим (в отличие от компрессоров с неизменяемым компрессионным отношением (fixed ratio)); автоматический компрессор лучше годится для обработки песни со сложной динамикой, чем управляемый вручную.

Если у вас есть только последний, то установите короткое время атаки (0-10 мс) и время восстановления как можно более быстрым. Hold time должно быть равно 20-50 мс (если время восстановления слишком быстрое).

Для сохранения баланса в левом и правом каналах компрессор должен работать в режиме стерео; компрессия в обоих каналах должна быть одинакова, иначе один канал будет звучать громче, чем другой. Компрессор также применяется в тех случаях, когда в записи тайм-кода на ленте получились провалы. Мне удавалось исправить положение при помощи компрессора "soft-knee" с максимально быстрым временем атаки и

восстановления (что давало ослабление 10 дБ). Следите за индикаторами в момент пропадения сигнала и добавляйте компрессию до тех пор, пока они опять не появятся. Таким способом удавалось найти выход из самых трудных ситуаций. (Но чтобы провалов в записи на ленте не было с самого начала, промойте головки магнитофона, так как грязь откладывается на дорожках).

\*\*\*\*\*

## ГЕЙТЫ И ЭКСПАНДЕРЫ

Шумы являются проблемой на всех этапах записи. Они генерируются электронным оборудованием, магнитной лентой, ошибками квантования (в цифровых системах). Причиной шумов может быть плохое экранирование, цепи заземления, угольные гитарные звукосниматели. Кроме перечисленных, в запись могут попасть также немзыкальные шумы: шорох переворачиваемых нотных листов, скрип стульев, шум аудитории и т.д.

Если шум уже добавлен к электрическому сигналу, не существует способа устранить его позже. Например, запись музыки может содержать много шумов ленты, и невозможно избавиться от них при помощи какого-либо фильтра без того, чтобы не потерять часть полезного сигнала. Что же в таком случае остается делать? Ответ таков: "Если нельзя устранить шум, спрячь его".

Если загрязнение шумами не слишком сильное, то есть шанс, что они будут слышны только во время тихих пассажей. Это дает подсказку, как с ними бороться. Трудно это делать в готовом миксе, так как периоды тишины встречаются неравномерно; но можно попробовать исправить ситуацию с шумами в отдельных треках. Возьмем, к примеру, вокал: между словами и фразами существуют паузы. Если в этих местах понизить уровень сигнала, то уровень шумов тоже понизится. Наверное, вы уже знакомы с этой операцией, если вам приходилось выводить фейдеры перед началом песни, чтобы вступление звучало чисто. Однако делать это вручную в каждой паузе на каждом треке было бы невозможно.

Решение проблемы появилось, когда был изобретен электронный переключатель, реагирующий на уровень входного сигнала (гейт, пороговый шумоподавитель). Как и в компрессоре, точка перегиба устанавливается вручную; гейт выключает ("запирает") сигнал, когда его уровень падает ниже точки перегиба. Иными словами, компрессор обрабатывает сигнал выше точки перегиба, а гейт - ниже ее. Простые гейты могли находиться либо в состоянии "включен" ("отперт"), либо в состоянии "выключен" ("заперт"): переходного состояния у него нет.

Из-за этого существует опасность, что тихие сигналы потеряются в процессе шумоподавления. Так работали первые пороговые шумоподавители. Их действие (иногда довольно грубое) можно слышать в старых фильмах, где при помощи них пытались устранить звук ветра и шумов на заднем плане. Даже самый простой гейт имеет индикатор, показывающий, когда гейт заперт, когда открыт. Обычно имеется один индикатор, но может быть больше.

## Атака и восстановление

Чтобы решить проблему с потерей тихих звуков, более поздние гейты были снабжены регулятором времени восстановления. В результате вместо выключения сигнала, как только его уровень станет ниже точки перегиба, гейт стал позволять сигналу затухать в течение времени, которое выбирается вручную. Электронный переключатель был заменен усилителем, управляемым напряжением (VCA) - таким же, как тот, что используется в компрессоре. Применение усилителя значительно улучшило работу гейта: теперь шум не выключается и включается резко (что на слух звучит еще хуже, чем постоянный шум на

заднем плане). Сигналы с низким уровнем затухают естественным образом.

После точки перегиба важнейшим параметром гейта является время восстановления; регулятор времени атаки позволяет установить, сколько времени требуется, чтобы гейт открылся после того, как уровень сигнала перешел через точку перегиба. Если он открывается слишком быстро, низкочастотные звуки могут быть искажены (в процессе работы цепи гейта); на слух это прозвучит как щелчок. Если немного уменьшить (замедлить) время атаки, проблема исчезнет.

Если гейт открывается слишком медленно, звук малого барабана теряет атаку; поэтому для таких звуков устанавливается быстрое время атаки. Максимальное время может быть несколько десятков микросекунд; минимальное - десятки миллисекунд. Творческие возможности гейта широки, его даже применяют в качестве формирователя огибающей (при больших значениях времени атаки). Поэтому в современных гейтах предусмотрена возможность изменения времени атаки в более широких пределах, чем это требуется чисто для коррекции.

В некоторых гейтах есть дополнительный регулятор, который называется "floor" ("пол") или "ratio" ("отношение"). Эта функция позволяет части сигнала проходить, даже если гейт заперт. В студийной практике это используется, когда требуется сохранить в записи реальную акустику помещения, в том числе шумы, но в миксе их слишком много. Гейт помогает уменьшить их уровень, но совершенно не устраняет. (Используется также при озвучивании фильмов, когда диалог записывался на шумной улице, и желательно сохранить часть звуков, но снизить их уровень, чтобы речь была слышна более ясно).

В современных гейтах может встретиться регулятор "hold" ("удержание"). Он бывает также в компрессорах. Его функция состоит в том, чтобы не позволять гейту в течение определенного времени переходить в фазу восстановления после того, как уровень входного сигнала станет ниже точки перегиба. При быстром времени восстановления это используется для запирания (обрезания) реверберации или собственных шумов студии в современной музыке. Более короткий "hold" используется для устранения постоянных качаний уровня входного сигнала.

Цикл "атака-удержание-восстановление"

Если сигнал, поступающий на вход гейта, имеет медленно затухающую волнообразную форму, то постоянное изменение уровня сигнала звучит как "дребезг". В этом случае применяется гистерезистный шумоподавитель.

Вкратце работу такого гейта можно описать следующим образом: какой бы высоты ни была выбрана точка перегиба, после которой гейт открывается, сигнал должен упасть несколько ниже этой точки, прежде чем гейт начнет закрываться опять. Это выглядит так же, как если бы было две точки перегиба - одна для отпирания гейта, вторая - для запирания. На практике это означает, что входной сигнал изменяется по уровню в несколько больших пределах, чем разница между точками, прежде чем происходит переключение гейта. Такой сигнал, например, получается из синтезатора - затухающий тон с амплитудной модуляцией LFO (низкочастотный генератор). В большинстве гейтов величина гистерезиса фиксирована, и регуляторов управления этим параметром нет.

Side Chain

Как и в компрессоре, в гейте имеется боковая цепь, которая измеряет уровень входного сигнала и сравнивает его с высотой точки перегиба. Когда уровень сигнала превышает точку перегиба, цепь генерирует контрольный сигнал для открывания гейта - с той скоростью, которую задает регулятор времени атаки. Когда уровень сигнала становится ниже

точки перегиба, гейт закрывается в соответствии с величинами времени удержания и восстановления. Если вы знакомы с работой синтезатора, то вы видите, что здесь есть сходство с установкой параметров огibaющей.

Основой гейта является усилитель, управляемый напряжением. В некоторых цепях есть аттенуатор, управляемый напряжением, основанный на полупроводнике типа FET. Подробно рассматривать механизм не имеет смысла. Достаточно сказать, что он делает свою работу тихо, быстро и не вносит искажений.

Как и компрессор, гейт может работать со стереомиксом. Для этого в нем имеется соединительный переключатель. Оба канала переключаются одновременно, даже если сигнал в одном канале громче, чем в другом. Это делается для того, чтобы не происходило смещения, как могло бы случиться, если бы каналы работали независимо. На практике, однако, редко требуется подключать гейт в режим стерео - кроме тех случаев, когда надо обработать сигнал с выхода стереоревербератора или эхо-камеры, чтобы создать эффект gated reverb ("обрезанная реверберация").

В некоторых случаях гейт, как и компрессор, может быть подключен так, чтобы управление шло от внешнего сигнала через боковую цепь. Тогда один сигнал будет вызывать загираение другого: например, бас-барабан, запирающий бас-гитару (чтобы уплотнить звук). Если бас-гитара сыграла чуть раньше, звук не пройдет через гейт, пока не сыграет бас-барабан. Далее звук бас-гитары будет затухать в соответствии с величиной времени удержания и восстановления. Так можно сделать звук короче, чем в оригинале.

Многие гейты имеют режим "ducking". При отсутствии внешнего сигнала в side chain действие точки перегиба получается обратным: сигналы, уровень которых превышает точку перегиба, заставляют гейт закрываться. При помощи регулятора "floor" можно установить величину ослабления; тем самым будет создан обратный динамический эффект, при котором самые громкие звуки будут ослаблены (до уровня тихих).

В side chain можно включить эквалайзер, чтобы гейт быстрее реагировал на определенные частоты. Например, это может понадобиться, когда вы используете звук малого барабана для переключения гейта. Если микрофон снимает также звук хай-хэта, то гейт будет переключаться к тому же и в паузах между ударами малого барабана. При помощи эквалайзера можно отфильтровать частоты хай-хэта, чтобы не происходило ложного переключения. Во многих гейтах есть переключатель "listen" ("прослушивание"), что позволяет слышать на выходе гейта сигнал, поступающий в боковую цепь. Это нужно для настройки эквалайзера на слух.

В гейтах бывают встроенные фильтры. Обычно это один hi-pass и один low-pass, оба с острыми характеристиками вырезания частот. Важно помнить, что эти фильтры не влияют непосредственно на сигнал на выходе, их функция состоит в том, чтобы влиять на цепь переключения гейта.

## Применение

Из всех звуковых процессоров гейт является, пожалуй, единственным, чье присутствие становится очень заметным, если установки сделаны неправильно. Неверно выбранная точка перегиба или слишком короткое затухание приводят к тому, что сигнал будет спонтанно запирается и отпираться (на слух это звучит как неправильное подключение или даже как страшные искажения). Правильно поступить так: установите точку перегиба как можно ниже (тогда не будет происходить ложного переключения), после чего регулируйте время удержания и восстановления так, чтобы затухание, присущее звуку, не было обрублено гейтом. Вообще время атаки должно быть быстрым (но не должно быть щелчка); медленная атака применяется для создания спецэффектов. Для экспандер-гейта

(см. ниже) высота точки перегиба, как правило, не имеет основного значения; но на практике нет явной разницы между экспандер-гейтом и обычным гейтом.

Если сигнал безнадежно зашумлен, не следует ожидать, что гейт исправит положение, не привнеся некоторых боковых эффектов. Будьте внимательны при записи, следите за уровнем сигнала, постарайтесь свести к минимуму шум источника сигнала, и тогда гейт поможет вам превратить хорошую запись в исключительно хорошую. Обычно в студийной практике при сведении применяют несколько гейтов (по одному на каждый трек). Двадцать четыре трека могут дать значительное количество шума, поэтому полезно иметь возможность заглушить шум во время пауз в записанном сигнале.

Подключать гейт для создания эффекта "gated reverb" стало непопулярным, так как большинство современных цифровых эффектов могут выполнять эту процедуру (имеется соответствующий пресет). Тем не менее, такое подключение делается, когда в записи присутствует естественная реверберация (барабаны, записанные в живой комнате). В этом случае импульсом переключения гейта служит звук "сухого" барабана (в side chain), сигнал с внешних микрофонов проходит через гейт (обычно стерео). Время удержания устанавливается в пределах 0,5 с; время атаки и восстановления - очень быстрое. В результате получается характерный "обрубленный" звук ударных. На рисунке 5 показано, как произвести такое подключение на практике. Эффект будет сильнее, если сигнал с внешних микрофонов сильно закомпрессировать перед подачей их на вход гейта.

Гейт используется также для очищения сэмплов звуков, изменения огибающей сэмплов, уменьшения акустического прохождения сигналов с соседних источников звука. Гейт не является универсальной панацеей от всех шумов, но если им правильно пользоваться, он сделает свое дело неплохо.

Все чаще и чаще встречаются гейты, которые работают по принципу экспандера (процесс, прямо противоположный тому, что делает компрессор). Когда уровень сигнала становится меньше точки перегиба, он не отключается, а происходит ослабление уровня.

Обычный гейт вообще не открылся бы, если бы уровень сигнала был постоянно чуть ниже точки перегиба. В экспандере на выход сигнал проходит, но уровень его уменьшается. Чем ниже уровень входного сигнала, тем меньше он на выходе. Отношение расширения (expander ratio) 1:2 означает, что если уровень сигнала на входе экспандера упадет на 1 дБ, на выходе он будет уменьшен на 2 дБ. Сигналы, прошедшие через экспандер, звучат странно: все пики слишком громкие, все тихие звуки почти не слышны; но это происходит только с теми звуками, уровень которых ниже точки перегиба, и на слух это менее искусственно, чем то, что делает гейт.

Общий результат работы экспандер-гейта не слишком отличается от чистого гейта, но точки переключения становятся менее навязчивыми.

При отношении меньше чем 1:1,5 можно использовать экспандер-гейт для незаметного увеличения динамического диапазона тех сигналов, уровень которых меньше точки перегиба. Если точка перегиба слишком высока, тогда происходит обработка всего сигнала. Это применяется, когда надо восстановить естественную динамику перекомпрессированного звука.

#### Динамический шумоподавитель

Это НЕ гейт! Действие системы основано на том, что большинство естественных звуков богато высокочастотной составляющей в самом начале, когда амплитуда максимальна и фильтр открыт: все гармоники проходят без ослабления. Когда звук начинает затухать, высокие частоты исчезают быстрее, поэтому фильтрация не звучит неестественно. Другими словами, чем тише становится сигнал, тем меньше в нем высоких частот. Тем

самым уменьшение шумов не вызывает потерю в яркости звучания всей музыки (если не перестараться). Динамический шумоподаватель иногда используется в комбинации с экспандер-гейтом для создания системы шумоподавления с одним выходом. Он позволяет уменьшить высокочастотную составляющую сигнала, уровень которого понижается.

Чем больше падает уровень сигнала, тем тише становится сигнал на выходе экспандер-гейта. Обычно секции экспандера и фильтра имеют отдельные регуляторы высоты точки перегиба. В отличие от обычных гейтов, эта система хорошо применяется как для обработки целого (!) микса, так и для отдельных треков и инструментов.

#### Технические характеристики

Как и компрессор, гейт обрабатывает целый аудиосигнал, поэтому его характеристики имеют большое значение: любой недостаток будет отрицательно влиять на выходной сигнал. Электронный шум и искажения гейта должны быть минимальны. Частотная характеристика гейта должна охватывать весь диапазон аудиочастот, так как гейт применяется для самых разных целей. Важно также, чтобы цепь электронной регулировки уровня работала без щелчков (при быстром открывании и закрывании гейта). Щелчок будет всегда, когда сигнал резко пропускается или запирается, но в тех случаях, когда на входе нет сигнала (сигнал подается в боковую цепь или ключевой вход (key input)), щелчков не должно быть.

#### Соединение

Гейт является процессором. Поэтому он всегда включается в линию сигнала, никогда - в петлю посылов/возвратов. Обработка сигнала при помощи гейта может происходить либо перед записью, либо после нее (при микшировании). Лучше делать это во время сведения (убираются шумы ленты). Также преимущество включения гейта только при микшировании заключается в том, что неверные установки всегда можно изменить, в то время как сигнал, уже записанный с неверными установками параметров, не восстановим в своем первоначальном виде. Только когда на один трек пишут несколько сигналов (например, при записи ударной установки с большим количеством барабанов), предпочитают включать гейт в процессе записи.

Кроме тех случаев, когда надо создать эффект "gated reverb", не пропускайте через гейт сигнал, имеющий в своем составе реверберацию, иначе часть затуханий будет потеряна. Если сперва обработать сигнал гейтом, а потом подмешать к нему реверберацию, то получится хороший результат: не только затухания будут присутствовать в полной мере, но к тому же реверберация поможет скрыть некоторые недостатки (нестабильность) работы гейта.

#### ПРИМЕНЕНИЕ ГЕЙТОВ

##### Вокал

Большинство вокальных звуков имеют достаточно быструю атаку и медленное затухание. Исключение составляют те слова, которые заканчиваются на жесткие согласные. Если гейт открывается очень быстро, возникает опасность, что на словах с мягкой атакой будет звучать щелчок. Лучше время атаки установить равным не более 1 миллисекунды. Это достаточно быстро, чтобы атака звука проходила без потери, и одновременно достаточно медленно, чтобы не было щелчка.

Время восстановления должно быть 0,5 с. Это сводит к нулю риск потери окончаний слов с мягким затуханием, и этого хватает, чтобы отрезать все ненужные шумы после тех слов, что кончаются внезапно. На длинной ноте, которая имеет неравномерный уровень, гейт может отпираться и запирается, производя "дребезжание"; чтобы устранить это, надо

увеличить время удержания. "Дребезг" является проблемой только тогда, когда время восстановления мало; но нельзя исправить положения просто путем удлинения времени восстановления, так как тогда сигнал может кончиться прежде, чем закроется гейт, и шумы будут проходить.

Аналогичная проблема существует с точкой перегиба. Чем меньше ее высота, тем лучше результат; но если она установлена слишком низко, появляется вероятность того, что шумы и ненужные звуки будут переключать гейт. Поэтому лучше постараться, чтобы от источника шло мало шумов, чем ожидать, что гейт сотворит чудо.

Кстати, если компрессировать вокал одновременно с пропуском его через гейт, то лучше гейт поставить перед компрессором; если он стоит вторым, то уменьшенный в результате действия компрессора динамический диапазон сигнала делает трудным правильную установку высоты точки перегиба.

### Электрогитары

При записи электрогитар, в особенности "стратокастеров" и аналогичных моделей, имеющих один угольный звукосниматель, шум может стать серьезной проблемой, так как звукосниматель передает все наводки, имеющиеся в помещении. Для начала нужно найти такое положение исполнителя (в магнитном поле), при котором шум от наводок становится минимальным. Обычно есть одно направление, при котором шум - самый большой, и одно, при котором его почти нет.

Другим источником шумов является приставка "overdrive" (вне зависимости от того, встроена она в усилитель или имеется в виде отдельной педали). Эти приставки работают по принципу добавления очень большого усиления к сигналу перед тем, как он попадает в нелинейную цепь, где создаются требуемые искажения.

Дополнительное усиление сигнала порождает увеличение уровня шумов и треска. Поэтому применение гейта может спасти ситуацию.

У искаженной гитары атака очень быстрая, "жалящая"; значит, время атаки гейта должно быть самым быстрым. Время восстановления зависит от стиля музыки. Как правило, оно должно быть возможно более коротким, чтобы затухание длинных нот не прерывалось: от десятков миллисекунд при стаккато искаженной гитары до 0,5 с и более - для медленных, чистых пассажей.

### Клавишные инструменты

Может показаться, что электронные клавишные не требуют обработки гейтом, так как они обычно включаются напрямую в пульт и поэтому не могут привносить посторонних шумов. Но это не совсем так. Многие клавишные инструменты создают свои собственные шумы (в особенности - цифровые синтезаторы). Эти шумы слышны только в паузах между нотами или во время затухания ноты, так что применение гейта в таких случаях желательно. Величины времени атаки и затухания гейта должны быть установлены в соответствии с формой огибающей сигнала (в синтезаторах форма может быть любой). Помните общее правило: время атаки должно быть быстрым, но не должно быть щелчков; время восстановления должно быть быстрым, но не должно происходить отрезания затухающих звуков; на некоторых звуках во время затухания может происходить ложное переключение гейта - тогда увеличивайте время удержания.

Динамический шумоподавитель дает лучшие результаты, чем обычный гейт, так как он удаляет шумы из синтезированных звуков не только в паузах, но и во время затухания. Динамический шумоподавитель хорошо работает с целыми миксами, поэтому имеет смысл собрать в стереоподгруппу сигналы со всех синтезаторов и подать их на шумоподавитель

через точку разрыва подгруппы.

Гейт используется для обработки барабанов не только для того, чтобы очистить звук от лишнего шума, но и затем, чтобы изменить его, создать быстрое, четкое затухание. Бас-барабаны и томы, в звуке которых имеется ненужный звон, при прохождении через гейт вызовут его загибание, звон будет отрезан, а звук станет более плотным. Для ударных инструментов всегда важно передать переходный процесс, поэтому время атаки должно быть очень быстрым, а время восстановления регулируется на слух. На практике получается, что время восстановления может быть настолько быстрым, что эффекты регуляторов времени восстановления и удержания совершенно идентичны.

При записи ударной установки с помощью нескольких микрофонов, каждый из которых установлен близко к одному из барабанов, гейт часто употребляется для того, чтобы улучшить разделение по каналам (устранить "боковой эффект" - проникновение сигнала с соседнего барабана), при этом точка перегиба должна быть достаточно высокой (так как барабаны находятся близко друг от друга). Может возникнуть опасность потери тихих звуков. Чтобы избежать этого, применяют гейты с полосовыми фильтрами, которые можно настроить на звук конкретного барабана и до известной степени вырезать частоты барабанов и тарелок, настроенных на другую частоту. Особенно часто такие гейты употребляются в работе с малым барабаном (хай-хэт расположен слишком близко). **ВНИМАНИЕ:** если вы установили фильтр таким образом, что он вырезает большую часть высоких частот, это может замедлить открывание гейта и повлияет на атаку сигнала.

Другая проблема состоит в том, что в те моменты, когда гейт открыт, все сигналы, звучащие одновременно с полезным сигналом, проходят в линию. Например, каждый раз, когда одновременно играет хай-хэт и малый барабан, звук хай-хэта будет громче, как если бы его записывали при помощи двух микрофонов вместо одного. В большинстве случаев на это не обращают внимания, но некоторые инженеры все же пытаются исправить положение, используя другой канал гейта для подключения сигнала с микрофона, снимающего хай-хэт, устанавливая канал в режим "duck", и переключение идет от того же источника, что переключает гейт малого барабана. Если оба набора регуляторов установлены идентично и ручка "floor" того канала гейта, на который идет сигнала хай-хэта, установлена правильно, то уровень сигнала хай-хэта будет немного уменьшаться в те моменты, когда открывается гейт малого барабана.

Это не является наилучшим решением, но все же помогает предотвратить увеличение уровня сигнала хай-хэта в моменты совпадения с ударами малого барабана. Впечатление ("образ") может быть нарушено, если малый барабан и хай-хэт панорамированы в противоположные части (хай-хэт будет звучать несколько странно).

Такая же проблема существует при записи тарелок "крэш" и "райд", но она решается проще: достаточно уговорить барабанщика повесить тарелки на некотором расстоянии от томов, а не непосредственно над ними.

### Специальные эффекты

Описанный выше способ использования одного канала гейта для работы в режиме "ducker" может быть применен вместе с большим (длинным) временем атаки для создания автоматического панорамирования каждый раз, когда входной сигнал превышает высоту точки перегиба. В этом случае на оба канала гейта подается сигнал от одного и того же источника, а выходные сигналы панорамируются строго в противоположные стороны. Если ручка "floor" установлена на максимальное ослабление, то сигнал в одном канале будет делаться тише на ту же величину, на какую возрастает уровень сигнала в другом канале. То же самое относится к установке времени восстановления.

Такое подключение можно далее модифицировать: подать на гейт сигнал с внешнего

низкочастотного осциллятора (от 5 до 50 Гц). Тогда входной сигнал будет переходить из канала в канал (менять положение в панораме) со скоростью, соответствующей частоте генератора. Время атаки и восстановления должно быть быстрым. Это звучит эффектно (если не перестараться), в особенности с вокалом и электрогитарами: сигнал "проглатывается" взрывами, приходящими с противоположных концов стереопанорамы.

\*\*\*\*\*

## ПАНОРАМИРОВАНИЕ

### Вступление

Человеческий мозг определяет направление источника звука путем сравнения его относительной громкости в каждом ухе. Он также сравнивает фазу сигнала, т.е. если сигнал достигает правого уха немного раньше, чем левого, то мозг решает, что источник расположен справа. Это можно продемонстрировать, разделив сигнал на две части и задержав одну из них на 10 мс при помощи DDL (цифровой задержки). Если задержанный и незадержанный сигналы панорамировать налево и направо с одинаковым уровнем громкости, то возникнет впечатление, что сигнал приходит из того громкоговорителя, куда подается незадержанный сигнал. Это называется эффектом Хааса или эффектом предшествования.

В студийных условиях впечатление стереоперспективы создается путем панорамирования положения источников моно-сигнала в стереопанораме. Изменяя баланс между сигналами, приходящими из левого и правого громкоговорителей, кажущийся источник сигнала можно поместить в любую точку между громкоговорителями.

Цель этой главы состоит не в том, чтобы глубоко осветить принципы стерео, но в том, чтобы рассказать о способах обработки сигнала, при помощи которых можно создать впечатление о ширине стереобазы и перемещении источников сигналов внутри стереопанорамы.

Простой автоматический регулятор панорамы (autopanner) - это электронный регулятор, управляемый низкочастотным генератором (LFO). Он встречается в устройствах "хорус" и "вибрато".

На вход устройства подается моно-сигнал. Имеется два выхода, между которыми перемещается сигнал. Перемещение происходит повторяющимся, циклическим образом. В пути каждого сигнала имеется усилитель, управляемый напряжением (VCA); оба сигнала питаются от одного генератора. Контрольный сигнал генератора переворачивается по фазе перед тем, как поступить в один из усилителей VCA, поэтому увеличение и уменьшением уровня этого сигнала соответствует уменьшению и увеличению сигнала, поступающего на другой VCA (перевернутый образ).

Выходные сигналы с простого автопаннера могут быть подключены в два канала микшерного пульта, ручки панорамы которых повернуты в противоположные стороны (лево и право). Тогда звук будет перемещаться внутри микса вперед и назад вдоль стереобазы. Это было популярным приемом в 60-е годы (например, было использовано Джими Хендриком); но по современным стандартам это звучит не слишком хорошо. Если осциллятор генерирует низкую частоту, сигнал "лениво" перемещается слева направо. Более высокая частота - скажем, 5-10 Гц - создает эффект Лесли ("камера Лесли" - механический способ создания эффекта "хорус" при помощи размещения вращающихся экранов перед громкоговорителями).

Более интересное использование такого автопаннера - перемещать при помощи него эффект "эхо" или "реверберация", оставляя необработанный сигнал на одной и той же позиции. Лучше всего, если перемещение будет происходить в соответствии с темпом

музыки, но при помощи простого автопаннера время цикла может быть только приблизительным.

Следующее улучшение было достигнуто путем объединения двух цепей панорамирования в одной конструкции. На вход подавался стереосигнал, а каналы как бы менялись местами (с частотой генератора). Однако этот эффект можно встретить только в дорогих моделях.

### Переключение

В настоящее время даже относительно недорогие автопаннеры имеют функцию синхронизации, при помощи которой внешний сигнал (например, ритм-машина) управляет началом перемещения сигнала по стереопанораме (разворачивание). Регулятор LFO устанавливает скорость, с которой происходит перемещение; но после того, как сигнал прошел один цикл (слева направо), второй цикл не начинается до тех пор, пока не поступит следующий переключающий импульс - после чего происходит движение в обратную сторону. В идеале разворачивание должно запускаться от МИДИ - чтобы оно было напрямую синхронизировано с ритм-машиной или секвенсером (без необходимости выделять переключающие импульсы).

Автопаннер с функцией синхронизации является более гибким устройством, чем простой автопаннер. Он может быть синхронизован с музыкой. Поскольку разворачивание наступает только тогда, когда пришел переключающий импульс, то можно, например, установить (задать) одно разворачивание на первую четверть в первом такте песни, далее - два разворачивания на первую четверть второго такта. Можно даже запрограммировать панорамирование таким образом, чтобы каждая следующая нота секвенции приходила со стороны, противоположной той, откуда пришла предыдущая. Получается хороший эффект, если панорамировать только возвраты (выходные сигналы), оставляя необработанный сигнал на одном месте.

### Применение

Кроме описанных способов, существует возможность подключить дополнительные процессоры сигналов, чтобы создать новые эффекты. Один из способов состоит в том, чтобы скоммутировать два выхода автопаннера с графическим стереоэквалайзером, после чего установить ручки эквалайзера таким образом, чтобы с его каналов выходили совершенно разные ноты. В то время как автопаннер перемещает сигнал из стороны в сторону, тон (нота) будет меняться, и в зависимости от скорости панорамирования можно создать эффект сдвига фазы, эффект Лесли и т.д. Можно даже поместить оба сигнала в одно и то же место стереопанорамы и создать циклическое изменение тона без движения самого источника.

Если пойти дальше, то можно подключить выходы автопаннера к двум разным эффектам. Это позволит переходить с затуханием от одного эффекта к другому (как с перемещением из канала в канал, так и без этого). Например, один выход можно отправить на флэнджер, а второй - на короткое эхо, или оба канала отправить на два флэнджера, каждый из которых имеет свою скорость разворачивания. Получится интересный эффект, панорамируя обработанные звуки в правый и левый каналы, в то время как "сухой" звук остается в центре микса.

Если у вас нет автопаннера, вы можете попробовать добиться интересного эффекта при помощи двух цифровых задержек. Сигнал разделен на две части, каждая из которых подается на свою цифровую задержку. Первая задержка имеет фиксированное время задержки (скажем, 10 мс); время задержки второй плавно изменяется от 5 до 15 мс. Если задержанные сигналы панорамировать строго направо и налево (при этом они должны быть одинакового уровня), то возникнет эффект, что звук перемещается из стороны в

сторону, причем модулированный сигнал сначала отстает, а потом "ведет" звук по направлению к тому сигналу, который имеет постоянное время задержки. Этот эффект называется "психоакустическое панорамирование". Он основан на принципе Хааса, а не на изменении уровня сигнала.

## Псевдостерео

Кроме помещения сигнала в какую-то точку между громкоговорителями, существуют еще способы создания стереоперспективы, в реальной звуковой среде сигнал смешивается со своими отражениями, и даже если эти отражения слишком коротки, они помогают составить впечатление о положении источника звука. Этот эффект, например, можно воспроизвести при помощи цифрового ревербератора (программа "short room"). Я хочу рассказать о других методах.

Как надо обработать моносигнал, чтобы создать впечатление о ширине стереобазы? Используются три канала микшерного пульта. Входной сигнал разделяется на две части. Одна из частей идет в средний канал и панорамируется в центр. Вторая часть сигнала поступает на вход графического эквалайзера, который создает псевдо-случайную частотную характеристику (путем установки чередующихся фейдеров в положение "сильное усиление" и "сильное ослабление" частоты). Выходной сигнал эквалайзера тоже разделен на две части, которые подаются в два других канала пульта; одна из них панорамируется влево, другая - вправо. Кнопка переворота фазы одного из этих сигналов нажата.

В результате сигнал, слышимый справа, является суммой центрального сигнала и одной из частей сигнала с выхода эквалайзера (фаза не перевернута); сигнал, слышимый слева, является разностью центрального сигнала и второй части сигнала с выхода эквалайзера (за счет переворота фазы).

На практике это позволяет имитировать взаимодействие прямого и отраженного сигналов. Несмотря на то, что впечатление о положении источника звука в пространстве будет несколько размыто, этот способ создает впечатление о ширине и глубине стереобазы.

Можно вместо графического эквалайзера подключить DDL, при этом установить постоянное время задержки (5-15 мс). Фейдеры должны быть установлены так, чтобы уровни прямого и задержанного сигналов были одинаковы. Сигнал на выходе будет содержать "эффект расчески" цифровой задержки (comb filter effect). Время задержки слишком коротко, чтобы создать эффект реверберации, но оно достаточно длинно, чтобы некоторые частоты изменялись, складывались и вычитались (в соответствии с фазами сигналов).

Если изобразить сигнал с таким эффектом в виде графика, то будет видно, что есть серия остроконечных пиков и провалов (отсюда название - "гребенчатый фильтр"). Этот вид фильтра создает тот же эффект, что и графический эквалайзер. Можно добавить неглубокую, медленную модуляцию, чтобы создать впечатление о движении и глубине.

## Технические характеристики

Автопаннер обрабатывает целый сигнал, поэтому он должен охватывать весь спектр аудиочастот, иметь низкий уровень шумов и искажений. Чем больше существует возможностей переключения автопаннера, тем гибче в работе данная модель.

---

## ЦИФРОВЫЕ ЭФФЕКТЫ

### Вступление

Большинство компрессоров и гейтов устроены на основе аналоговых цепей. Большая часть всех эффектов, которые применяют изменение времени в любой форме, основаны на цифровой электронике (дилэй, ревербераторы, pitch shifters (устройства сдвига высоты сигнала), процессоры мультисэффектов и т.д.). Прежде чем рассматривать работу какого-либо конкретного процессора, надо иметь представление о том, как вообще работает цифровая система (это поможет понять многое из того, что написано в технической документации таких устройств).

На вход цифрового процессора поступает аналоговый сигнал (например, музыка). Сперва этот сигнал должен быть преобразован в цифровой вид. Аналоговый сигнал - это изменение напряжения пропорционально изменениям состояние источника сигнала и изменениям окружающей среды. В случае со звуком аналоговый сигнал - это изменение напряжения, пропорциональное изменению звукового давления. Например, вибрации струны вызывают быстрые частые изменения звукового давления, и на выходе микрофона появляется переменное напряжение.

Цифровая система работает с двоичными числами - единицами и нулями; в цепи это - присутствие или отсутствие номинального постоянного напряжения. Преобразование аналогового сигнала в цифровой - это измерение напряжения аналогового сигнала через равные промежутки и получение двоичного кода.

Каждая секунда звучания сигнала может быть выражена в виде нескольких десятков тысяч чисел, каждый из которых соответствует конкретному моменту времени. Как кинолента: каждый следующий кадр немного отличается от предыдущего. Когда лента быстро проходит через проектор, возникает впечатление о движении. То же самое со звуком: если имеется достаточное количество моментальных измерений в секунду, то можно восстановить оригинальный звук.

#### Теория сэмплирования (дискретизации)

Процесс измерения и перевода в цифровой вид отдельных частей входного сигнала называется сэмплированием. Делается множество срезов сигнала; высота этих срезов измеряется. Срезы (сэмплы) имеют ровную вершину, то есть они не точно соответствуют форме волны. Отсюда следует, что чем тоньше срезы, тем более точно (или менее искаженно) они описывают сигнал.

Теория сэмплирования слишком сложна, чтобы рассматривать ее в данной книге. Основные понятия таковы: для правильного воссоздания сигнала на выходе частота сэмплирования должна быть по крайней мере в два раза больше частоты высшей гармоники данного сигнала. Однако на практике частота дискретизации превышает высшую гармонику в два с половиной - три раза. Таким образом, чтобы сэмплировать сигнал, содержащий гармоники до 10 кГц, частота дискретизации должна быть 30 кГц.

Чтобы создать временную задержку в 1 с, потребуется память, в которую записываются эти 30 000 сэмплов. Они записываются в RAM (память с произвольным доступом). Память 30 килобайт содержит 1 секунду звучания инструмента с частотой верхней гармоники 10 кГц. Путем постоянного обновления содержимого памяти и вывода его вовне (считывания) можно создать задержку длительностью 1 с. Если это надо сделать для сигнала с верхним пределом 20 кГц, то потребуется объем памяти 60 килобайт.

Нужно не только выбрать правильную частоту дискретизации. Важно также разрешение (resolution). Цифровые номера, соответствующие сэмплам, группируются по шагам (step). Число возможных шагов зависит от того, сколько бит может пропускать АЦП (аналого-цифровой преобразователь).  $8 \text{ бит} - 2 \text{ в } 8 \text{ степени групп (шагов)} = 256$ . Это значит, что громкий сигнал может состоять из 256 шагов, а тихий - из меньшего

количества. Это считается плохим уровнем разрешения. Это - искажения квантизации.

Искажения квантизации звучат как шум, но, в отличие от аналоговых шумов, он исчезает вместе с сигналом. Использование 12- и 16-битовых устройств позволяет улучшить разрешение. В большинстве современных цифровых устройств применяется 16-битовая система (например, компакт-диск). Каждый бит - это 6 дБ динамического диапазона; следовательно, 8-битовая система позволяет воспроизвести только 48 дБ (совсем как кассетный магнитофон без Dolby). 16-битовая система позволяет пропустить динамический диапазон 96 дБ, что для аудиоцелей является отличным показателем. 12-битовая система - это 72 дБ, что позволяет применять ее для многих эффектов.

Итак, чем выше частота сэмплирования, тем больший частотный диапазон охватывает система (тем лучше частотная характеристика). Но чем выше частота, тем больше сэмплов можно получить, и тем больший объем памяти требуется для хранения данных. Следовательно, такое устройство либо дорого стоит, либо его время задержки не слишком большое (у цифровых дилэев и сэмплеров).

Ранние DDL не отличались ни высокой частотой сэмплирования, ни большим временем задержки. Современные недорогие аппараты имеют ширину полосы 15 кГц и по меньшей мере 1 с задержки. Если устройство позволяет создать длинную задержку, то всегда можно сделать и более короткую - либо путем отключения части памяти, либо путем повышения частоты дискретизации. В современных аппаратах применяются оба метода. Память включается и отключается при помощи переключателя "range", частота сэмплирования изменяется при помощи регулятора "fine".

Цифровой ревербератор - более сложная система, чем цифровая задержка. В нем происходит работа микропроцессора с высоким быстродействием - работа с цифровыми данными для создания тысячи индивидуальных отражений, из которых создается естественно звучащая реверберация. Цифровой ревербератор появился только через три года после появления цифрового дилэя. Цифровой ревербератор не требует такой ширины полосы, как цифровая задержка; вполне хватает 10 кГц (для его работы без сильного изменения сигнала).

### Цифровая задержка

В любой студии должен быть дилэй. Когда-то он был простейшим преемником ленточного ревербератора (магнитофона, лента на которм соединена в кольцо). Потом в нем появились регуляторы модуляции, при помощи которых стало возможным создавать различные эффекты - от эхо и дублирования до хоруса, флэнджера, искусственной двойной дорожки, вибрато и сдвига фазы.

Входной сигнал проходит через регулятор "gain" (обычно здесь же имеется измерительная система для точной регулировки уровня). Требуется точно установить уровень сигнала, чтобы не было шумов и искажений. После этого сигнал разделяется, часть его идет прямо на выходной регулятор "mix", где комбинируется с задержанным сигналом.

На входе линии задержки стоит аналого-цифровой преобразователь. Здесь сигнал преобразуется в последовательность чисел, которые затем поступают в память. Запись в память и чтение из нее в большинстве устройств управляется микропроцессором, который в свою очередь управляется регулятором "range". Тем самым большая или меньшая часть памяти подключается в работу (в зависимости от величины задержки, которую надо получить). С цепью также взаимодействуют таймер, устанавливающий частоту дискретизации, и генератор модуляции. Изменяя частоту дискретизации, можно отрегулировать время задержки (обычно

более 2:1). При помощи регулятора модуляции устанавливается циклическое изменение высоты сигнала с той скоростью и глубиной, которые требуются для создания эффектов "хорус", "флэнджер", "вибрато". Форма модулированной волны обычно треугольная или синусоидальная. Обе формы дают мягкую развертку, но считается, что синусоидальная форма волны является предпочтительной.

Сигнал в цифровом виде вызывается из памяти и проходит через цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП), где он опять становится аналоговым и подмешивается к незадержанному сигналу.

Существует еще один параметр - feedback (обратная связь). Регулятор обратной связи отсылает часть сигнала с выхода обратно в линию задержки, тем самым получается повторяющееся эхо. Величина обратной связи должна быть меньше единицы (целого сигнала), иначе каждое новое эхо будет возрастать по уровню, а не затухать. Может получиться неуправляемый вой. В некоторых моделях есть переключатель фазы, что при очень коротком времени затухания сообщает сигналу едва заметное изменение тона (в частности, в эффектах "флэнджер"). В зависимости от положения переключателя, флэнджер усиливает или зачеркивает (вычитает) часть изменений.

### Создание эффектов

Самый простой эффект - это одиночная задержка. Регуляторы глубины и скорости модуляции, а также регулятор обратной связи должны быть установлены на минимум. Регулятор "range" определяет время задержки. Далее при помощи ручки "fine" можно подобрать такое время задержки, чтобы оно соответствовало темпу песни (от 20 мс - короткое эхо - до задержки в 1 и более секунду). Чтобы такое одиночное повторение превратилось в настоящее повторяющееся эхо, надо регулировать ручку "feedback". Сигнал с выхода подается опять в линию задержки; время затухания устанавливается регулятором обратной связи.

Эффект "хорус" имеет характерный звук и часто применяется для обработки гитары, бас-гитары и клавишных инструментов. Чтобы добиться этого эффекта, надо установить время задержки равным нескольким десяткам миллисекунд и ввести модуляцию 3 Гц. Для лучшего результата прямой и задержанный сигналы должны быть смешаны в равной пропорции. Глубина модуляции должна быть небольшой, иначе эффект будет звучать грубо.

Свое название этот эффект получил потому, что он создает впечатление о нескольких инструментах, играющих вместе одну и ту же ноту. Он вносит временную и высотную разницу, которая всегда есть, когда несколько человек пытаются сыграть одно и то же. Кроме того, эффект "хорус" позволяет сделать звучание электронных инструментов более натуральным. Дело в том, что синтезированные сигналы имеют четко структурированную форму волны, чего не существует в естественных звуках. При помощи хоруса можно заставить дешевый электроорган звучать совсем как настоящий (pipe organ).

Если еще уменьшить задержку (до нескольких миллисекунд) и убрать необработанный сигнал из микса (при помощи регулятора "mix"), то получится настоящее высотное вибрато, которое можно использовать для обработки инструментов и вокала. Если вернуть необработанный сигнал, то получится эффект, похожий на сдвиг фаз; если к этому добавить немного обратной связи, то получится флэнджер. Эффект "флэнджер", как и многие другие, трудно описать словами, но он мгновенно узнается на слух. Этот эффект получил широкое применение в музыке 60-х и начала 70-х годов в качестве "психоделической" обработки для рок-песен.

Флэнджер звучит лучше, если частота модуляции невелика (около 1 с), а глубина модуляции чуть больше, чем для хоруса. Изменение времени задержки будет влиять на высоту тона и гармоники таким образом, что пики флэнджера и переключение фазы обратной связи могут дать новые интересные звуковые решения. Не следует перегружать вход большим количеством обратной связи, так как добавление ее к сигналу происходит перед поступлением сигнала в аналого-цифровой преобразователь, и в этом случае внутренний сигнал становится слишком большим.

В хорошем устройстве цифровой задержки имеется кнопка "hold" ("удержание"). Она как бы "замораживает" сигнал, который хранится в памяти устройства, и запускает его по кругу (как в магнитофонном ревербераторе). После того, как кнопка нажата, новые сигналы не добавляются в память. В чистом виде это мало используется, но если в устройстве есть блок приема переключающих импульсов (trigger), то тогда хранящийся в памяти сигнал может быть включен каждый раз, когда придет управляющий сигнал MIDI. Это является основой примитивного сэмплера, при помощи которого можно получить короткие ударные звуки, которые включаются (запускаются) импульсом от ритм-машины или подобного переключающего устройства.

### Программирование

Практически все современные цифровые устройства (кроме самых дешевых) являются программируемыми и могут работать с МИДИ (по крайней мере можно осуществлять управление комбинациями тембров). Вообще возможность программировать является важным моментом, тем более в случае с цифровой задержкой. Это позволяет создать несколько эффектов одного типа. Что касается хоруса, флэнджера, искусственной двойной дорожки и вибрато, то программа, однажды созданная, скорее всего не потребует внесения изменений при работе с другим материалом. С другой стороны, чистая задержка должна быть точно подобрана, потому что большинство эффектов, основанных на задержке, связаны с темпом музыки. Но и в этом случае возможность программировать позволяет хранить в памяти устройства несколько разных дилэев, созданных для разных темпов.

Простейшее МИДИ-управление устройством цифровой задержки позволяет присвоить эффект определенному тембру синтезатора. Если вы сменили инструмент, эффект будет автоматически вызван по МИДИ. Этот процесс более подробно описан в главе о МИДИ.

### Технические характеристики

Цифровая задержка - гибкое устройство: некоторые эффекты создаются путем добавления задержанного сигнала к необработанному, другие эффекты - например, вибрато - работают только с задержанной частью сигнала. Поэтому хороший DDL должен иметь ширину полосы, равную ширине аудиоспектра (по меньшей мере 16 кГц). Для большинства эффектов "эхо", "сдвиг фазы", "флэнджер", "хорус" достаточно иметь ширину полосы 12 кГц.

Важно, чтобы качество сигнала было хорошим, поэтому 16-битовые устройства предпочтительнее, чем 12-битовые или 8-битовые. Только 16-битовая цифровая задержка может иметь малый уровень шумов и искажений. Именно поэтому она применяется в профессиональной записи, а для демо годится 12-битовый DDL.

### Соединения

Поскольку большинство эффектов, связанных с задержкой сигнала, создается путем подмешивания необработанной части к обработанной, то цифровая задержка подключается к выходам "effect" (посылы/возвраты на эффекты) на микшерном

пульте. В особенности это важно, если вы хотите обработать одним и тем же эффектом несколько треков. В этом случае можно установить DDL в режим "delay only": на выходе эффекта только задержанный сигнал, который далее возвращается в пульт через точку возврата с эффектов или через свободный входной канал. Куда панорамировать задержанный сигнал решайте сами.

## ПРИМЕНЕНИЕ

### Хорус

Простые задержки и эхо часто используются для обработки голоса и инструментов. В большинстве случаев необходимо, чтобы время задержки соответствовало темпу музыки (скажем, чтобы получить 1, 2 или 4 эха в такте). Тогда повторения будут усиливать ритм, а не противостоять ему. В тех случаях, когда надо создать сложный ритм, подбирают такое время задержки, чтобы повторения звучали в неожиданных местах. Это в особенности используется для обработки барабанов и перкуссии.

Часто применяется такой эффект: "эхо" добавляется только после отдельных слов или фраз (обычно - в конце слова). Чтобы сделать это, надо открыть посыл на обработку (повернуть регулятор aux send) перед тем, как нужное слово начнет звучать, и закрыть посыл сразу после того, как оно прозвучало. Тогда будет повторяться только это слово. Лучше это делать регулятором посылки на эффект, так как с помощью ручки возврата с эффекта невозможно добиться точности.

Нужно помнить, что некоторые DDL искажают верхние частоты. Поэтому перед началом работы надо провести тест (как и в случае с магнитофоном): посмотрите на индикатор и отметьте, какие показания соответствуют чистому, нескаженному сигналу. Возможно, вы обнаружите, что при обработке синтезированных звуков входной сигнал должен быть на 10 дБ меньше, чем при обработке вокала. То же относится и к духовым инструментам (настоящим и сэмплированным): их форма огибающей имеет острые пики, уровень которых много больше, чем средняя величина, которую показывает вольтметр.

Хорус - замечательный эффект. С ним можно добиться потрясающих успехов. Он хорошо работает с моносигналом, но он звучит гораздо более впечатляюще, если панорамировать "сухой" сигнал в одну сторону, а сигнал с хорусом - в другую. Это имитирует один из психоакустических эффектов, который встречается в реальной жизни. Звук становится очень динамичным, в особенности при использовании хоруса для обработки струнных, клавишных, электрогитар и электрических бас-гитар (в особенности безладовых).

Еще более впечатляющего эффекта можно добиться, применив два эффекта "хорус". Каждый из обработанных сигналов панорамируется в свою сторону. Далее требуется подобрать глубину и скорость модуляции для каждого сигнала так, чтобы они немного отличались друг от друга.

### Искусственная двойная дорожка (ADT)

Искусственная двойная дорожка похожа на хорус. Время задержки должно быть около 100 мс. Модуляция задержанного сигнала подбирается так, чтобы между сигналами было небольшое расхождение по высоте. При подмешивании обработанного сигнала к необработанному создается впечатление, что звучат два голоса или два инструмента. Такое использование DDL позволяет достаточно хорошо имитировать настоящую двойную дорожку.

Помните, что если вы подключили DDL через точки посылки на обработку на пульте, и хотите создать эффект, который является смесью сухого и обработанного сигналов, то

следует установить баланс так, чтобы с выхода DDL шел только задержанный сигнал, а необработанный шел только через канал. Только так можно регулировать глубину эффекта.

## Вибрато

То же самое, что и хорус, но не происходит подмешивания к необработанному сигналу (используется только задержанный). Поэтому для создания эффекта "вибрато" имеет смысл подключить DDL через точку разрыва на пульте.

Совет: не переусердствуйте с глубиной вибрато. Поскольку эффект не содержит "сухого" сигнала на выходе, время задержки должно всегда быть коротким (менее 10 мс), т.е. впечатления о задержке сигнала не должно возникать.

## Сдвиг фазы

Этот эффект был изобретен так: два магнитофона с двумя одинаковыми лентами включались на воспроизведение синхронно, при этом уровни выходных сигналов были одинаковы. Вручную замедляли первый или второй магнитофон, от чего происходила рассинхронизация и возникал характерный эффект сдвига фазы.

Чтобы имитировать этот эффект при помощи DDL, убедитесь, что уровни прямого и задержанного сигналов одинаковы. Установите время задержки от 3 до 10 мс и добавьте медленную, неглубокую модуляцию. Возникнет эффект разворачивания (sweep effect). Не используйте обратную связь. В зависимости от типа задержки будет изменяться тоновая окраска эффекта. Здесь вы вполне можете поэкспериментировать.

Если не требуется, чтобы разворачивание было постоянным, то можно выключить модуляцию и медленно поворачивать ручку "fine". Это будет почти точно соответствовать настоящему эффекту, хотя и не будет достоверным, так как в этом случае время задержки никогда не переходит через ноль, как бывает, например, когда один магнитофон, который до этого отставал, "обгоняет" другой.

Если вы хотите поэкспериментировать, то подключите два DDL, установите время задержки 5 мс и подайте на оба входа один и тот же сигнал. Регулятор "микс" обоих DDL должен быть установлен в положение "delay only" ("только задержанный сигнал"). Выходные сигналы обоих DDL микшируются в моно, при этом их уровень должен быть одинаков. Если теперь изменять модуляцию одного из DDL (при помощи генератора или вручную), то получится сдвиг фазы и переход через ноль.

Все эффекты, использующие сдвиг фаз, применяются для обработки тех инструментов, в спектре которых имеется много верхних гармоник: гитара "дисторшн", стрингс, реверберированные барабаны.

## Флэнджер

Качество этого эффекта зависит от точного баланса между обработанным и необработанным сигналом. Лучше для начала подключить DDL в точку разрыва канала и поискать баланс. После того, как он найден, можно подключить эффект через aux send (попытайтесь сохранить баланс). Обработанный сигнал надо панорамировать в одну сторону, необработанный - в другую. Музыка станет более динамичной и создастся впечатление, что источник сигнала движется.

Флэнджер применяется для обработки любого инструмента или голоса. Эффект будет лучше, если сам сигнал оставить необработанным, а флэнджер применить к его отзвуку.

Чем больше обратная связь (feedback), тем агрессивнее эффект.

### Панорамирование задержки

Способность DDL создавать панорамные эффекты почему-то мало используется в студийной практике. Действие основано на эффекте предшествования: человеческий мозг способен интерпретировать информацию о положении звука в пространстве, исходя из того, с каких сторон приходят задержанный и незадержанный сигналы. Уши физически находятся на некотором расстоянии друг от друга, поэтому обычно сигнал достигает одного уха несколько раньше, чем другого. Даже если разница во времени прихода составляет менее 1 мс, мозг отлично распознает направление.

Можно имитировать этот эффект при помощи DDL, посылая незадержанный сигнал в левый громкоговоритель, задержанный (несколько миллисекунд) - в правый. У слушателя возникнет впечатление, что источник сигнала находится справа.

Возьмем сигнал, в спектре которого содержится много средних и высоких частот. Сделаем уровень сигнала в обоих громкоговорителях одинаковым. Установим время задержки 10 мс: это слишком короткое время, чтобы появилось эхо, но достаточно длинное, чтобы получился сдвиг фазы при суммировании сигнала в моно.

Если имеется два DDL, то можно установить время задержки 10 мс для сигнала, поступающего в левый громкоговоритель, и 10 мс плюс модуляция - для сигнала в правом громкоговорителе. Если скорость модуляции равна 1 цикл в секунду, и глубина ее - 2-10 мс, то получится следующая картина: один конец "развертки" будет впереди сигнала, второй будет отставать. Впечатление о направлении на источник тоже будет меняться с частотой модуляции. Если у вас нет автопаннера - попробуйте этот способ.

### Защипывание "замороженного" сигнала

Потребуется DDL с временем задержки до нескольких секунд и функцией freeze/trigger ("замораживание сигнала"/"переключение"). Это позволяет сохранить в памяти короткую вокальную фразу для последующего воспроизведения и смешивания с записью (путем нажатия на кнопку "trigger"). Этот процесс называется "spinning" или "flying in". Эффект применяется, когда на ленте имеется одна правильно спетая фраза, которую надо использовать на протяжении песни. Если нажать на кнопку "trigger" до того, как сэмпл кончился, происходит новое переключение и в результате его - характерный звук "scratch".

Если в DDL есть вход для внешнего триггера, то можно делать запуск от ритм-машины. Можно создать интересное ритмическое эхо. Партия простого баса или синтезатора станет более плотной, словно играет секвенсер. Такие функции есть не во всех DDL, но можно этого добиться и с помощью тех цифровых задержек, у которых есть либо аудио-триггер, либо импульсный переключатель, либо переключатель от МИДИ.

### Стереодилэй

Современные устройства цифровой задержки имеют режим стерео. Можно задать разное время задержки для разных каналов. Если правильно выбрать время задержки, то возникнет впечатление, что звук мечется по стереопанораме.

Стереодилэй используется также для создания ADT. В этом случае каналы должны иметь разное время задержки. Тогда будет слышно, что играют три, а не два инструмента. Можно также модулировать сигналы в обоих каналах. Более длинный сигнал будет иметь более выраженную высотную модуляцию. Впечатление, что исполнителей трое,

возникает потому, что за них играют три сигнала: левый, правый и "сухой".

\*\*\*\*\*

## УСТРОЙСТВА ИЗМЕНЕНИЯ ВЫСОТЫ ТОНА (PITCH SHIFTERS)

### Вступление

Большинство студийных устройств обработки звука имитируют эффекты, которые существуют в реальной жизни. Но устройства изменения высоты тона - pitch shifters - относятся к совершенно особому типу процессоров, так как тот сигнал, что получается в результате их работы, не имеет аналога в природе.

Впервые устройство сдвига высоты тона было разработано компанией Eventide. Их процессор получил название "Eventide Harmonizer". Сейчас существует множество других компаний, выпускающих как pitch shifters, так и модули мультиэффектов, в меню которых есть функция изменения высоты тона. Таким образом, слово "гармонайзер" стало нарицательным для обозначения процессоров такого типа (хотя это очень не нравится компании Eventide).

Pitch shifter, кажется, делает невозможное: он позволяет получить копию входного сигнала, причем высота тона этой копии может быть изменена на величину от нескольких центов до октавы и более. К тому же процесс задержки составляет всего несколько миллисекунд. Не производится ускорения или замедления (как в случае с магнитофоном, скорость которого можно регулировать). В отличие от цифровой задержки, выходной сигнал устройства сдвига высоты тона появляется в то же мгновение, что и сигнал на его входе.

Величина изменения тона устанавливается в полутонах. Есть регулятор точной настройки ("fine tune"), при помощи которого можно внести расстройку в звучание "сдвинутого" сигнала. Поскольку величина сдвига в простом гармонайзере обычно неизменна, то число полезных интервалов ограничено: параллельные кварты, квинты и октавы. Однако гармонайзер эффективен в работе со всеми типами сигналов: монофоническими, полифоническими, перкуссией и сустейном.

Прежде чем рассматривать, как применяются устройства pitch shifter в звукозаписи, имеет смысл заглянуть внутрь них и понять, как они работают. Это даст некоторое представление о том, какие у них есть ограничения.

Гармонайзер, как и DDL и ревербератор, сначала переводит сигнал в цифровой вид. Конструкция в общем сходна с тем, как устроена короткая линия задержки, но есть одна особенность: сигнал записывается в память с фиксированной скоростью, а считывание может производиться быстрее или медленнее - в зависимости от того, вверх или вниз относительного входного сигнала должен быть изменен тон. Если считывание из памяти происходит быстрее, чем шла запись, то все данные будут использованы до того, как в память будут введены новые цифры. И наоборот: если считывание идет медленнее, то не хватит времени вывести все данные. Когда делается сдвиг тона на октаву вверх, то считывание из памяти должно идти в два раза быстрее, чем запись. Эту проблему не так-то легко решить.

Сигнал поступает в память в виде очень коротких секций, и каждая секция обрабатывается прежде, чем поступила следующая. Длина секции определяется задержкой обработки. В случае, когда высота тона повышается, сигнал, считываемый из памяти, используется прежде, чем в память поступает следующая секция; если при этом нужно сохранить временные характеристики (time scale), то требуется чем-то заполнить короткий промежуток, получившийся между секциями в результате более высокой

скорости считывания.

На практике этот промежуток заполняется повторением уже обработанного сигнала, так что часть сигнала слышна дважды. На первый взгляд это может показаться странным, но если секции достаточно коротки, повторение их не вызывает серьезного изменения формы огибающей сигнала. В случае замедления скорости считывания получается, что секция на выходе процессора имеет большую длину, чем нужно. Поэтому такой сигнал прерывают раньше, чем он кончится. Тем самым теряется часть информации. Но, если секции достаточно короткие, это не влияет на качество сигнала.

Существует одна проблема. Нужно собрать в единое целое все секции сигнала, но, поскольку они были сдвинуты по высоте, формы аудиосигналов не слишком хорошо подходят друг к другу. Получается электронный эквивалент того, как если ленту с фонограммой склеить более 100 раз в течение одной секунды: все разрывы в огибающей будут звучать при воспроизведении такой ленты как щелчки или glitches.

Существует несколько способов уменьшения эффекта glitching. Вместо того, чтобы присоединять начало одной секции к концу другой, делают "перехлест": уровень сигнала в конце первой секции понижается, уровень сигнала в начале следующей секции увеличивают на ту же величину. Это позволяет избежать щелчков точно так же, как это делается с сэмплами (cross-fade looping).

Другой способ состоит в том, что секции присоединяются друг к другу в момент перехода напряжения через ноль. Однако это требует хорошего программного обеспечения и не позволяет совершенно скрыть нарушение непрерывности.

Разные фирмы разработали свои подходы к этой проблеме, но при выборе недорогого гармонизера вариантов почти не существует. Даже если нет щелчков, то присутствуют побочные эффекты. Если вы знаете, как работает сэмпл, то вам известно, что формы волн с каждого конца петли (loop) должны совпадать по амплитуде и фазе, иначе уровень сигнала будет меньше, так как часть волн вычитают друг друга. В сэмплах это дает эффект тремоло, а в гармонизерах тремоло достигает величины 100 Гц, то есть происходит полная расстройка. При небольших сдвигах это еще не так заметно, но при сдвиге на полутон и больше это становится серьезной проблемой.

Дорогие гармонизеры лишены такого недостатка, так как в их конструкции использована новейшая компьютерная техника. Но в тех моделях, что предназначены для домашней звукозаписи, всегда есть слышимые побочные эффекты, поэтому при покупке надо разобраться, для чего данная модель может использоваться, для чего - нет.

#### Возможности

Выше уже было сказано о регуляторах грубого и точного сдвига (coarse, fine). Во многих гармонизерах имеется возможность управления другими параметрами. Во-первых, может иметься цепь задержки, то есть сигнал с измененной высотой тона может быть задержан по отношению к входному. Это используется для более натурального имитирования искусственной двойной дорожки: два инструмента играют одно и то же, но есть небольшая разница во времени и высоте. Время задержки может быть таким же, как во всех недорогих DDL (максимум 500 мс и более).

Регулятор "mix" позволяет установить баланс между обработанным и необработанным сигналом. При подключении гармонизера через точки посылов на эффекты этот регулятор должен быть установлен таким образом, чтобы на выходе был только обработанный сигнал. Существует также система измерения уровня входного сигнала (чтобы была возможность получить оптимальный уровень на входе при минимальных шумах и искажениях на выходе).

Если есть линия задержки, то скорее всего есть и регулятор обратной связи - для создания многочисленного эха, что в комбинации с изменением высоты тона позволяет получить некоторые интересные эффекты. Установив сдвиг высоты входного сигнала на полтона вверх, каждое следующее эхо будет повышаться на полутон относительно предшествующего до тех пор, пока не станет настолько высоким, что не будет слышно. И наоборот: сдвиг сигнала на полтона вниз вызовет понижение эха. Такое спиральное изменение тона, конечно, звучит неестественно, но может быть использовано в особых случаях. Сдвиг на четыре полтона дает эффект арпеджио уменьшенного септаккорда. Но чтобы придать звуку едва заметное "мерцание", нужно небольшое изменение высоты тона. Короткое время задержки (менее 100 мс) придает звуку металлический оттенок. Если здесь применить спиральное повышение тона, то можно совершенно скрыть натуральное звучание: слушатель никогда не догадается, какой инструмент играет.

Даже в недорогих гармонизерах обычно имеется возможность одновременной установки двух разных сдвигов. Таким образом, если на входе одна нота, то на выходе - аккорд из трех. Можно сделать октавное удвоение (вверх и вниз). Такие модели обычно имеют разные выходы для каждого из измененных звуков (гармоний), что позволяет создать интересный стереоэффект.

### Управление по МИДИ

Другие модели умеют возможность получения МИДИ-информации от секвенсера или клавиатуры для установки величины сдвига. Обычно сделано так, что среднее "до" не вызывает изменения высоты тона, клавиша "ре" соответствует повышению на полтона и так далее. Это означает, что та нота, которая извлекается на клавиатуре, не связана непосредственно с той нотой, что будет на выходе гармонизера; она указывает только на величину сдвига. Этот способ работы позволяет получить в реальном времени разное количество гармоний.

Например, если информация о сдвиге заложена в синтезаторе, синхронизованном с лентой, то вокальная партия, записанная на ленте, может быть обработана на этапе сведения, и получится трехчастная гармония.

В последнее время стали применять цепь слежения за высотой входного сигнала (pitch following circuitry). Несмотря на то, что цепь работает только с моносигналами, такие гармонизеры широко используются. Процессор знает, какая нота поступает на вход, и делает вычисления сдвига, чтобы получить заданную гармонию. Если в компьютере есть библиотека ладов, достаточно задать гармонизеру ключ и лад (тональность и тип гаммы). Все дальнейшее происходит автоматически: создаются правильные гармонии в реальном времени.

### Технические характеристики

В техническом описании гармонизера обычно указано, какова максимальная величина изменения высоты тона, максимальное время задержки и ширина полосы частот. Но там не сказано, как звучит гармонизер. Он звучит тем лучше, чем эффективнее работает система устранения glitches. Поэтому все недорогие модели звучат плохо, причем каждая по-своему.

Основная проблема - эффект расстройки, вызванный модуляцией частоты секции на выходе. Причем этот эффект нельзя устранить никаким регулятором. Чем больше сдвиг, тем хуже эффект. На практике это означает, что сигнал, сдвинутый более чем на полутон, должен быть смешан с частью необработанного сигнала, чтобы скрыть эффект расстройки. Это не относится к ударным и перкуссии, так как у этих инструментов слишком короткий звук, и расстройка не будет слышна. Вообще, чем сложнее звук, тем меньше слышны

побочные эффекты. Например, "чистая" электрогитара будет искажена гораздо сильнее, чем гитара с эффектом "дисторшн" или "хриплый" саксофон.

Даже если гармонайзер устанавливает временные характеристики (time scale) входного сигнала, звук выходного сигнала будет изменяться в зависимости от изменения высоты точно так же, как это происходит при изменении скорости ленты. Это означает, что голос становится "кукольным" при сдвиге высоты вверх на большой интервал, или делается "замогильным" при понижении. Это используется как спецэффект, но в обычной музыке мало применимо.

Выбор частотной характеристики зависит от того, должен ли выходной сигнал быть смешан с необработанным или используется сам по себе. Во втором случае следует приобрести гармонайзер с полосой частот 12 кГц. Если вы собираетесь использовать сигнал только смешанным (как это обычно и делается), то купите устройство с шириной полосы 10 кГц или даже меньше. Как и при выборе цифровой задержки, помните, что число бит определяет шум устройства, поэтому лучше покупать 16-битовую модель.

Другой важный фактор, который оказывает влияние на качество работы гармонайзера, - время обработки (processing delay). Эта характеристика должна быть достаточно короткой, чтобы гармонии начинали звучать в тот же момент, когда появился основной сигнал, то есть менее 10 мс. Если время обработки длиннее, то при помощи такого гармонайзера можно получить хорошую искусственную двойную дорожку или быстрое эхо, следующее сразу за сигналом; но вы не сможете избавиться от этих эффектов, когда они вам будут не нужны.

#### Соединения

Гармонайзер подключается точно так же, как DDL, то есть через посылы на обработку. Возврат может быть сделан через точку возврата на пульте или через свободный канал. Если требуется использовать гармонайзер только в одном канале, тогда имеет смысл подключить его через точку разрыва данного канала. В этом случае баланс между "сухим" и обработанным сигналами устанавливается регулятором "mix" гармонайзера. Если гармонайзер имеет два выхода, то можно подать сигнал со второго выхода через свободный канал.

#### ПРИМЕНЕНИЕ ГАРМОНаЙЗЕРОВ

Наиболее популярный способ использования гармонайзера заключается в том, что сигнал слегка расстраивают относительно исходной высоты. Тем самым получается эффект, похожий на "хорус".

Если гармонайзер имеет два выхода, на каждый из которых поступает отдельная гармония, то обычно делают так: один из сигналов немного повышают (на 5-10 центов), второй понижают на такую же величину. Потом сигналы панорамируются вправо и влево, "сухой" сигнал остается в центре. В результате получается хороший хор по всей стереобазе. Такой прием часто используется для обработки вокала, струнных и духовых инструментов. Эффект "хорус", который получается на выходе гармонайзера, звучит гораздо более натурально, чем сигнал с выхода модулированного DDL или устройства "хорус", так как гармонайзер не вносит модуляции высоты звука (волнообразного изменения). Сигнал с выхода гармонайзера всегда чуть выше или чуть ниже, чем "сухой" сигнал, как это часто бывает, когда два инструмента, играющие одно и то же, немного расстроены друг относительно друга.

О том, как создать искусственный дабл-трек, уже было рассказано в главе о линиях цифровой задержки. Можно сделать то же самое при помощи гармонайзера, применив

задержку измененных сигналов от 20 до 100 мс, причем для каждого сигнала должна быть своя величина времени задержки. Преимущество этого способа заключается в том, что даже дешевый гармонайзер справится с этой задачей без проблем (расстройка слишком мала, чтобы возникли побочные эффекты). Повышение на несколько полутонов позволит создать параллельные гармонии, но это мало используется в музыке, кроме тех случаев, когда эти интервалы - октавы, кварты или квинты. Более сложные гармонии могут быть созданы при помощи гармонайзера, управляемого МИДИ-секвенсером или МИДИ-клавиатурой.

Новое поколение "умных" гармонайзеров со встроенным устройством слежения за высотой входного сигнала могут автоматически создавать правильные гармонии. Но они могут работать только с моно-сигналом на входе. Если на вход такого гармонайзера поступает сигнал со сложной формой огибающей, они могут не справляться со своей задачей. Единственное преимущество такого гармонайзера состоит в том, что при работе с ним не требуется особого музыкального образования. Нужно только задать тональность и тип гаммы. В остальном же эффективность работы ограничена гаммами, имеющимися в памяти, и тем фактом, что гармонизация все же получается не совсем такая, как это сделал бы живой музыкант.

Интервалы в октаву могут быть смешаны с исходным сигналом, причем их уровень должен быть меньше, - чтобы добавить басов в область низких частот, или высоких частот в верхний край диапазона. В случае с вокалом уровень гармоний должен быть очень мал, иначе голос будет звучать искусственно.

Добавление октавы снизу - очень популярное средство для обработки электрогитары. Это звучит так, как если бы бас-гитара играла рифы вместе с лидер-гитарой. Добавление октавы сверху дает эффект электронной 12-струнной гитары. Но уровень обработанного сигнала должен быть много меньше уровня "сухого", иначе расстройка будет слышна. Только очень сложные гармонайзеры не имеют побочных эффектов, но они дорого стоят.

Добавление параллельных квинт и кварт к партии духовых инструментов звучит интересно. Лучше это делать с резкими звуками, а не с чистыми, длящимися.

Область, где применение гармонайзера полностью оправдало себя, - обработка ударных. Метод был изобретен Тони Висконти в работе над альбомом Дэвида Боуи "Let's Dance". При помощи гармонайзера был создан глубокий звук малого барабана: в микс добавлялась гармония, сдвинутая вниз относительно исходной высоты сигнала, после чего на слух подбиралась точная настройка (сдвиг). Некоторое время обработки (processing delay) гармонайзера придает плотность сигналу. Это можно применять также для обработки бас-барабанов и томов.

"Спиральный эффект", который получается путем комбинации сдвига высоты тона и обратной связи, обычно звучит немusыкально и почти не применяется в традиционной поп-музыке. Можно попробовать применить его для обработки электрогитары: из обычного касания (скольжения) медиатора по струне может получиться нечто совсем новое и неузнаваемое. Чем короче время задержки, тем быстрее сигнал будет уходить за пределы слышимости. Этот звук трудно описать, но, услышав его однажды, вы его запомните. Он часто используется в саунд-треках научно-фантастических фильмов.

\*\*\*\*\*

## УПРАВЛЕНИЕ ПО МИДИ

Вступление

Большинство современных устройств эффектов работает с МИДИ, то есть позволяет производить вызов пресетов или программ из памяти при помощи МИДИ-информации о смене тембра. Эта информация - точно такая же, какая используется, например, в синтезаторах для изменения тембра. Соответственно, и процесс смены тембра - точно такой же. В студийной практике такая возможность дистанционного управления эффектами позволяет частично автоматизировать сведение. Для этого должны быть выполнены два условия: 1) имеется МИДИ-секвенсер, синхронизованный с многоканальным магнитофоном при помощи трека time code, и 2) секвенсер посылает инструкции о смене программы в нужные моменты времени. Для начала эти моменты надо запрограммировать.

Большинство МИДИ-управляемой аппаратуры имеет так называемую карту распределения (assignment table). Это позволяет, сделать так, что любое сообщение МИДИ о смене тембра будет вызывать любую программу. Если у вас этого нет, то тембр 10 всегда будет вызывать программу 10, и так далее. В студийной работе таких проблем не возникает, так как всегда можно записать то изменение программы, которое требуется, в секвенсер: система создавалась с учетом требований "живого" исполнения, поэтому определенные тембры клавиатуры могут быть назначены для работы с эффектами, имеющими другой номер программы. При работе с секвенсером "живьем" или в студии совершенно необязательно делать переприсвоение номеров.

Между прочим, одни производители предлагают количество МИДИ-программ от 0 до 126, а другие - от 1 до 127. Таким образом, может получиться, что вы выбираете тембр 11 на клавиатуре, а на вашем DDL вызывается программа 10. Приходится учитывать эту особенность при программировании секвенсера.

При работе с МИДИ устройство эффектов подключается так же, как синтезатор, сэмплер или ритм-машина. Требуется задать номер МИДИ-канала, при этом он должен быть свободен (то есть не используется для управления другим инструментом). Если вы подключаете несколько эффектов, управляемых через МИДИ, то нужно убедиться, что они работают на разных каналах, иначе все они изменят номер программы одновременно.

Распределив МИДИ-каналы, можно играть песню и вставлять в список редактирования секвенсера (edit list) инструкции о смене программы в тех местах, где это требуется. Например, вам надо, чтобы короткая реверберация была в самом начале песни, а потом - в припевах - должна быть более длинная.

Как это сделать - зависит от типа секвенсера. Проще всего подключить клавиатуру, которая даст прямой доступ к изменению номера тембра, и включить секвенсер на запись. В тот момент, когда вы выберете новый тембр на клавиатуре, его номер запишется в память секвенсера.

Работая описанным выше способом, надо учитывать несколько особенностей. Во-первых, в цепь не следует включать более двух или трех МИДИ-модулей (через разъемы MIDI Thru), так как это приведет к искажению МИДИ-сигнала, и от этого могут быть самые неожиданные вещи: выпадение нот и т.д. Более надежный способ - использовать MIDI Thru box.

Во-вторых, большинство МИДИ-эффектов не могут переключаться с одной программы на другую моментально. На короткое время выходной сигнал может прекратиться, пока система меняет программу. Чтобы избежать этой проблемы, следует делать изменение номера тембра во время пауз в партии данного инструмента; в зависимости от типа устройства, время может быть 1 с и больше. Если же у вас имеется устройство эффектов с очень высоким быстродействием, то вам повезло, и вы сможете применять

последовательно несколько разных типов реверберации в одной только партии, например, малого барабана ("gated reverb" на последнюю четверть каждого такта, другие программы - в другие моменты).

При помощи МИДИ можно не только изменять программы, но и включать/выключать эффекты (обычно программа 00).

#### Управление параметрами

Некоторые устройства эффектов предусматривают возможность управления различными параметрами от МИДИ-клавиатуры - например, колесо pitch bend может регулировать время задержки DDL или глубину эффекта "хорус". Это тоже можно записать в память секвенсера. При этом помните, что динамические изменения занимают больше компьютерной памяти, чем простые изменения программы.

Конкретный способ управления параметрами зависит от типа устройства обработки, поэтому почитайте описание.

В настоящее время на рынке появились устройства, которые, будучи включены в точку разрыва, могут делать MIDI-muting или (более дорогие) - позволяют управлять уровнем сигнала (или даже эквалайзером) при помощи МИДИ. Большинство управляется секвенсером, и если его синхронизовать с лентой, то можно регулировать уровень сигнала, идущего с ленты. Например, простое заглушение (mute) используется для того, чтобы отключить трек до начала на нем музыкальной партии (позволяет устранить лишние шумы); можно включать и выключать посылы на обработку и возвраты.

При помощи системы mute можно получить автоматические уровни и автоматический эквалайзер, подавая один и тот же сигнал в два канала пульта и переходя от одного к другому в нужной точке включением одного и отключением другого (mute). Получатся разные уровни, разные частотные характеристики в двух каналах. Это дает гибкость в работе.

Большинство таких МИДИ-вспомогательных устройств работает по системе "snapshot": вы устанавливаете комбинацию mutes (или уровней) и присваиваете этому набору номер тембра МИДИ. После чего можно создать другую комбинацию установок и присвоить другой номер, и так далее. Во время сведения установки вызываются в нужной последовательности при помощи МИДИ-информации о смене тембра точно так же, как вы могли бы менять тембр синтезатора или переключать программу в МИДИ-эффекте.

\*\*\*\*\*

#### ТЕХНИКА ПРОДЮСИРОВАНИЯ

"Продюсирование" - понятие достаточно гибкое. В настоящее время оно означает разные вещи для разных людей. Строго говоря, продюсер отвечает за коммерческий успех песни, а также наблюдает за процессом записи, что включает проверку, что весь проект не выходит за рамки бюджета. Другими словами, работа продюсера объединяет в себе бизнес и творчество, причем творчество как техническое, так и музыкальное.

В данной книге речь по большей части пойдет о творческих аспектах работы продюсера (хотя даже их трудно перечислить все). Одни продюсеры ограничивают свое участие несколькими подсказками по ходу записи. Другие могут поменять части песни местами, изменить инструментовку или даже участвовать в записи, используя секвенсеры, сэмплы и т.д. Норма - где-то посередине. Но хороший продюсер всегда должен объективно смотреть на работу и на этом основании принимать музыкальные решения. Существуют продюсеры, которые "забегают" на студию всего на несколько минут в день.

Может показаться, что они принимают мало участия в работе, поскольку проводят большую часть времени вне студии. Но это не так.

При работе в студии продюсер должен "иметь подход" к людям. Процесс записи в студии может быть очень стрессовым, нередко возникают вспышки. Способность создать такую атмосферу, в которой и музыкантам, и инженерам работа доставляет радость, имеет громадное значение, которое нельзя недооценивать.

На домашней студии (или маленькой частной студии) инженер и продюсер нередко - одно и то же лицо. Это может иметь как плюсы, так и минусы. Преимущество здесь в том, что продюсеру не приходится долго втолковывать инженеру, что именно он хотел бы услышать. Недостаток - в том, что нередко бывает трудно оставаться объективным, когда постоянно думаешь о технической стороне записи.

При работе группой прежде всего необходимо слушать. Выясните, какие инструменты они собираются использовать и какой эффект они хотят создать. Если имеется демо-запись конкретной песни, послушайте его внимательно. Не имеет значения качество записи: даже если это всего лишь простая запись репетиции, она даст вам представление о структуре песни и инструментовке.

### Аранжировка

Цель этой главы - описать несколько хорошо зарекомендовавших себя способов работы, а также рассказать о путях дальнейшего развития. Чем больше времени вы сможете уделить эксперименту, тем более подготовленным вы окажетесь к началу более ответственной работы, которая может неожиданно возникнуть. И помните: не имеет значения, насколько вы опытни; вы всегда должны продолжать учиться новому.

Не существует правильных и неправильных способов написания, аранжировки и записи поп-песни. Однако большинство музыкантов прекрасно видят изъяны в чужой работе. Основные недостатки аранжировки могут состоять в длине отдельных частей песни: длинные и тем самым скучные вступления; куплеты и вступления слишком длинны или слишком коротки; вставки и проигрыши слишком длинны и неинтересны. Это может показаться само собой разумеющимся, но очень много песен были испорчены ведущим рифом, играющим сквозь куплет и припев, или скучной, утомительной последовательностью аккордов, которая повторяется четыре или восемь раз перед каждым припевом. Группа очень легко может впасть в такую ошибку, поскольку музыканты слышат песню не так, как их аудитория.

Другая ошибка, часто встречающаяся в аранжировке - слишком много инструментов играет одновременно. Тем грубее ошибка, когда два или более инструмента занимают одну и ту же часть аудио спектра и играют с одинаковой динамикой. Тогда инструмент становится плохо узнаваемым, не выделяется звучанием из других, что приводит к мутному, "закрытому" саунду. Качество всего микса состоит в том, что слушатель может легко слышать любой инструмент, а не в том, что его подавляет плотная стена звука. Даже хэви-металлическая песня может быть так сделана (хотя, конечно, внушить эту мысль музыкантам не так-то просто).

Рассмотрим пример: две ритм-гитары, обе электрические, обе используют одинаковый эффект "дисторшн". Определенные типы эффекта "дисторшн" при использовании с одной гитарой придают инструменту агрессивный, режущий звук, который будет выделять гитару из общего инструментала. Но не без своих проблем. Прежде всего, приставка "дисторшн" работает аналогично компрессору, поддерживая одинаковый уровень звука. Во-вторых, она добавляет много новых, высокочастотных гармоник, которые могут попасть в те области аудио-спектра, которые заняты другими инструментами, тем самым делая

их звучание менее определенным. Если у вас имеются две одинаково звучащие электрогитары с эффектом "дисторшн", они будут сливаться между собой, станут нераспознаваемыми, а из-за наличия большого количества гармоник весь частотный диапазон будет занят прежде, чем вы добавили другие инструменты.

Аналогичные проблемы возникают с синтезированными звуками. Поэтому очень важно найти такую комбинацию тембров, которая не только хорошо звучит, но также оставляет место для других звуков, которые вы собираетесь использовать. Это не всегда так просто, как кажется на первый взгляд, поскольку большинство синтезаторов содержат пресеты (фабричные наборы тембров), которые были специально разработаны для того, чтобы произвести впечатление на покупателя (ведь в магазине вы пробуете их без аккомпанемента). Вставьте такой пресет в микс: наверняка вы обнаружите, что весь спектр занят им.

Чтобы поместить инструменты в разные части аудио-спектра с минимальным перекрытием по частотам (так, чтобы каждый инструмент был хорошо слышен), продюсеры используют следующий способ: бас-гитара и бас-барабан занимают нижнюю часть спектра, тарелки - самый верх. Таким образом, если вы хотите добавить что-то еще в самый верх (скажем, некий рисунок, играемый секвенсером, с тембром колокольчиков), то имеет смысл не играть четверти в каждом такте на тарелке "райд" в течение всей песни.

Что касается баса и барабанов, то их аранжировкой нужно заняться с самого начала. Ритм является основой для большинства современных поп-песен. Поэтому время, уделенное ритм-секции, должно этому соответствовать.

Это касается также синтезаторов, сэмплеров и ритм-машин, и даже обычных инструментов.

Всегда есть соблазн добавить много реверберации на этапе микширования. Но послушайте несколько наиболее удачных поп-песен, и вы увидите, насколько ненавязчива в них реверберация. Часто вполне достаточно "снять сухой край", и не больше.

Звук бас-гитары, как правило, почти не обрабатывают. Немного реверберации добавляется, если использован безладовый инструмент, в особенности в медленных произведениях. Попробуйте убрать низкочастотную составляющую в реверберации путем подключения ревербератора через два свободных канала микшера, и используйте эквалайзер. Это предотвратит "замутнение" басовой области.

Бас почти всегда помещается в центр панорамы, и на то имеются свои причины. Низкочастотные звуки несут основную звуковую энергию, и ее имеет смысл распределить равномерно в оба канала. Кроме того, слишком низкие звуки при перемещении из канала в канал плохо отслеживаются на слух, т.е. слушатель наверняка почти не заметит, что бас перемещается. Исключение из этого правила - басовая партия, сыгранная слэпом, так как из-за наличия достаточного числа высоких частот прием "слэп" позволяет донести аудио-информацию о положении источника звука. Однако помните о распределении звуковой энергии.

Лучше всего - поместить бас в центре.

Применение эффекта "хорус" также помогает улучшить звучание безладовой бас-гитары (а иногда даже и обычного инструмента). Глубина модуляции должна быть достаточно низкой (кроме тех случаев, когда вам нужно создать крайне искусственный звук). Если у вас монофоническая приставка "хорус", то вы можете сигнал с ее выхода поместить в одну сторону панорамы, а необработанный звук бас-гитары - в другую. Это создаст впечатление о ширине стереобазы и одновременно сбалансирует звучание баса (более или менее ровно) между двумя громкоговорителями.

Если приставка "хорус" - стереофоническая, то поместите необработанный звук в центр, а оба выхода распределите четко направо и налево. Внимание: некоторые стерео-приставки на самом деле не являются таковыми, а всего лишь имитируют эффект стерео путем инверсирования фазы задержанного сигнала во втором выходе. Это все равно звучит хорошо, однако если правый и левый сигналы суммируются в моно, эффект исчезает, и вы опять остаетесь с одним только "сухим" звуком. Если сомневаетесь - поместите сигналы с обоих выходов в центр панорамы и посмотрите, имеется ли эффект "хорус". Если да, то ваша приставка - настоящая стереофоническая.

Даже если при записи баса уже была применена компрессия, все равно сохраниться некоторая разница в уровнях. Вы можете применить компрессию еще раз при сведении. Однако помните, что чем больше вы компрессируете, тем больше шумы ленты, избежать которых помогает компрессор со встроенным экспандер-гейтом (или отдельный нойз-гейт). Чтобы атака звука была оэнергичней, увеличивайте атаку компрессора, при этом время восстановления должно быть короче, чем время между двумя подряд идущими нотами.

Если на этапе микширования вы не удовлетворены тональными характеристиками баса, то вы можете улучшить звучание при помощи эквалайзера на консоли либо путем подключения к отдельному эквалайзеру (графическому или параметрическому). Но не нужно слишком стараться: идеально отстроенный басовый звук, звучащий изолированно, не будет звучать так при добавлении других инструментов (и наоборот). Если звук не имеет хорошей атаки, то можно добавить усиления на частотах от 80 до 100 Гц. Но лучше это делать, слушая, как звучит бас с другими инструментами.

Если басовые звуки генерируются синтезатором или берутся с сэмплера, то вряд ли требуется их компрессировать. Однако вам может понадобиться изменить настройку эквалайзера на этапе, когда вы выстроили приблизительное общее звучание. Эффекты "хорус", "флэнджер", "переворот фазы" могут быть добавлены к синтезированному басу точно так же, как это вы сделали бы для обычной бас-гитары.

Звучание барабанов - во многом дело вкуса. Большинство современных синтезированных барабанных звуков имеют сходство с акустической установкой. Принято обрабатывать звуки при помощи компрессора и гейта, чтобы получить отчетливые удары с равной динамикой. Время атаки компрессора должно быть увеличено, чтобы внести необходимую живость в атаку звука.

Если вы используете гейт, то время атаки должно быть минимальным (быстрая атака). Время восстановления подбирается на слух: требуется отрезать все ненужные звоны мембраны. Выравнивание в области 80 Гц добавит атаку звука; подъем в области 6 кГц придаст определенность атаке. Обычно в поп- и рок-музыке требуется получить более острый звук бас-барабана, чем это делается в балладах и медленных стилях. Поэтому всегда надо слушать звучание инструмента в контексте всей песни. Не нужно пытаться создать такое звучание ударных, которое вам больше всего нравится, только потому, что сам по себе этот звук очень хорош, или он звучит хорошо в других стилях. На каждом этапе работы вы должны оценивать, как сочетаются между собой звуки.

Как и в случае с бас-гитарой, не принято добавлять много реверберации в звучание бас-барабана. В зависимости от типа музыки, установка ревербератора в режимы "short room" или "gated" может сделать звучание бас-барабана более эффективным. Как и бас-гитара, бочка является низкочастотным инструментом, а значит, несет много энергии, поэтому ее тоже помещают в центр панорамы.

Малый барабан звучит интересно, если каждый из звуков (низ и верх) обработать по-разному. Тип малого барабана, который применялся при записи, будет определять тип звучания, поэтому не следует ожидать получить низкий басовый звук от мелкого

барабана-пикколо, так же как и металлическое звучание - от модели с глубоким дном (дерево). Все, что вы должны сделать, - это улучшить то, что уже имеется в записи. Не следует пытаться изменить записанный звук до неузнаваемости. Если запись совершенно не годится, тогда стоит пропустить ее через гейт и использовать для запуска нового звука с сэмплера или ритм-машины. Это легче всего сделать при помощи MIDI-конвертера или гейта, который имеет МИДИ-выход. Если на треке, где записан малый барабан, имеется много посторонних звуков, или если малый барабан записан не на отдельном треке, возможно, вам удастся отделить его при помощи фильтра цепи side chain гейта.

Существует несколько более простых способов для изменения звучания барабана. Например, вы можете использовать pitch shifter, и полученный вами новый звук может использоваться как самостоятельно, так и в паре со старым звуком. (Так было сделано на пластинке Дэвида Боуи "Let's Dance", где к естественному звуку малого барабана был добавлен вариант пониженного звука). Изменять высоту звука надо в пределах нескольких полутонов. Новая (измененная) версия может быть обработана эквалайзером для дальнейших экспериментов.

Если вам нужен более живой, типичный звук малого барабана, то следует применить инхансер, вместо того чтобы подчеркивать верхний край диапазона при помощи эквалайзера.

Существует тенденция создавать "мощное" звучание малого барабана, так, что он звучит скорее как взрыв, чем как барабан. Такого эффекта на удивление легко достичь даже из достаточно мягкого звука обычной ритм-машины или обычного студийного барабана.

Чтобы получить взрывной звук, сперва надо сделать его более резонирующим при помощи эквалайзера типа "sweeper" на консоли или при помощи внешнего эквалайзера (можно достичь этого даже при помощи дешевого графического эквалайзера). Сделайте максимальное усиление и крутите ручку выбора частоты, слушая при этом, как меняется звучание барабана. На низких частотах звук будет неприятным, как из ящика. Чем выше частота, тем больше он будет напоминать тот звук, с которым вылетает пробка при открывании бутылки шампанского.

Дальнейшее повышение частоты даст жесткий электронный звук (что-то среднее между звуком малого барабана и хлопком в ладоши). Решите, какой тип звука вы хотите использовать в качестве основы, и уменьшите усиление, если эффект слишком яркий. Вы даже можете умышленно перегрузить канал микшера до появления искажений, которые добавят энергии в звучание малого барабана, сделают его ярче и агрессивнее. И, наконец, добавьте очень короткий "gated reverb". Уровень эффекта должен быть большим: это даст передний план, взрывной звук.

С другой стороны, стало почти повсеместно принято использовать запись малого барабана для того, чтобы запускать звук с сэмплера, а потом добавлять его в оригинальный звук при микшировании. Чтобы делать это, вы должны использовать либо пороговый ограничитель шума (нойз-гейт) с MIDI-ВЫХОДОМ, либо вырежьте гейтом звук барабана с ленты и подключите выходной сигнал гейта к MIDI-конвертеру. Затем через MIDI-ВЫХОД можно запускать сэмплер или цифровую ритм-машину.

Здесь, как и в предыдущих случаях, применение реверберации - дело вкуса. Рекомендуется установить время не более 1,5 с. Впечатление о громкости звука не достигается просто путем увеличения уровня; должен быть контраст между ударами и тем, что звучит в паузах между ударами. Если все паузы заняты реверберацией, то контраст снизится. Все в целом будет звучать перегруженно, будет потеряна живость. Вот почему здесь применяется "gated reverb": резкое прекращение реверберации создает неожиданный контраст, который производит мощное впечатление.

Томы можно обработать с той же реверберацией, что и малый барабан. Кроме того, вы можете пропустить малый через "gated reverb", а томы - через какую-нибудь обычную программу реверберации. Как вы уже поняли, не существует жестких правил, кроме одного: вы должны создать такое звучание, которое вам нравится.

Единственное, чего следует всегда опасаться, - хаоса в миксе. Если вы уже купили себе в студию все мыслимые эффекты, вы скоро обнаружите, что самым главным инструментом в ней является ваше собственное самограничение.

Конечно, существуют случаи, когда вполне применимо смелое использование эффектов и эксперименты с ними.

Можно получить несколько очень интересных ритмических рисунков, обрабатывая различные инструменты ударной установки (настоящей или электронной) эффектами цифровой задержки, установив время задержки равным многократно увеличенному темпу песни. Используя эту методику, вы можете получить замысловатые эффекты удваивания, или даже создать триоли на основе простого ритма. Комбинация эффектов может дать еще более поразительные результаты.

Например, вы можете установить параметры DDL как сказано выше, но подать сигнал с его выхода на ревербератор, так что можно будет слышать отраженные звуки как реверберацию. Можно подать сигнал с бас-барабана на DDL, установив очень короткое время задержки и большую величину обратной связи. Это создаст металлическое гудение, которое можно подстроить под остальные инструменты при помощи ручки управления временем задержки. Чем больше обратная связь, тем длиннее гудение. Можно также изменить высоту звука ударных и подать измененный сигнал на ревербератор. Высота отраженных звуков будет иной, чем высота исходных звуков ударных инструментов. Чем больше вы экспериментируете с такими вещами, тем больше откроете маленьких технических хитростей, которые принесут элемент индивидуальности в вашу продукцию.

Прежде чем перейти к следующему разделу, хочу предупредить: не надо тратить слишком много времени на отстройку и обработку каждого инструмента ритм-секции, поскольку в общей картине они все равно будут звучать по-другому. Всегда есть большой соблазн сделать звучание каждого инструмента по возможности более впечатляющим, вывести его в ближний план; но тогда ничего не останется на дальнем плане, а без этого в музыке не будет ни контраста, ни перспективы.

## Обработка вокала

Существует очень мало вокалистов, которые могут управлять динамикой своего пения и поэтому не нуждаются в компрессии. Несмотря на то, что компрессия была применена при записи, вполне возможно, что при микшировании потребуются применить ее опять. Следите, чтобы излишняя компрессия не подтянула шумы ленты. Лучше всего применить гейт или компрессор со встроенным экспандер-гейтом. Установите достаточно быстрое время атаки гейта, чтобы не "проглатывались" начала слов. Время восстановления должно быть достаточно длинным, чтобы слова или фразы, которые звучат тише к концу, не обрезались преждевременно. Возможно, что иногда гейт будет включаться, реагируя на звуки вдоха или на фонограмму, которую подавали в наушники вокалисту. Но в девяти случаях из десяти это не требует дополнительной коррекции, поскольку в общей картине этого не будет заметно. Пусть лучше пройдет несколько нежелательных звуков, чем будут постоянно "проглатываться" начала или концы слов.

Эта причина является одной из основных, почему гейт применяется чаще при микшировании, чем при записи.

Если неправильно установить параметры гейта при записи, то можно совершенно испортить неплохое исполнение. Использование гейта при сведении, а не при записи дает

необходимую свободу действий, а также возможность отрезать при помощи него шумы ленты, которые могут присутствовать.

Применение компрессии не только позволяет сделать пение разборчивым и гармонирующим с остальными инструментами, но и создает эффект ближнего плана, интимности. Если у вас на нескольких треках записаны подпевки, которые вы хотите компрессировать, то сведите их в стереоподгруппу на консоли и включите компрессор в разрыв подгруппы. Вы не сможете управлять компрессией каждого голоса подпевки, но можно будет менять средний уровень подпевок.

Вокал обычно записывают "сухим", поэтому, чтобы создать впечатление о пространстве, при микшировании необходимо добавить некоторое количество реверберации. Однако, если на то нет особых причин, не следует делать слишком много реверберации: это удалит вокал, слова станут неразборчивыми. Отражения заполняют пространство, так же, как и отдельные инструменты. Музыке требуются не только звуки, но и пространство.

Лидер-вокал обычно помещают близко к центру панорамы (впрочем, ничто не мешает здесь экспериментировать). Подпевки разделяются и посылаются в правый и левый каналы, чтобы показать ширину стереобазы. Если ведущий вокал звучит недостаточно сильно, то можно попросить вокалиста спеть еще раз и записать голос на другую дорожку, которую потом можно добавить к первой. Это называется "double tracking" и звучит хорошо, если вокалист способен спеть второй раз точно так же, как в первый. Если ему трудно так сделать, посоветуйте ему при повторном пении пропускать согласные в конце слов. Тогда не будет заметно, что слова кончаются не одновременно.

Если вокалист не может продублировать свое пение, тогда вам потребуется создать искусственный дабл-трек (ADT) при помощи очень короткой задержки (30-60 мс) и медленной, неглубокой модуляции. Применение дабл-трека (искусственного или настоящего) является также хорошим способом уплотнения подпевок. Если обработанные и необработанные звуки разведены в разные стороны, это создает эффект глубины и позволяет добавить реверберацию к задержанным сигналам (тонкое отличие от того, что получается, если добавить ее к исходным голосам).

Если, несмотря ни на что, голоса по-прежнему звучат неясно (из-за плотности остальной фонограммы), вы можете сделать следующее: соберите гитары и синтезаторы в стереоподгруппу, и в разрыв подгруппы включите компрессор. Если управлять компрессором при помощи внешнего сигнала (прямо с выхода микрофона или через точку разрыва), то можно работать с компрессором в режиме "ducker": это сделает возможным автоматическое управление уровнем сигнала в зависимости от уровня вокала. Время атаки должно быть очень быстрым; время восстановления регулируется на слух, чтобы добиться наилучшего восстановления громкости инструментов в конце вокальных фраз. Сигнал должен уменьшаться всего на несколько децибел, тогда контраст между вокалом и аккомпанементом будет нормальным.

**ВНИМАНИЕ:** никогда не следует таким образом управлять громкостью бас-гитары и барабанов! Это уже будет считаться техническим недостатком фонограммы: уровни все время меняются. Что бы ни происходило, костяк песни должен оставаться неизменным.

Существует довольно очевидный способ увеличить разрыв между сливающимися по звучанию инструментами: ручкой панорамирования развести их в противоположные части картинки. Однако это не является универсальным решением проблемы, так как вы всегда должны оценивать, как фонограмма будет звучать в режиме моно. Лучше сперва убедитесь, что песни хорошо слушается в моно, а затем примените разведение в стерео, чтобы еще улучшить эффект. Помните также, что чем больше реверберации вы применяете, тем менее очевиден будет стерео-эффект: не имеет значения, в какую точку панорамы помещен конкретный инструмент, поскольку отражения будут приходить из

правого и левого каналов (кроме тех случаев, когда вы специально (из музыкальных соображений) помещаете его только в один канал).

Записывая вокал, определите, нет ли у вокалиста проблем с шипящими согласными. Если такая проблема существует, то для записи следует использовать вместо дорогого конденсаторного микрофона, берущего весь диапазон, - хороший динамический микрофон с ограниченной чувствительностью к верхнему краю частот. Тогда вам не придется применять ди-эсер. Также возможно свести проблему к минимуму путем небольшого изменения положения микрофона относительно рта вокалиста (чуть выше, ниже, справа или слева).

Важно, чтобы между микрофоном и вокалистом находился экран. Он поможет справиться с другой частой проблемой - "плевками", то есть ударно звучащими звуками "б" и "п". Лучше применить импровизированный экран, а не поролоновый, который обычно входит в комплект микрофона, так как последний, как правило, не годится для этой цели.

#### Диапазон средних частот

Вокал занимает низкую середину диапазона, но гармоники, от которых зависит разборчивость слов, достигают 3 кГц. Однако не следует делать для этого провал между 200 Гц и 3 кГц. Послушайте аранжировку и удостоверьтесь, что в момент присутствия вокальной партии в фонограмме не происходит ничего такого, что могло бы сильно отвлечь слушателя от пения. Именно поэтому до сих пор популярны акустические гитары и электрогитары с одним угольным звукоснимателем (Strats): они дают яркий, определенный звук и при этом не заполняют нижнюю середину аудиоспектра шумом.

По этой же причине клавишные "подклады", в особенности многоголосые стрингс, должны звучать достаточно тихо в миксе, чтобы их воздействие оставалось почти на уровне подсознания. Если они звучат явно, то скорее всего не выполняют своей задачи, применены просто как музыкальный наполнитель, и поглощают промежутки, которые вы должны использовать для создания контраста.

Вам, конечно, уже понятно, что громадное количество ошибок может быть сделано только на этапе аранжировки. Поэтому, прежде чем начинать запись, нужно хорошо все оценить. Вовремя изменить звук инструмента или изменить часть (партию), чтобы оставить место для других - все это может иметь громадное значение для окончательного результата. Иногда достаточно сменить одно обращение аккорда на другое, и звучание становится правильным. Если действовать так, то на этапе сведения ваша работа будет по-настоящему творческой, а не просто "спасением утопающих".

Помните, что если имеются две одновременно играющие гитары с эффектом "дисторшн", ритм-гитарист должен четко "снимать" аккорды, а не "переезжать" с одного на другой. Такой простой прием превращает мусор в исполнение, полное живости.

Если вы заняты сведением в условиях, когда вы не можете управлять тем, что записано на ленте (например, ремикс), тогда используйте эквалайзер для отстройки сигналов таким образом, чтобы перехлест по частотам был минимальным. Например, вы можете обрезать верх в звуке гитары "дисторшн", чтобы она звучала менее визгливо, или, наоборот, срезать нижнюю границу у гитары, звучащей мутно, или у клавишной партии, чтобы прекратить их "соревнование" с вокалом или бас-гитарой. Можете работать с компрессором в режиме "ducker". Но лучше, если у вас есть возможность сразу правильно снимать звук с источника. На мой взгляд, ценность применения эквалайзера слишком преувеличена, его нужно применять только в тех случаях, когда требуется, чтобы сигнал не звучал естественно. Используйте эквалайзер для того, чтобы сделать хорошие сигналы еще лучше, а не затем, чтобы пытаться спасти плохие.

Если сигналы, записанные на ленту, звучат безжизненно (как это часто бывает в случае прямого включения лидер-гитары или ритм-машины), при этом добавление реверберации не придает им живости, попытайтесь сделать следующее: проиграйте запись данной дорожки через комбик в "живой" комнате, сигнал с усилителя снимайте при помощи микрофона. Если у вас нет свободных дорожек, чтобы записать полученный сигнал, делайте эту операцию прямо во время сведения. В зависимости от положения микрофона и от характеристик помещения, вы получите массу новых звуков, часть которых на первый взгляд могут показаться неприменимыми. Я знаю продюсеров, которым из исходного звука малого барабана обычной ритм-машины таким образом удавалось записать настоящий малый барабан. Экспериментирование - ключ к успеху. Цена его - только время, и если вы работаете в своей домашней студии, вы можете позволить себе эту роскошь.

## Помещение в стерео

Уже было сказано, что бас-барабан, бас-гитара, малый барабан и лидер-вокал должны быть помещены близко к центру панорамы. Из этого вы могли заключить, что я являюсь сторонником движения "назад к моно". Но не волнуйтесь: есть еще инструменты, которые хорошо размещаются в стерео.

Синтезаторы являются важной частью современной музыки. Их можно панорамировать в любое место. Помните: панорамирование - это не истинное стерео (многие пуристы говорят, что поп-записи панорамированы моно, а не стерео). Однако именно на панорамировании держится вся современная поп-продукция. Трудно найти записи, где много инструментов записано в настоящем стерео. Пожалуй, единственным исключением является фортепиано: один микрофон снимает басы, второй - верха. Сигналы с этих микрофонов пишутся на разные треки и панораминуются вправо и влево на этапе сведения. Можно сделать иначе: вы можете панорамировать эти сигналы, скажем, влево и по центру, чтобы у фортепиано была меньшая ширина по стерео и явное помещение слева от центра.

Почему необходимо ограничить ширину стереобазы? Дело в том, что фортепиано или ударная установка будут звучать ненатурально, если инструмент занимает весь акустический объем от левого до правого громкоговорителя - несмотря на то, что расстояние между крайними томами в ударной установке действительно составляет 10 футов, а длина фортепиано - 15 футов. Если немного уменьшить ширину, можно раздвинуть инструменты ближе к краям, что придаст глубину и пространственную градацию вашей записи. Представьте себе, что ваша звуковая сцена - это картина, с шириной и перспективой, и вы не зайдете слишком далеко.

Если какой-то инструмент должен звучать не просто левее или правее, но глубже и вдаль, то тогда надо воссоздать естественную обстановку. Звуки инструмента, находящегося на далеком расстоянии, являются менее яркими, чем те, что находятся близко. Это объясняется тем, что воздух поглощает высокие частоты. Кроме того, количество отраженного звука для них тем больше, чем больше расстояние, и тем самым тише становится основной сигнал. К тому же трудно определить направление на источник.

Чтобы имитировать это в студийных условиях, панорамируйте звук где-то ближе к центру, уменьшите высокие частоты и добавьте реверберацию или задержку. Потом уменьшите уровень сигнала относительно других инструментов. Эффект будет такой, словно звук приходит откуда-то из-за громкоговорителей.

Ревербератор позволяет создать эффект стерео из моно-источника, так как он имитирует естественный способ отражения сигнала в реальном помещении. Даже короткая реверберация, которая настолько мала, что на слух почти не заметна, помогает создать

иллюзию реального звука в реальном пространстве. Это особенно важно для синтезированных, сэмплированных звуков и ритм-машин, в спектре которых нет естественного окружения.

Многоголосые звуки стрингс могут быть далее обработаны путем добавления "хоруса" и панорамирования выходного сигнала в одну сторону панорамы, а необработанного сигнала - в другую. Это создает сдвиг задержки, что непосредственно имитирует то, как мы слышим передвигающийся источник сигнала. Создается полное впечатление перемещения. Далее, применение модуляции позволяет имитировать игру одной и той же партии двумя инструментами, причем существует небольшая разница в настройке и времени извлечения звука. Создается иллюзия, что несколько инструментов играют в унисон, поэтому эти эффекты носят название "хорус". Между прочим, похожий эффект (но звучащий гораздо более натурально) можно получить при помощи гармонизера, который создает вносит расстройку в копию исходного звука.

#### Запись на мастер-магнитофон (Mastering)

Когда вы считаете, что микс готов, не начинайте мастеринг сразу. Сделайте перерыв, послушайте несколько записей в том же стиле, что та песня, над которой вы работаете. Это поможет восстановить чувство перспективы, даст вашим ушам возможность заново адаптироваться к реальности. После этого можно опять слушать микс. Возможно, вы обнаружите, что в нем имеется две-три явные проблемы, которые вы до сих пор не обнаружили и которые остались бы в записи, если бы вы сразу после сведения начали запись на мастер-ленту.

После окончания надо послушать сведенную запись на других системах (включая автомобильную аудитехнику и высококачественные динамики "towers"). Это делается для того, чтобы убедиться, что баланс по-прежнему звучит хорошо. Если запись звучит хорошо только в вашей студии, а во всех других системах - плохо, это значит, что у вас что-то не так с системой мониторов или с самой комнатой. В этом случае надо дважды проверять каждый этап микса при помощи хорошей пары студийных наушников. Я не являюсь сторонником постоянного прослушивания в наушниках, но при помощи них можно услышать искажения и шумы, которые обычно не слышны в громкоговорителях.

Мне известно, что в некоторых студиях предпочитают прослушивать на большой громкости, но это плохой способ работы. Это не только приводит к тому, что уши вынуждены временно менять слуховые характеристики (то есть то, что вы слышите, на самом деле не является истинным звуком, идущим с ленты); но, помимо этого, длительное прослушивание на большой громкости может привести к профессиональному заболеванию слухового аппарата. Это относится также к прослушиванию в наушниках: они создают сильное звуковое давление на барабанную перепонку. Я обычно прослушиваю на такой громкости, на какой эта музыка скорее всего будет звучать у кого-нибудь дома; после чего один или два раза слушаю на большой громкости, чтобы убедиться, что ошибок в миксе не осталось. Несколько минут громкой музыки не принесут вреда, но несколько часов скорее всего это сделают!

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*