

Эффекты и обработка

Введение

Добиться качественного звука, имеющего тысячеваттную мощность, - задача не тривиальная, требующая большого опыта и знаний, приобрести которые за пять минут не представляется возможным. Настоящая глава посвящена описанию процессоров эффектов, таких как ревербератор, задержка, прибор подстройки частоты (pitch shifting), компрессор, гейт и наиболее мощный из всех процессоров - эквалайзер.

Эквализация

По мнению автора, эквализация - самый мощный из всех эффектов, несмотря на то, что он может быть менее очевиден. Более того, чем меньше заметна обработка звука эквалайзером, тем лучше.

В предыдущих главах мы подробно рассмотрели настраиваемые и графические эквалайзеры, поэтому сейчас просто напомним основные моменты. Подавление частот более эффективно по сравнению с их усилением и во многих случаях позволяет избежать самовозбуждения. Для определения частотного диапазона, с которым будет работать эквалайзер, проще в начале использовать режим усиления.

В системах звукоусиления часто применяются эквалайзеры особого типа - фильтры. Отфильтровывая с помощью HPF-фильтра суббасовые частоты, которые система звукоусиления не в состоянии воспроизводить, мы добиваемся более чистого звука.

Фильтры типа LPF позволяют отделить от сигнала шипящие и свистящие шумы, однако не стоит забывать, что чрезмерное увлечение подобной фильтрацией срезает также и полезные высокие частоты звука. Даже инструменты басового регистра, такие как бочка или бас-гитара, имеют много высокочастотных гармоник (до 10-15 kHz).

Полосовой фильтр является комбинацией фильтров HPF и LPF, причем частота обрезания HPF-фильтра меньше, чем полоса среза для фильтра типа LPF. Подобного рода фильтры применяются в случаях, когда необходимо ограничить частотный диапазон воспроизводимого сигнала, скажем вокала, для имитации телефонного звонка (полоса пропускания - 300-3500 Hz) или в прикладных системах звукоусиления, когда на первом плане стоит не качество звука, а его отчетливость.

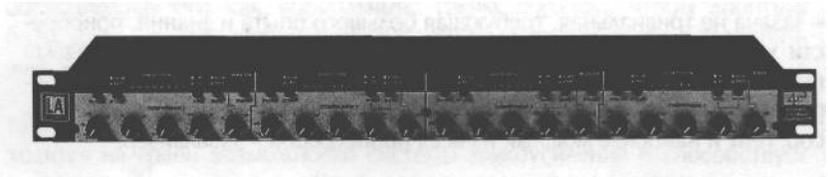
Полосовые обрезные фильтры, называемые режекторными, используются для удаления какой-либо полосы из частотного спектра сигнала. Диапазон подавляемых частот обычно очень узкий, так что они не оказывают заметного влияния на остальную часть сигнала. Как мы увидим

далее (глава 12. Проблемы и их решение), фильтры подобного типа довольно часто применяют в борьбе с самовозбуждением системы.

Компрессия

Компрессия - процесс управления динамическим диапазоном сигнала. Применяя даже не слишком глубокую компрессию, мы можем добиться требуемого сокращения динамического диапазона сигнала, что избавит нас от необходимости приобретения более дорогих усилителей. Компрессия субъективно увеличивает громкость звука, делает его более плотным и акцентированным. Работу компрессора можно уподобить автоматическому манипулированию фейдером - если сигнал становится слишком громким, то фейдер прибирается, а когда громкость становится нормальной, фейдер вводится в прежнее положение. Процесс компрессии управляется рядом параметров.

LA Audio 4C² - 4-канальный компрессор обеспечивает полосу компрессии, 2-канальный стереорежим, каскадную коммутацию.
Представляет фирма С.С.Сотрапу:
тел.: (095) 575-7444,
575-7508;
факс: (095) 575-7444



Порог (threshold*)

Этот параметр определяет уровень, при превышении которого компрессор начинает управлять усилением. Если значение уровня сигнала меньше порогового, то компрессор не должен оказывать никакого воздействия на сигнал. Значение порога определяет - будете ли вы постоянно компрессировать сигнал или обработка коснется только пиков.

Время атаки (attack time)

Этот параметр определяет, как быстро будет реагировать компрессор на сигналы с уровнем выше порогового. Хотя есть много любителей быстрой атаки, не допускающей пиков, компрессор можно использовать и в творческом плане, устанавливая более медленную атаку с пропуском начального пикового уровня (который должно выдерживать большинство систем) и управлением громкостью последующей части сигнала (при грамотно установленном пороге это позволяет добиться акцентированного звучания). Слишком быстрая атака может сопровождаться щелчками или хлопанием, в то время как более медленная позволит избежать подобных искажений.

Для получения специальных эффектов можно выставить медленную атаку и быстрое время восстановления, что чаще используется в студийных условиях записи, нежели на "живом" концерте.

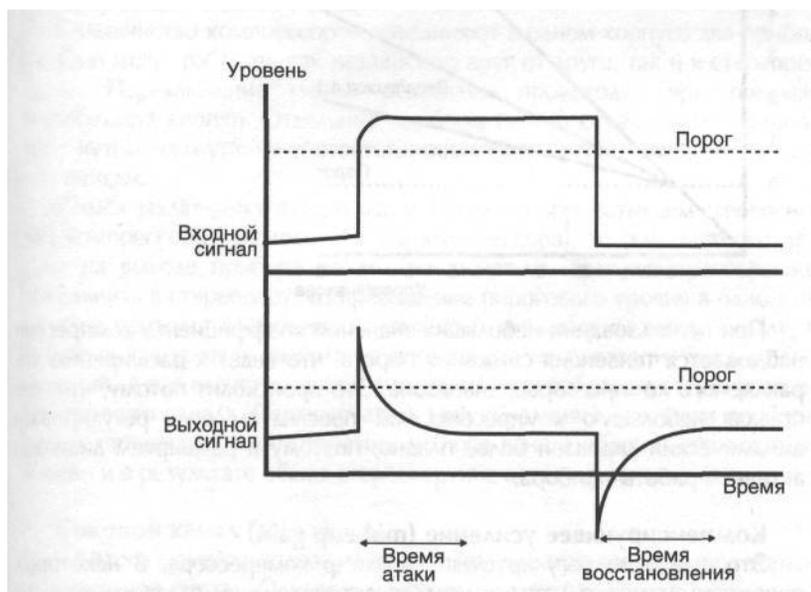
Время восстановления (release time)

Это время, за которое компрессор выходит из активного состояния после падения уровня сигнала ниже порогового. Если время восстановления большое, то компрессор будет дольше находиться в активном состоянии, постоянно воздействуя на динамический диапазон входного сигнала, что может привести к ощутимой на слух пульсации, поскольку

* Так как органы управления приборами, как правило, маркируются по-английски, в названии параметра мы приводим его английское обозначение. - *Примеч. ред.*

компрессия уже не приводит к его сглаживанию. Малое время восстановления способствует более сильному сглаживанию, но может привести к эффекту "захлебывания", если уровень сигнала постоянно колеблется в районе порогового значения. Таким образом, установка значения времени восстановления - это поиск компромисса между коротким, эффективным, осязаемым на слух и длинным, менее эффективным, мягким значениями. В качестве очень грубой рекомендации можно посоветовать устанавливать время восстановления 500 ms - промежуток между двумя долями такта при темпе 120 ударов в секунду. Это значение можно использовать как отправную точку регулировки этого параметра для музыкального материала. Аля вокала вы можете попробовать установить время восстановления в диапазоне от 1 до 2 секунд.

Некоторые приборы имеют возможность автоматической установки времени атаки и восстановления. В ряде случаев это, конечно, очень удобно, но все же желательно, чтобы прибор можно было настраивать и вручную, поскольку заводские установки не могут учесть разнообразия условий, в которых будет использоваться аппаратура (не говоря уже о вкусах того или иного звукоинженера).



Время атаки определяет скорость, с которой компрессор реагирует на превышение сигнала порогового значения. Время восстановления определяет, как быстро прибор переходит из активного состояния в пассивное.

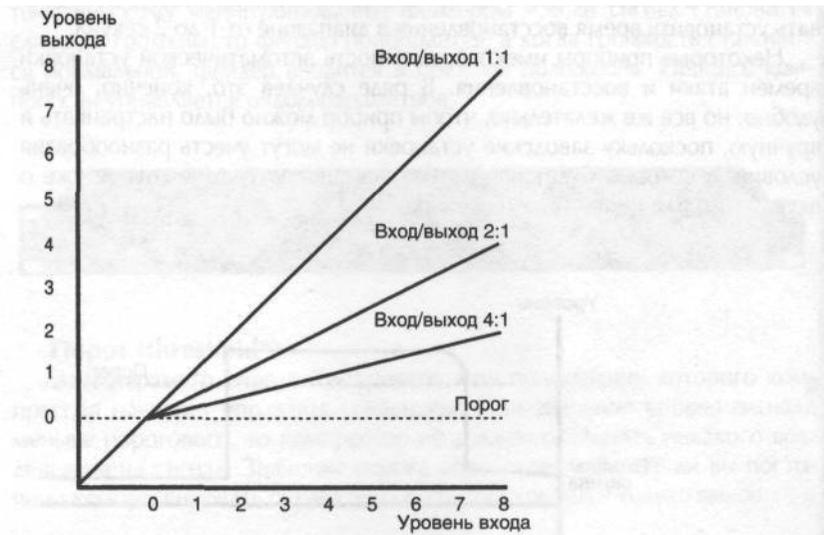
Коэффициент сжатия (compression ratio)

Этот параметр определяет степень сжатия динамического диапазона сигнала, имеющего уровень выше порогового. Компрессоры, позволяя устанавливать небольшие значения этого параметра, сужают динамический диапазон при сохранении динамики звука. Лимитеры используют настолько большой коэффициент компрессии (более чем 20:1), что уровень сигнала никогда не превышает значения порога - он практически обрезается (лимитеры в основном используются для защиты системы от перегрузки, которая может вызвать искажения или привести к выходу из строя высокочастотных драйверов).

Коэффициент компрессии 2:1 уменьшает уровень сигнала, превысившего значение порогового, в соотношении 2:1. Например, если по-

поровое значение равно +4 dB, а сигнал на входе +10 dB, то на выходе компрессора мы будем иметь сигнал с уровнем +7 dB, а пиковый сигнал +20 dB понизится до +12 dB. Теперь вы видите, как сильно может влиять компрессор на динамический диапазон сигнала. При коэффициенте компрессии 3:1 наши +10 dB превратятся в +6 dB, а +20 dB - приблизительно в +9 dB.

Если установить порог в +4 dB для лимитера, то независимо от того, насколько входной сигнал превышает пороговое значение, сигнал на выходе будет равен +4 dB. Как мы и отмечали ранее, лимитер просто ограничивает динамический диапазон значением порога.



При использовании небольших значений коэффициента компрессии наблюдается тенденция снижения порога, что ведет к расширению управляемого компрессором диапазона. Это происходит потому, что, выставляя небольшую компрессию, мы преследуем цель регулировать динамический диапазон более плавно, поэтому и расширяем диапазон активной работы прибора.

Компенсирующее усиление (makeup gain)

Это еще один регулируемый параметр компрессора. В некоторых приборах он может устанавливаться автоматически в зависимости от значений порога и коэффициента компрессии, но суть от этого не меняется. В процессе компрессии уровень пиковых (превышающих пороговое значение) сигналов снижается, что приводит к падению общего среднего уровня. Компенсирующее усиление помогает восстановить средний уровень сигнала. Увеличивая значение этого параметра, мы существенно выигрываем в усилении, поскольку усиливаем средний уровень сигнала и лишь немного сглаживаем пиковые значения. Что же касается глубины компрессии, то она определяется порогом и коэффициентом компрессии, поэтому мы можем добиться необходимых результатов, варьируя эти параметры.

Компрессор сам по себе не приносит шумов, однако как и любой прибор, изменяющий общий уровень громкости, также усиливает или подавляет уровень шума, не отличая его от полезного сигнала. Таким

образом, если прибор добавляет компрессии 20 dB, то этот эффект необходимо компенсировать за счет усиления на те же 20 dB. Вместе с полезным сигналом на 20 dB будут усилены и шумы. При достаточно больших значениях полезного сигнала шумы будут заглушаться, и только во время пауз или тихих частей шум станет заметным.

В силу этого эффекта большое значение имеет чистота исходного сигнала. Для очищения исходного сигнала от шумов перед компрессором часто включают гейт или экспандер-гейт, получая на выходе практически свободный от шумовой составляющей сигнал.

Некоторые компрессоры имеют встроенные гейты. Однако, по мнению автора, они работают недостаточно хорошо, поскольку зачастую используют те же VCA-элементы, что и компрессоры, а это приводит к конкуренции между ними. Вдобавок ко всему встроенные гейты обычно не отличаются высоким быстродействием, а единственным регулируемым параметром является порог, что не позволяет осуществлять гибкую точную настройку. Конечно, в таких случаях лучше пользоваться специальными внешними приборами.

Стереосвязь (stereo link)

Большинство компрессоров объединяют в одном корпусе два прибора. Они могут работать как независимо друг от друга, так и в стереорежиме. Переключение между режимами происходит при помощи специальной кнопки. Отдельные приборы можно объединить в стереопару путем коммутации соответствующих гнезд, расположенных на задней панели.

Смысл заключается в следующем. Когда мы обрабатываем стереосигнал компрессором (используем два компрессора), то общая стереокартина на выходе прибора не должна меняться. Если компрессоры не объединить в стереопару, то превышение порогового уровня в одном из каналов приведет к снижению громкости на выходе по этому каналу, в то время как уровень выхода другого канала не претерпит никаких изменений. А это влечет за собой смещение стереообраза в сторону необработанного канала. Переключатель Link объединяет две части прибора в одну стереопару таким образом, что оба канала обрабатываются одинаково и в результате общая стереокартина остается неизменной.

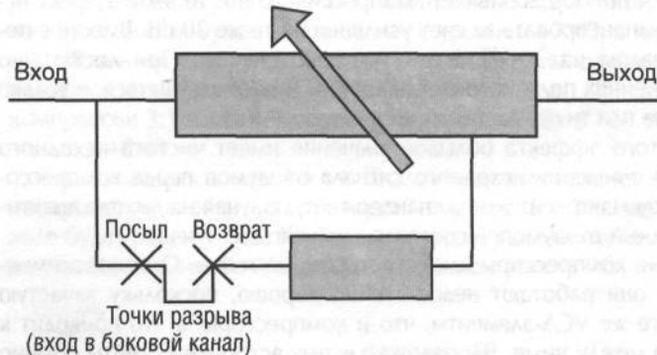
Боковой канал (side chain)

До этого момента подразумевалось, что работой компрессора управляет входной сигнал. Однако в некоторых приборах предусмотрены дополнительные входы, позволяющие управлять работой компрессора при помощи других внешних приборов, например эквалайзеров. Эти входы называются боковыми каналами и позволяют осуществлять так называемую "частотную компрессию" - некое подобие деэсцирования. Увеличивая чувствительность бокового канала к высоким частотам, несущим звуки "с" и "т" при помощи эквалайзера, мы имеем возможность управлять уровнем сигнала именно на этих частотах, подавляя свистящие и шипящие звуки (поскольку они непродолжительны, компрессия не оказывает заметного влияния на общий сигнал)*.

В боковой канал можно заводить и другие сигналы. Например, можно управлять компрессией музыки с помощью уровня речевой програм-

* Надо только не забыть установить быстрое восстановление и короткую атаку. - Примеч.ред.

Для управления основным сигналом в боковой канал можно включать различные приборы. При помощи эквалайзера — получаем дезерсную обработку сигнала. Коммутируя боковой канал с внешними источниками сигнала — управляем компрессией аналогично алгоритмам, которые используются в работе ди-джеев.



мы. При этом сигнал, входящий через боковой канал компрессора, будет понижать уровень музыкального материала (подобный алгоритм часто используется в DJ-консолях). Такая система позволяет поддерживать максимальный уровень, не затушевывая при этом вокал или речь.

Индикация

Компрессор может иметь VU-индикаторы. Обычно их можно переключать между показаниями степени компрессии и входного/выходного уровня. Поведение индикаторов зависит от того, какой параметр они отображают. Если в режиме компрессии они не показывают ничего, значит, прибор не оказывает никакого воздействия на сигнал. Если индикаторы зашкаливают, значит, вы слишком сильно компрессируете входной сигнал. Рекомендуемая степень компрессии 10 dB. Она позволяет хорошо контролировать сигнал, одновременно не нарушая естественности звучания. Если все же компрессор оказывает сильное воздействие на сигнал, попробуйте уменьшить коэффициент сжатия.

Жесткая и мягкая компрессия (hard/soft knee)

Иногда в компрессорах предусматриваются переключатели, определяющие режим компрессии (жесткий/мягкий). Они наряду со временем атаки определяют скорость реакции компрессора на превышение входным сигналом порогового уровня. При жесткой компрессии прибор максимально быстро переходит в режим наибольшего подавления сигнала (что больше свойственно лимитерам). При мягкой компрессии прибор достигает установленного режима подавления постепенно. Этот режим позволяет добиться плавного перехода из пассивного состояния в активное. Некоторые компрессоры выбирают режим работы автоматически в зависимости от входного сигнала.

Использование того или иного режима компрессии обуславливается инструментом, музыкальным стилем и эффектом, которого вы хотите достигнуть с помощью компрессора. Вполне очевидно, что для обработки вокала лучше применять мягкую компрессию, в то время как для перкуSSIONНЫХ инструментов больше подойдет жесткий режим работы. Акустические гитары обычно обрабатываются с помощью мягкой компрессии, в то время как при обработке электрогитар выбор режима зависит от стиля - вероятно, для соло, заглушенного звука и слэпа предпочтительнее жесткая компрессия, а для игры "перебором" - мягкая.



Регулировка компрессора

В качестве приблизительного руководства ниже приведен один из возможных вариантов регулировки компрессора:

- Установите параметры времени атаки и восстановления в минимальные значения для того, чтобы лучше слышать производимый компрессором эффект.
- Определите задачи, которые должен решать прибор, и в соответствии с этим выберите коэффициент компрессии.
- Установите необходимый уровень сигнала с помощью гейна и переведите встроенные гейты в режим bypass.
- Установите минимальное пороговое значение.
- Подключите входной сигнал и отрегулируйте порог, чтобы добиться желаемой компрессии. За отправную точку можно принять 10 dB компрессии.
- Отрегулируйте время восстановления, пытаясь добиться наиболее приемлемого звука. Для получения специфических эффектов можно увеличить время атаки.
- Подрегулируйте значения порога и коэффициента компрессии для достижения необходимого эффекта.
- Окончательно установите максимально допустимый уровень (с помощью гейна), необходимый для усилителя или микшера.

Использование компрессора

Каждый компрессор обычно используется лишь для одного источника, поскольку он обрабатывает только самый громкий сигнал, будь то вокал или барабаны. К сожалению, это не всегда возможно, поскольку ваш бюджет может не выдержать подобного напряжения.

Лимитер, подключенный к выходу кроссовера, позволяет обезопасить работу с сигналами высоких уровней. Компрессор на каждом из выходов кроссовера позволит поддерживать необходимый уровень сигнала по каждой частотной полосе и обеспечит их независимость друг от друга, то есть мощный бас не будет заглушать высокочастотный или среднечастотный сигнал. Мониторный сигнал также необходимо ограничивать по уровню, используя различные коэффициенты компрессии.

Вокал и гармоническая подложка - первые кандидаты для компрессии (обычно используется коэффициент 3:1). ПеркуSSIONные инструменты, бас и "пространственные" (extent) гитары обрабатываются с коэффициентом компрессии 5:1. Клавишные инструменты обычно являются заведомо скомпрессированными источниками звука, хотя клавишник имеет массу возможностей обмануть звукорежиссера, понижая уровень громкости во время контрольной проверки звука или поднимая уровень в субмикшере. Характер многих синтезированных звуков зависит от громкости. Компрессия 8:1 поможет управлять громкостью этих сигналов и обеспечит их читаемость в общем миксе.

Компрессор и самовозбуждение

Поскольку компрессор повышает средний уровень сигнала, необходимо следить за тем, чтобы система не самовозбуждалась. Усиливающий контур прибора находится в активном состоянии и во время пауз, что может привести к самовозбуждению. Единственный способ преодолеть этот неприятный эффект - повысить значение порога, чтобы понизить влияние компрессора на сигнал. Более медленная атака и восстановление также уменьшают вероятность возбуждения. Эти изменения требуют увеличения коэффициента компрессии, чтобы ее количество оставалось на прежнем уровне.

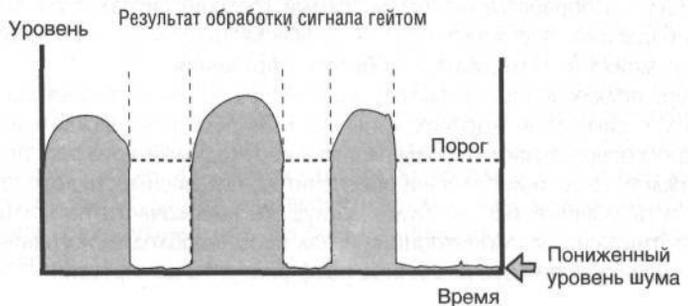
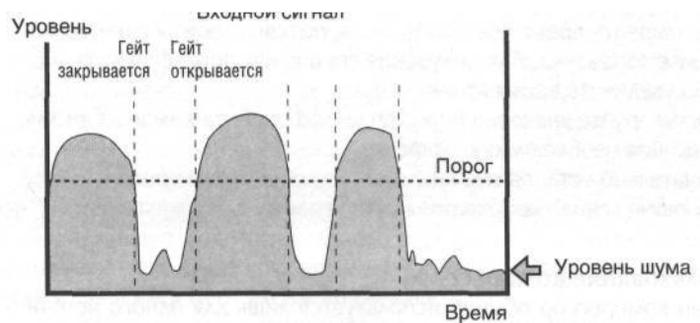
Если глубина компрессии незначительна, то у вас будет меньше проблем с самовозбуждением системы.

Гейтирование

Гейт работает аналогично компрессору с точностью до обратного. Он также действует наподобие автоматизированного фейдера, но обычно находится в пассивном состоянии.

Главное, что необходимо понимать в работе гейта, - он воздействует только на сигналы, уровень которых ниже порогового, подавляя шумы

Гейтирование. На верхней картинке показан необработанный сигнал с высоким уровнем шума, который становится заметным во время пауз. На нижней картинке показан пропущенный через гейт сигнал с пониженным уровнем шума. Заметим, что в открытом состоянии гейт наряду с полезным сигналом пропускает также и шумы.



от источника во время пауз. Принцип работы гейта очень прост: как мы уже говорили, он подавляет все сигналы, уровень которых ниже порогового. Если же сигнал превысил значение порога, то гейт не оказывает никакого влияния на звук.

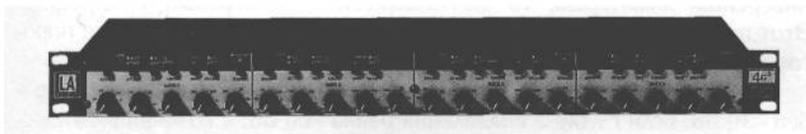
Управление гейтом

Порог (threshold)

Порог определяет уровень, выше которого гейт открывается. Если уровень сигнала падает ниже порогового, гейт снова закрывается*.

Атака (attack)

Время атаки определяет, как быстро открывается гейт при превышении сигналом порогового значения. Чаще всего мы выставляем этот параметр в минимально допустимое значение, однако в творческих целях можно умышленно завуалировать атаку звука, например, чтобы превратить слэпованный бас в безладовый.



LA Audio 4G2 - 4-канальный гейт с встроенным фильтром и режимом выборочного шумоподавления, Кен-вход.
Представляет фирма C.S. Company:
тел.: (095) 575-7444,
575-7508;
факс: (095) 575-7444

Удержание (hold)

Этот параметр определяет время, в течение которого гейт остается открытым после падения уровня сигнала ниже порогового значения. Дальнейшее поведение гейта зависит от параметра спада (release). Корректная установка этого параметра позволяет избежать непрерывного открытия и закрытия гейта в случае, когда уровень сигнала колеблется вблизи порогового значения (последствия такого поведения прибора представить нетрудно).

Спад (release или decay)

Этот параметр определяет скорость перехода гейта из открытого состояния в закрытое при падении уровня сигнала ниже порогового и тем самым регулирует скорость, с которой гейт начинает подавлять посторонние шумы. Слишком большое значение спада приводит к тому, что в звуковой тракт проникают шумы, а очень маленькое делает звук ненатуральным.

Очень просто лишиться части полезного сигнала, выставив неправильно времена атаки и (или) спада или некорректно определив значение порога.

Глубина (depth)

Для звукоусиливающих систем это очень важный параметр. При "живом" исполнении музыканты используют широкий динамический диапазон, и даже присутствие шума зала в общем сигнале играет не последнюю роль. Неправильное применение гейта может свести на нет эти немаловажные факторы концертного звука.

"Разрушающее" влияние гейта в таких ситуациях можно снизить, уменьшив глубину воздействия прибора. На самом деле, при "живом"

* Обычно у гейтов порог обладает гистерезисом, то есть имеет разницу в значениях открытия и закрытия. Как правило, порог закрытия гейта на несколько децибел ниже порога открытия. Иногда эта разница может регулироваться отдельной ручкой. - *Примеч. ред.*

исполнении нет необходимости подавлять сигнал на 60 dB, как это требуют условия студийной записи*. На концерте можно обрабатывать сигнал гейтом не так жестко. То есть при гейтировании звук не должен пропадать полностью - его достаточно немного ослабить, оставляя возможность корректировок. Необходимо также помнить о трех децибелах, для получения которых мощность усилителя должна увеличиться вдвое. Таким образом, гейт может превратить вашу 500-ваттную систему звукоусиления в виртуальную систему мощностью 1000 W**.

Коэффициент экспандирования (expansion ratio)

Обыкновенный гейт может находиться только в одном из двух состояний - в открытом или закрытом, третьего не дано. Мы можем лишь определить, насколько плотно он будет закрыт (с помощью параметра глубины гейтирования). Тем не менее гейт все равно будет иметь лишь два состояния.

Существуют экспандер-гейты. Если обычный гейт можно сравнить с инверсным лимитером, то экспандер-гейт - инверсный компрессор. Этот прибор не просто подавляет сигнал, уровень которого ниже порогового, а делает это в соответствии с уровнем входного сигнала.

Допустим, гейт имеет порог -20 dB, а уровень входного сигнала равен -30 dB. Если глубина подавления равна -60 dB, а коэффициент экспандирования 1:2, то уровень сигнала на выходе будет равен не -60 dB, как в случае с обыкновенным гейтом, а -45 dB.

Сигнал на выходе вычисляется по следующему принципу: $(-60 \text{ dB}) - (-30 \text{ dB}) = (-30 \text{ dB}) / 2$ (так как коэффициент экспандирования равен 1:2) $= (-15 \text{ dB})$; $(-30 \text{ dB}) + (-15 \text{ dB}) = (-45 \text{ dB})$.

Если на входе уровень сигнала равен -40 dB, то на выходе при прежних условиях будет сигнал уровня -50 dB.

Если на входе уровень сигнала равен -25 dB, то на выходе будет сигнал уровня $(60 - 25 = 35 / 2 = 17,5 + 25) = -42,5 \text{ dB}$.

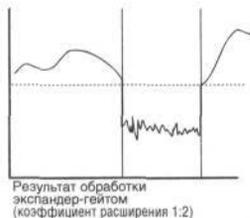
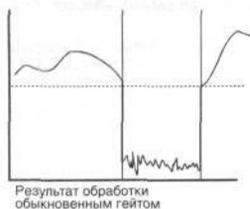
Если сигнал на входе равен +10 dB, то он будет без изменения переда на выход, поскольку его уровень выше порогового.

Таким образом, происходит фактически расширение динамического диапазона при одновременном подавлении шумов. Если предположить, что уровень шумов достаточно низкий (-60 dB), то мы говорим о системе, только расширяющей динамический диапазон входного сигнала.

Фильтры и боковой канал (side chain)

Как и в случае с компрессорами, обычно есть возможность управлять процессом не только с помощью основного сигнала, но и через боковой канал (иногда называемый key input). Подключив боковой канал к эквалайзеру, можно осуществлять частотно-зависимое управление гейтом. Эта возможность жизненно необходима для звукоусиливающих систем, уровень проникновения в которых может принимать большие значения вследствие проблем размещения аппаратуры. Довольно часто гейты имеют встроенные фильтры, в противном случае можно воспользоваться внешними.

Управляя гейтом с помощью фильтров через боковой канал, можно



Экспандер-гейт уменьшает уровень сигнала в соответствии с величиной коэффициента расширения.

* Глубина подавления в студийных условиях - также очень тонкая и не терпящая "перегибов" проблема. - *Примеч. ред.*

** Кроме того, при быстрой атаке и подавлении шумов более чем на 40 dB срабатывание гейта слышится как вполне ощутимый громкий шелчок. - *Примеч. ред.*

добиться отсутствия переключения при случайном проникновении постороннего сигнала. Конечно, это предполагает, что управляемый и управляющий сигналы имеют различный частотный спектр или уровень. При незначительных различиях этих сигналов можно попробовать усилить управляющую частоту. Может помочь и увеличение порогового значения.

Режим дакинга (duck mode)

Некоторые гейты имеют включатель дакинг-режима. Работа гейта в режиме дакинга применяется довольно редко, но если для управления использовать боковой канал, то он уподобляется компрессору, который управляющим сигналом подавляет входной сигнал.

Этот эффект можно использовать для приглушения сопровождения, когда начинается вокальная партия, и в других подобных случаях. В системах звукоусиления этой функцией пользуются довольно редко.

Регулировка гейта

Методы предварительной установки компрессора и гейта имеют много общего:

- Установите времена атаки и спада в минимальные значения. Это позволит более отчетливо слышать эффект, производимый прибором.
- Если вы используете экспандер-гейт, то определите задачи, которые он должен выполнять, и в соответствии с этим выберите коэффициент расширения.
- Введите параметр глубины гейта в максимум (для того, чтобы лучше слышать производимый прибором эффект) и отключите все внутренние фильтры.
- Установите минимальное значение порога.
- Подайте на вход гейта сигнал и отрегулируйте значение порога таким образом, чтобы гейт открывался при требуемом уровне входного сигнала. На этом этапе не следует обращать внимание на колебания сигнала, возникающие при открытии и закрытии гейта.
- Отрегулируйте параметры спада и удержания.
- Проведите более точную настройку параметров глубины и порога для достижения необходимого эффекта. Чем дольше гейт находится в открытом состоянии, тем лучше. Поэтому постарайтесь установить минимальное значение порога.

Нетрадиционное использование гейта

Наряду с обычным применением гейта для подавления шумов его можно использовать и для получения разного рода эффектов:

- Наложение динамических огибающих или ритмов на звук.
- Автоматическое панорамирование (редко используемое в системах звукоусиления) с помощью двух гейтов (соедините выход одного гейта с боковым каналом другого и наоборот, установите один из гейтов в нормальный режим работы, другой - в режим дакинга и послушайте результат подобной обработки - панорама будет автоматически переключаться).
- Понижение уровня сигнала (используйте для управления гейтом внешний источник, установив глубину гейтирования в диапазоне от 6 до 30 dB; основной сигнал будет лишь приглушаться под

Примечание

Главное, о чем необходимо постоянно помнить, – это то, что гейт управляется уровнем и не может отделить полезный сигнал от шума. При "живом" исполнении уровень звука может меняться в широких пределах, так как музыканты используют широкий динамический диапазон для придания выразительности исполняемому материалу, поэтому следует очень точно выставлять порог гейтирования. Использование небольшой глубины гейтирования поможет избежать досадных промахов при концертном исполнении.

Совет

Обработка гейтом основного стереовыхода дает небольшой эффект, поскольку на выходе практически всегда есть какой-либо полезный сигнал. Лучше обрабатывать гейтом источники по отдельности, поэтому чем больше гейтов, тем лучше (по-видимому, производители приборов охотно с этим соглашались).

воздействием управляющего, а не подавляться полностью, что может быть полезно для создания ритмических эффектов или автоматического понижения уровня сигнала в миксе).

- Боковой канал можно использовать для создания эффекта более точного и плотного звука нескольких инструментов. Например, предполагая, что бас должен звучать только вместе с бочкой, мы можем гейтировать бас, управляя им бочкой через боковой канал. Аналогично можно завязывать в систему бас и суббас, синтетические и "живые" духовые инструменты.

Автомьют

Если у вас имеется в распоряжении достаточное количество гейтов, то их можно использовать в качестве автоматических канальных мьютов, что способствует получению более чистого звука и предотвращает возбуждение системы неиспользуемыми активными микрофонами. Конечно, в этом случае придется много времени потратить на установку различных параметров гейтов (которые, возможно, придется корректировать и во время концерта), но это с лихвой окупит себя в дальнейшем. Чем больше внимания будет уделено этой проблеме, тем меньше неприятностей ожидает вас на концерте.

Реверберация

Вам может показаться, что работа в помещении с естественной реверберацией не требует применения приборов имитации объема, однако это не совсем верно. При установке звукоусиливающих систем особое внимание уделяется борьбе с отраженным звуком, который приводит к нежелательным эффектам (самовозбуждение, "гребенчатая" фильтрация и другие интерференционные эффекты). Приходится прикладывать максимум усилий, чтобы получить прямой сигнал от динамиков. Аналогично необходимость расположения микрофонов на небольшом расстоянии от источников звука сводит на нет возможность использования естественной реверберации. В силу этих причин работа ревербераторов в помещениях, обладающих естественным объемом, не только оправдана, но и необходима (эти приборы не копируют естественную реверберацию того или иного помещения, а лишь немного добавляют объема, придавая звуку своеобразную окраску и делая его субъективно громче).

Ревербератор фирмы Yamaha Rev 500 обеспечивает полную стереореверберацию с независимым левым и правым каналами, 20-битные AD/DA конвертеры.
Представляет фирма Слава:
тел.: (095) 209-2193,
209-7450, 209-2195



Мы не привыкли к звуку безэховых помещений. Смысл заключается в том, чтобы звуки не толкались и не наплывали друг на друга, успевая приглушаться до возникновения следующего. В противном случае мы получим мутный размытый звук, лишенный четкости и прозрачности.

В большинстве ситуаций предпочтительнее использовать "яркую" реверберацию, так как мощный низкочастотный сигнал сам по себе обладает достаточной реверберацией и, кроме того, ухо более восприимчиво к средним частотам. Программируемые ревербераторы позволяют регулировать все необходимые параметры, так что остается только подключить прибор и приступить к работе.

Ревербераторы

Длина хвоста (decay time)

Этот параметр определяет время, необходимое для того, чтобы реверберационный сигнал упал до определенного уровня (-60 dB). Для музыки оптимальное значение длины хвоста 1,5-2,5 секунды, в то время как для речи - около 1-1,5 секунд. В любом случае нельзя допускать, чтобы реверберация смазывала ритмическую основу композиции. Нет никакой необходимости заполнять реверберацией все интервалы, единственная цель - придать звуку некоторый объем.

Будьте внимательны при работе с малыми значениями длины хвоста, часто приводящими к металлическому звучанию. В этом случае можно либо увеличить значение этого параметра и прибавить его в общем миксе, либо попытаться гейтировать сигнал.

Предварительная задержка (pre delay)

В естественных условиях звуку необходимо некоторое время для того, чтобы он преодолел расстояние от источника до отражающей поверхности и возвратился обратно. Для имитации этого процесса вводится предварительная задержка. Обычно предварительную задержку устанавливают в диапазоне от 30 до 60 ms, а затем регулируют по необходимости. Увеличение значения этого параметра приводит к эффекту эха (начинает проявляться при задержке хвоста около 100 ms).

Высокочастотное и низкочастотное демпфирование

Поверхности в зависимости от материала, из которого они изготовлены (занавески, дерево, керамика и т. д.), имеют различные коэффициенты отражения и поглощения звука, которые в свою очередь зависят от частоты сигнала. Качество ревербератора в основном определяется тем, насколько точно разработчики прибора учли все эти факторы. Для управления звуком с учетом этих акустических особенностей отражающих поверхностей используется высокочастотное демпфирование. Этот параметр имитирует "яркость" помещения, или если хотите - насколько далеко расположены занавески и шторы они или нет. В системах звукоусиления предпочтительнее использовать "яркую" реверберацию.

Диффузия

Диффузия определяет степень сложности реверберационных отражений и позволяет имитировать акустические свойства различных помещений. Неплохо иметь возможность управлять этим параметром, однако при работе с системами звукоусиления меньшая диффузия позволяет добиться более чистого звука (хотя это вопрос вкуса, и регулировка этого параметра предоставляет широкое поле деятельности для любителей поэкспериментировать). Единственное, о чем не стоит забывать, так это о том, что регулировка диффузии может коренным образом изменить общий звук, поэтому лучше потратить некоторое время на подготовку, прежде чем управлять этим параметром на концерте.

Фильтры

Многие приборы имеют встроенные фильтры, позволяющие сгладить частотные неровности реверберации. Подавление низких частот способствует получению более чистого и прозрачного звука, однако при чрезмерном увлечении этим процессом вы рискуете остаться наедине с плоским холодным звуком. Подавление высоких частот используется только для имитации "темных" (dark) помещений (что имеет смысл больше для музыки кино, нежели для "живого" исполнения).

Примечание

В звукоусиливающих системах применяйте короткое время реверберации, позволяющее музыке как бы "вдохнуть". Помните, что перед вами не стоит задача заполнить этим эффектом все интервалы. Необходимо лишь придать звуку объемность. Большое время реверберации придает звуку эффект затягивания и зависания, что в итоге может спровоцировать возбуждение системы.

Примечание

Система звукоусиления часто выигрывает от применения более "яркой" реверберации. Возможно, следует немного прибавить бас, чтобы добиться более чистых низов. В помещениях с естественной сложной акустикой лучше использовать уменьшенную реверберацию.

Уровень и баланс

В управлении уровнем нет никаких премудростей. Единственное, что может быть менее очевидно, так это то, что на приборе лучше выставлять высокий уровень и регулировать количество обработки с помощью возврата в пульте, поскольку это позволяет снизить уровень шума. По тем же причинам на вход ревербератора следует подавать сигнал достаточно высокого уровня*.

Управление балансом позволяет установить требуемое соотношение между прямым и обработанным сигналами. Если мы используем аих, то лучше устанавливать 100-процентную обработку и регулировать баланс в микшере. Если мы подключаем ревербератор непосредственно к инструменту (что нежелательно вследствие несогласованности уровней) или через пультовой разрыв канала или группы, то баланс необходимо устанавливать на самом приборе.

Некоторые устройства предоставляют возможность отдельной регулировки чистого и обработанного сигнала, но суть от этого не меняется.

Цифровая линия задержки фирмы Чатала D1030 обеспечивает качественное звучание с бортовой эквализацией; 1 вход/3 выхода конфигурация с независимыми программируемыми задержками. Представляет фирма Слами: тел.: (095) 924-0031



Эффекты, основанные на задержке

Существует много приборов обработки звука, основанных на эффекте задержки. Большинство из них можно имитировать с помощью линии задержки с регулируемыми параметрами времени задержки, обратной связи, глубины и скорости модуляции.

В больших залах задержка используется для компенсации нежелательных эффектов, вызванных ограниченной скоростью распространения сигнала, но эта проблема будет рассмотрена подробнее несколько позже.

Сейчас же мы вкратце рассмотрим параметры каждого из эффектов.

Таблица параметров приборов, основанных на принципе задержки

	Время задержки	Обратная связь, %	Скорость модуляции	Глубина
Slapback				
echo/reverb	80–120 ms	60–90	0	0
Delay	>120 ms	0	0	0
Echo	>120 ms	50–99	0	0
ADT	30–60 ms	0	20–40	30–70
Chorus	30–45 ms	0	30–70	40–80
Flanging	5–15 ms	50–99	40–70	70–95
Phasing	1–5 ms	40–80	10–50	60–90
Warble	>50 ms	любая	5–60	80–99
(трель)				

Описание эффектов

Delay (задержка) - повтор звука, как будто его воспроизвели дважды (большое время задержки, для обработки звуков различной продолжительности).

* Не забывая о том, что большинство ревербераторов не терпит даже малых перегрузок по входу. - Примеч. ред.

Echo (эхо) - ряд повторов звука с постепенным затуханием (подобно крику в горах).

Slapback echo (очень сжатое эхо) - эхо с несколькими повторениями, подобен эффекту задержки между двумя головками магнитофона.

Reverb (реверберация) - имитация естественного объема (например, зала или комнаты). Этот эффект отсутствует только на открытом воздухе (в поле) или в специально оборудованном безэховом помещении.

ADT (artificial double tracking - искусственное дублирование трека) - имитация дубля (как будто музыкант исполнил что-либо дважды). Поскольку человеческой природе не свойственны абсолютно идентичные повторы, эффект слегка модулируется, в результате чего дубль несколько отличается от оригинала.

Chorus (хорус) - эффект, имитирующий исполнение несколькими музыкантами одного и того же произведения (смотри ADT).

Flanging (флэнжер) - имитация исполнения произведения музыкантом, находящимся на другом конце длинного тоннеля.

Phasing (фазер) - более мягкий эффект, чем флэнжер, достигаемый за счет более плотной "гребенчатой" фильтрации и в основном влияющий на высокие частоты. В естественных условиях такого эффекта можно добиться, придерживая рукой одну из катушек магнитофона.

Warble (трель) - эффект, производимый очень быстрыми изменениями частоты сигнала.

Время задержки

Если вы собираетесь обрабатывать звук с помощью эффектов задержки или эха, необходимо учитывать темп исполняемого произведения. Конечно, отклонение от темпа порождает интересную полиритмию, но нас больше привлекает чисто музыкальная задержка. Естественно, можно установить задержку и на слух, однако, если нам известен темп музыкального произведения, величину этого параметра можно вычислить по формуле:

время, приходящееся на четвертную долю такта, = $60 / \text{темп}$ в BPM (количество ударов в минуту)

Умножаем на 1000 и получаем задержку в миллисекундах. Аля того, чтобы вычислить задержку ноты другой длительности, нужно просто умножить полученную величину на соответствующий коэффициент.

Таблица задержек нот различной длительности в зависимости от темпа (ms)

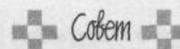
Темп, BPM	Четверть	Восьмая	Шестнадцатая	Половинная, такт 4/4	Целая, такт 4/4	Двойная, такт 4/4
130	462	231	115	923	1846	3692
120	500	250	125	1000	2000	4000
110	546	273	136	1092	2184	4368
100	600	300	150	1200	2400	4800
90	667	333	167	1333	2667	5333

Эксайтеры

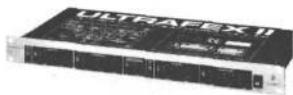
Эксайтеры восполняют дефекты звука и субъективно увеличивают его громкость. Хотя в принципе это хорошие приборы, но их применение



DQX-206 - автоматическая цифровая линия задержки фирмы Saithe (20 бит AD/DA, 24 бит процессор), автоматическое вычисление времени задержки, 2 входа, 6 выходов. Каждый выход имеет: задержку (до 2,5 сек, шаг 20 мкс), 3 фильтра: параметрический: +12 dB - 80 dB, фильтры LF и HF 12 dB/oct. Время атаки от 1 мс до 99 мс, восстановление - от 0,05 с до 5 с. Динамический диапазон >105 dB. Представляет компания АА: тел.: (095) 362-7590, 273-4081 E-mail: a4moscow@online.ru



Необходимо понимать, что порой даже небольшая обработка способна значительно улучшить качество звука. Аккуратное применение обработки способно сильно обогатить звук. Если же она применяется грубо, то это приближает ее к специализированным искусственным эффектам.



ULTRAFLEX II EX 3100 –
многоголосный прибор для улучшения
звука фирмы Behringer. Имеет
отдельные эксайтеры для высоких и
низких частот, кроме того, дополнен
энхансером, Sigcomp процессором и
шумоподавителем.
Представляет фирма i.s.p.a.:
тел.: (095) 956-1826,
956-7041
Факс: (095) 956-2309

ние в звукоусиливающей аппаратуре крайне ограничено. Эти эффекты слишком эфемерны, и их лучше ставить для индивидуальной обработки источника звука при записи*.

Существует много подобного рода приборов, и все они работают по-разному. Первые версии эксайтеров добавляли к сигналу высокочастотные гармоники подобно естественному искажению, производимому ламповыми приборами. В более поздних разработках стали применяться методы выравнивания фронта волны и фазы некоторых частотных диапазонов. Многие приборы используют комбинированный подход, добавляя еще и суббасовые гармоники.

Все эксайтеры делают нечто большее, чем просто усиление высокочастотной составляющей сигнала, и отличаются более или менее удачной обработкой звука. Если их применять довольно интенсивно, то они расстраивают звук, а некоторые производят сильно прононсированные, утомляющие слух эффекты. По своей сути они усиливают уровень шума и провоцируют самовозбуждение, а также обостряют известный синдром - большее количество оборудования, которым можно управлять, увеличивает вероятность ошибки. Если же ваш бюджет выдержит приобретение этих изысканных и утонченных приборов, тогда, конечно, их необходимо опробовать.

Гармонайзеры

Если вы используете гармонайзеры, то похоже, вы немного увлеклись и зашли довольно далеко в стремлении усовершенствовать свою систему звукоусиления. Гармонайзеры необходимо программировать, и это скорее музыкальная сторона вопроса, чем техническая, хотя их вполне можно применять для звука заднего плана.

Гармонайзеры - цифровые приборы, которые автоматически создают копии исходного сигнала, но уже на другой частоте. В старые добрые времена для достижения этого эффекта пользовались изменением скорости лентопротяжного механизма магнитофона. Современные гармонайзеры работают аналогично, за исключением того, что продолжительность звука остается неизменной. При этом качество звука дешевых приборов оставляет желать лучшего, если диапазон работы выходит за рамки всего лишь двух полутонов.

Необходимо отметить, что гармонайзеры относятся к параллельным эффектам, таким образом, мы слышим микс прямого и обработанного сигнала. Возможно, возникнет желание обработать этим прибором несколько источников, поэтому его следует подключать к системе аух, устанавливая внутренний баланс на максимум эффекта.

Первые модели гармонайзеров использовали метод фиксированной транспозиции, которая не настраивалась вручную. Однако музыка основана на ладовом принципе, а расстояние между различными ступенями лада может меняться. Разработчики **учли** этот **факт**, и в гармонайзерах последнего поколения появилась возможность программирования лада. Некоторые приборы даже могут управляться с помощью клавишных инструментов через MIDI (об этом речь пойдет немного позже).

Транспозиция на интервал меньше полутона с помощью гармонайзера может придать вокалу стройность, компенсируя неточное попадание

* В книге встречается ряд спорных утверждений. Редкость и неоправданность применения психоакустической обработки в сценической работе, на наш взгляд одно из них. - Примеч. ред.

в ноты. Легендарный гармонизер Eventide, позволяющий осуществлять транспозицию с точностью до сотых долей полутона, стал стандартом для студий при записи вокала.



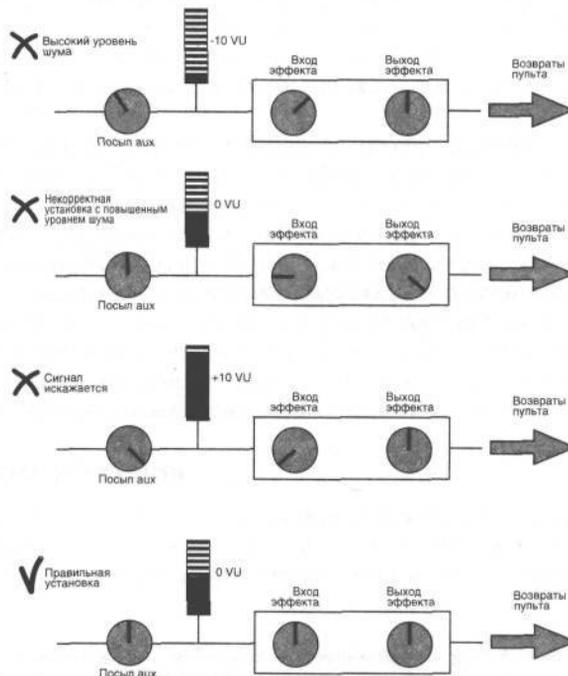
Управление эффектами

Многие современные приборы имеют встроенную память, позволяющую запоминать в ней множество пресетных установок, которые впоследствии можно использовать для управления. Если не принимать во внимание достаточно сложное программирование на начальном этапе и неприятности, связанные с потерей содержимого памяти вследствие каких-либо недоразумений, их значение в работе звукоинженера переоценить сложно. Более того, большинство современных приборов имеет возможность управления по MIDI. Это позволяет программировать устройства, выбирать содержимое памяти и даже осуществлять управление ими в режиме реального времени на расстоянии не только вручную, но и с помощью секвенсеров.

Уровни эффекторных сигналов

В системах звукоусиления любое оборудование необходимо использовать с максимальной степенью эффективности. Сильно загрязненный шумом возврат с эффекта может погубить даже самую высококачественную звукоусиливающую систему. Необходимо уделять самое пристальное внимание уровню сигнала, подаваемого на эффект,

120XP – синтезатор низкочастотных субгармоник фирмы dbx. На основе входного сигнала сам генерирует НЧ составляющие и подмешивает их к исходному материалу. При этом происходит обогащение звука по НЧ и увеличение громкости при той же мощности АС. Есть индивидуальная регулировка субгармоник в двух диапазонах (24–36 Hz и 36–56 Hz), отдельный вход для субвуфера. Переключаемый кроссовер на 80 или 120 Hz. Симметричные входы. Представляет фирма i.s.p.a.: тел.: (095) 956-1826, 956-7041 Факс: (095) 956-2309



Все установки дают на выходе сигнал уровня 0 VU, но только одна из них приводит к хорошему результату.

Низкий уровень сигнала на входе эффекта приводит к усилению близящего шума.

Эффект управляется сигналом достаточного уровня, но низкий уровень входа на самом приборе компенсируется усилением на его выходе, что также загрязняет сигнал шумами.

Переусиление приводит к искажениям.

Пример правильной регулировки.

применяя комбинированное управление канальным и общим аих-посылами (в идеале общий регулятор аих должен быть установлен примерно на 12 часов).

Если прибор обработки имеет переключатель чувствительности или входы с различной чувствительностью, старайтесь использовать минимальную чувствительность, добиваясь необходимого уровня за счет регулировки на консоли. В противном случае вам придется понижать уровень сигнала на входе эффекта, а затем выправлять ситуацию за счет усиления в самом эффекте, либо на микшере, повышая тем самым уровень шума.

Усилители и динамики

Введение

Усилитель - симпатичный, почти пустой ящик с двумя кнопками и несколькими индикаторами. Но он - основа "живого" звука, ведь без него ничего не было бы слышно. В этой главе мы постараемся сбросить покрывало таинственности со сложных спецификаций усилителей и различных технологий их применения.

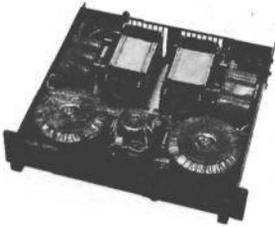
Нас мало волнует устройство усилителя с точки зрения электроники, хотя знание основ может сослужить хорошую службу. Первые усилители применяли ламповую технологию и были сушим кошмаром для гастролирующих музыкантов. Посудите сами - они состояли из множества хрупких стеклянных ламп, которые имели склонность к перегреву и довольно быстро старели, но надо отдать должное их приятному и теплomu звуку. Современные транзисторные усилители обладают чистым, свободным от шумов звуком. Позднее появились комплементарные полевые транзисторы (MOSFET). Усилители, работающие на этой элементной базе, соединили в себе достоинства звука ламповых усилителей с надежностью обыкновенных транзисторных аналогов. При этом они стоят гораздо дешевле ламповых, обладают чистым звуком и зачастую более качественно обрабатывают сигналы с короткой атакой, чем их обычные транзисторные аналоги.

Импульсные усилители (IC) еще не разработаны, но нет сомнения, что скоро наступит и их черед*. Задержка выпуска вызвана, видимо, проблемами с большой мощностью и охлаждением. Некоторые компании уже приступили к выпуску модульных усилителей мощностью несколько сот ватт с хорошими декларированными на бумаге характеристиками. Усилители этого типа обладают высокой степенью надежности и относительно дешевы. Большинство из них имеют контуры защиты от перегрева, короткого замыкания и включения без нагрузки. Подобные усилители из-за своей небольшой цены, вероятно, найдут широкое применение в качестве мониторных или в интегрированных системах динамиков и усилителей.

Коэффициент усиления

Большинство усилителей имеет очень похожие спецификации. В них производители утверждают, что их приборы обладают ровными частотными характеристиками и малыми искажениями. Что касается коэффи-

* На самом деле импульсные усилители - отнюдь не диковинка, хотя утверждение об их перспективности довольно смело. - *Примеч. ред.*



Полевые усилители мощности PSL имеют уникальную систему охлаждения в Cold Seven (Холодный куб). От 250 до 1200 W 4 Ом на канал.

Представляет фирма С.С.Стрелли:
тел.: (095) 575-7444,
575-7508;
факс: (095) 575-7444

циента усиления, то это отдельный вопрос. При рассмотрении этой характеристики необходимо обращать внимание на сопротивление нагрузки, при котором измерялся этот параметр. Подавляющее большинство динамиков имеют сопротивление 8 Ohms, в то время как коэффициент усиления обычно рассчитывается на 4-омной нагрузке по каждому из каналов (два динамика 8 Ohms, соединенных параллельно). Это означает, что мощность усилителя с парой 8-омных динамиков составит всего лишь 70 % от паспортной мощности, рассчитанной при 4-омной нагрузке. Некоторые производители указывают в спецификации суммарную мощность двух каналов при сопротивлении нагрузки в 4 Ohms, а это означает, что усилитель мощностью 1000 W будет выдавать по каждому каналу всего лишь 350 W (на 8-омной нагрузке), что, конечно, уже не производит особого впечатления на покупателя.

Кроме того, при выборе усилителя необходимо помнить о том, что все они звучат по-разному. Некоторые работают лучше с определенным типом динамиков, другие звучат лучше остальных на любых колонках. Причины такого поведения достаточно сложны, но, несомненно, связаны с переходными характеристиками (определяют, насколько быстро усилитель реагирует на изменение входного сигнала), демпинг-фактором (определяет, насколько хорошо усилитель учитывает противо-ЭАС динамиков и изменение сопротивления в зависимости от частоты сигнала), фазовой характеристикой и искажениями на всем частотном диапазоне (другими словами, насколько чисто он воспроизводит сигнал на самом деле). К сожалению, эти параметры с трудом поддаются спецификации, и приходится оценивать усилитель на слух. Нельзя выбирать усилитель, имея перед глазами только его технические характеристики. Проверьте это на практике, и вы поймете, что каждый прибор имеет свой характерный звук, зависящий еще и от конкретных динамиков.

Индикация

Не следует ожидать многого от индикаторов усилителей, однако некоторые из них имеют существенное значение. Очень удобно, если усилитель имеет индикацию питания на каждом из предохранителей, а также индикаторы наличия сигнала и искажений. Неплохо, если усилитель сигнализирует о перегреве, хотя обычно производители не предусматривают подобной возможности.

Вентиляторы работают довольно шумно, и вы легко можете определить момент, когда усилитель начинает перегреваться. В театральных условиях шум работающих вентиляторов отвлекает актеров от игры, поэтому их желательно отключать. Включение/выключение вентиляторов в усилителях зачастую сильно влияет на звук, а значит, лучше, если они находятся в одном состоянии - постоянно включены или выключены.

Предохранители

Предохранители горят довольно часто. Это может происходить из-за того, что в цепи протекает ток, значение которого выше допустимого, или предохранитель состарился, а также в силу других причин. Естественно, выяснить, где расположены предохранители и как получить к ним доступ, желательно заблаговременно, а не делать это во время концерта. Стоит удостовериться заранее, сможете ли вы отвинтить все необходимые винты (похоже, что некоторые производители нанимают для



Усилитель Crest 10001
Представляет фирма А&Т Trade:
тел.: (095) 229-3379,
779-8665



Компактный усилитель мощности фирмы Yamaha P4500 (720 W на 4 Ом) разработан по новой технологии EEE, которая позволяет значительно экономить потребляемую мощность.
Представляет фирма Слами:
тел.: (095) 209-2193,
209-7450, 209-2195

сборки приборов специально натренированных людей!). Убедитесь, что у вас есть под рукой отвертки всех необходимых типов и размеров.

Внимание!

Перед сменой предохранителей обязательно выключите усилитель и отсоедините от него шнур питания, если вы не хотите подвергнуть прибор тяжелейшему испытанию. Очень часто приходится иметь дело с предохранителями, запрятанными в розетки питания или находящимися на внутренних платах прибора. Исследуйте и эту проблему.

Автоматические предохранители

В некоторых усилителях монтируются электронные предохранители или специальные контуры, отключающие приборы в случае перегрева или перегрузки. Они срабатывают автоматически, и вам в подобных ситуациях остается только ждать. Усилитель отключается на достаточно короткий промежуток времени, но на концерте он может показаться вам вечностью.

Наиболее частая причина отключения усилителя - перегрев. Перегрев может произойти при работе усилителя на малоимпедансной нагрузке (увеличивается ток, а следовательно, и температура). Если вы нагружаете усилитель системой динамиков, общее сопротивление которых ниже указанного в спецификации, то вам некого винить, кроме самого себя. Также причиной перегрева усилителя могут стать неисправности коммутационного кабеля, динамиков или же некорректная коммутация системы (если вы пользуетесь услугами неквалифицированного персонала, а может быть, и сами в спешке что-то перепутали).

Необходимо создавать условия, способствующие самоохлаждению аппаратуры. Рекомендуется размещать усилители в стойках таким образом, чтобы расстояние между приборами было 1 U. Если вы эстет, то можно заполнить пустоты заглушками. Старайтесь не использовать для усилителей rackовые стойки с закрывающейся задней панелью, так как это ограничивает доступ к коммутационным кабелям. Неплохо разместить в rackовой стойке вентилятор, способствующий охлаждению находящихся в ней усилителей. Следите за тем, чтобы усилители находились на достаточно большом расстоянии от гардин и занавесок, способных перекрыть вентиляционные отверстия, и не устанавливайте их в местах прямого попадания солнечных лучей (при работе на открытых площадках) или света мощных прожекторов.

Мониторинг и дистанционное VCA управление

В настоящее время стало доступно управление усилителями с помощью компьютеризированных систем. Они обычно используются в сово-

Примечание

Золотое правило для усилителей - "включается в последнюю очередь, выключается - в первую". Следуя ему вы предохраните динамики от излишних перегрузок, возникающих во время переходных процессов, обусловленных включением/выключением питания, и избавите себя от неприятных сюрпризов, которые при этом может выкинуть усилитель.

купности с VCA-устройствами дистанционного управления громкостью, позволяющими работать с усилителями, расположенными на расстоянии. Некоторые из подобных систем способны даже оповещать оператора о возникновении искажений на выходе усилителя. Все это реализовано в наиболее дорогих моделях, но, без сомнения, они получат самое широкое распространение по мере того, как цены на них будут падать.

Порядок включения и выключения

Золотое правило для усилителей - "включается в последнюю очередь, выключается - в первую". Следуя ему, вы предохраните динамики от излишних перегрузок, возникающих во время переходных процессов, обусловленных включением/выключением питания, и избавите себя от неприятных сюрпризов, которые при этом может выкинуть усилитель.

После концерта желательно оставлять рэковую стойку усилителей открытой, чтобы дать приборам охладиться, или оставить включенным вентилятор на время демонтажа другой аппаратуры. Это продлит срок службы усилителей.

Системы двухполосного усиления и электронные кроссоверы

Мы уже затрагивали тему систем двух- и трехполосного усиления, а также кроссоверов. Основная идея заключается в том, что, хотя усилители и в состоянии работать со всем спектром частот, система значительно выиграет, если сосредоточить работу приборов на различных частотных диапазонах. При таком подходе у нас появляется возможность корректировать мощность усиления по каждой частотной полосе, а следовательно, искажения (или лимитирование, если оно применяется) будут ограничены только тем частотным диапазоном, в котором они возникли.

Теоретически, благодаря особенностям человеческого восприятия, для сбалансированного звучания мощность сигнала среднего диапазона должна быть равна половине мощности низкочастотного сигнала, а мощность высокочастотного сигнала должна быть еще в два раза меньше. На практике обычно придерживаются следующих пропорций - средне- и низкочастотные сигналы приблизительно равны по мощности, а мощность высокочастотной составляющей - в два раза меньше.

Мы рассматривали проблему разделения частот, однако не касались вопроса, что же происходит при изменении границ разделения диапазонов. В системах двухполосного усиления частотный диапазон разделяется на две полосы, каждая из которых подается на отдельный усилитель, а затем усиленные сигналы передаются на соответствующие динамики. Басовые динамики имеют широкую дисперсию, поэтому при их размещении не возникает особых проблем. Для средне- и высокочастотных драйверов характерна узкая дисперсия (вспомните проблемы борьбы с отражениями), а потому их направленности и расположению необходимо уделять особое внимание. Если мы повышаем частоту разделения, то низкочастотный драйвер нагружается не характерными для него частотами. Даже в том случае, когда он воспроизводит среднечастотный сигнал, область охвата зала средними частотами будет неравномерной в силу того, что при расстановке басовых колонок не обращается особого

внимания на их направленность (бас обладает широкой дисперсией). Если же понизить частоту разделения, то среднечастотный драйвер вынужден будет воспроизводить низкочастотный сигнал. Даже если точка разделения находится в диапазоне воспроизведения среднечастотного драйвера, могут возникнуть искажения (за счет повышения мощности сигнала, подаваемого на среднечастотные динамики), а высокочастотные драйверы могут попросту сгореть.

Динамики

Система динамиков - последнее звено в цепочке, по которой звук передается от исполнителей к аудитории. Динамики отличаются замысловатостью конструкции, но тем не менее таят в себе множество секретов. Если смотреть упрощенно, то динамики состоят из куска бумаги, прикрепленного к катушке, помещенной в магнитное поле. Все остальное - вариации на эту тему.

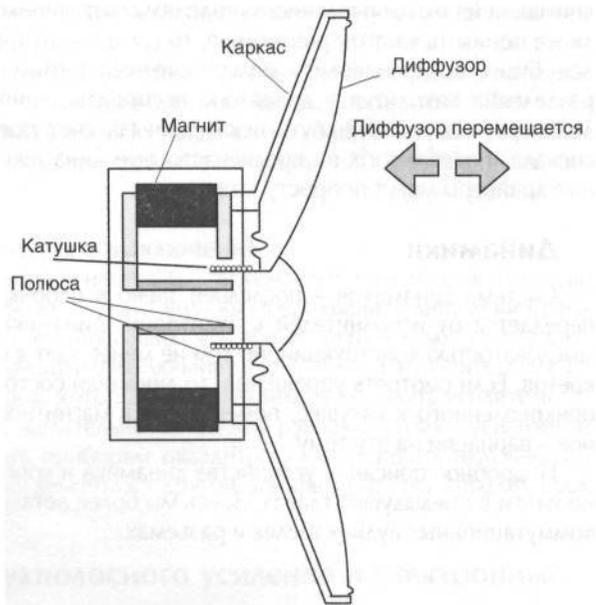
Подробное описание устройства динамика и корпусов колонок можно найти в предыдущих главах. Здесь мы более детально остановимся на коммутационных аудиокабелях и разъемах.



Для соединения усилителей и колонок следует использовать неэкранированный кабель, в противном случае емкость между проводниками и экраном приведет к существенной потере высоких частот, а также может негативно отразиться на согласовании этих двух частей звукоусиливающей системы. Очень важно, чтобы кабель мог передавать сигнал достаточно большой мощности при малом внутреннем сопротивлении (по сравнению с 8-омными динамиками), иначе нам придется смириться со значительными потерями мощности при его передаче. Например, если внутреннее сопротивление кабеля равно 8 Ohms, то при передаче сигнала от усилителя к динамику мы потеряем половину мощности (это приведет и к опасному нагреву кабеля).

Довольно часто для коммутации динамиков используются джеки, однако это далеко не идеальное решение, поскольку джеки не закрепляются специальным образом и легко выскакивают из своих гнезд, если кто-нибудь случайно зацепится за провод. Кроме того, эти разъемы ничем не отличаются от инструментальных и возрастает риск ошибочного

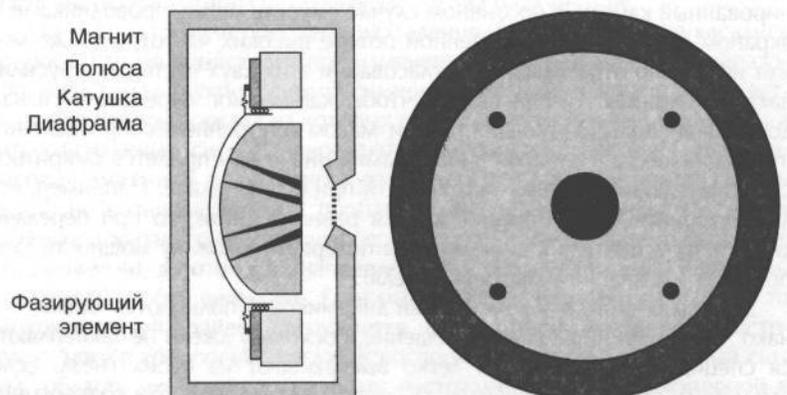
Катушка индуктивности помещена в магнитное поле постоянного магнита. Проходящий по ней ток заставляет ее перемещаться. Эти колебания передаются на приклеенный к катушке диффузор.



подключения к колонке экранированного инструментального кабеля или наоборот. Желательно использовать для коммутации динамиков специальные разъемы, которые не допускают случайного подсоединения других приборов.

Для коммутации колонок компания Neutric выпускает специальные разъемы Speakon, имеющие фиксаторы и не допускающие ошибочной коммутации с другим оборудованием. В крайнем случае можно воспользоваться 4- или 5-контактными разъемами типа XLR. Использование 3-контактных XLR разъемов (как на микрофонах) может привести к некорректной коммутации и выходу из строя различных компонентов звукоусиливающей системы, поскольку последние часто устанавливаются в спешке. Так что вам, вероятно, следует всерьез задуматься о замене коммутационных разъемов динамиков (коммутационные разъемы более детально описаны ниже).

Компрессионный драйвер предназначен для работы только с высококачественным сигналом



Сценический Мониторинг

Введение

Многие звукоинженеры недооценивают роль сценического мониторинга в условиях "живого" исполнения. Эта немаловажная деталь позволяет устанавливать требуемый баланс и устраняет необходимость утомительной и порой безрезультатной борьбы с уровнем громкости аккомпанирующих инструментов. Музыканты оценивают работу звукоинженера по качеству звука на сцене. Создание условий, позволяющих исполнителю слышать самого себя, в значительной мере обуславливает требуемый уровень аккомпанемента.

Мониторы, располагаясь в непосредственной близости от исполнителей, не требуют большой мощности. Единственная проблема - небольшое расстояние до микрофонов. К счастью, они направлены динамиками к обратной стороне микрофона, и использование направленных микрофонов плюс приближение микрофона к исполнителю снижает вероятность самовозбуждения системы.

Расфазированные мониторы

Еще один способ снижения риска возникновения самовозбуждения - использование двух стоящих рядом мониторов, работающих в противофазе (микрофон располагается между ними). В этом случае микрофон менее чувствителен к уровню громкости мониторов, поскольку сигналы противоположных фаз гасят друг друга. Однако, это практически не сказывается на том, что слышит исполнитель, поскольку звук приходит к нему с различных сторон и он слушает мониторы двумя ушами. Конечно, при такой схеме звук несколько размывается и плавает, ощущается потеря низких частот, но это с лихвой окупается возможностью увеличения мощности сигнала без самовозбуждения системы. Настоятельно рекомендуется использовать для инверсии фазы сигнала специально окрашенные провода или адаптер, а не специальные динамики или переключатель (это позволит производить быструю замену неисправного оборудования и предотвратит вероятность неправильного подключения).

Мониторы первого плана, второго плана и прострелы

Обычно корпуса мониторных колонок имеют форму трапеции, что позволяет располагать их на полу и направлять непосредственно на исполнителя, избегая излишнего загромождения сцены колонками и снижая уровень акустических отражений. Динамики мониторов должны обладать узкой дисперсией. Мощности усилителя в 100-250 W вполне

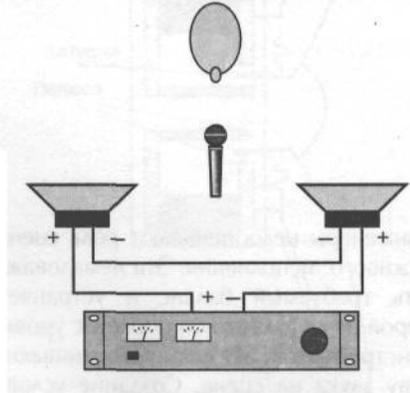
Примечание

Плохой мониторинг сцены может расстроить игру самой сложной группы. Плохой баланс мониторингового микса (низкий уровень ритмической группы и аккомпанирующих инструментов) может стать одной из причин непопадания вокалиста в ноты, неритмичной игры музыкантов и прочих неприятностей.

достаточно для озвучивания сцены*, а некоторые из моделей выполнены в виде активных колонок. Это значительно упрощает установку системы, хотя и не способствует гибкости перекрестной коммутации в случае возникновения неполадок.

Применение прострелов - еще один метод увеличения уровня громкости звука на сцене. При этом предполагается, что микс для всей груп-

Динамики соединены таким образом, что они работают в противофазе. В результате этого сигналы, приходящие с разных динамиков к звукоснимающей катушке микрофона, гасят друг друга.

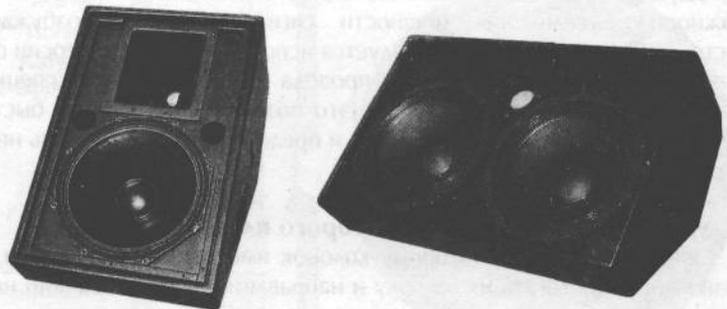


пы будет одинаковым (поэтому может возникнуть потребность в дополнительных индивидуальных мониторах), и с разных сторон сцены на уровне голов исполнителей устанавливаются обычные динамики. При таком подходе можно значительно увеличить мощность мониторинговой системы. Плюс к этому использование мониторинговых колонок одного типа с портальными увеличивает степень совместимости системы, позволяя применять идентичные установки эквалайзеров и улучшая возможности резервирования.

Прострелы. Устанавливайте микрофон под углом, способствующим повышению порога самовозбуждения.



Сценические мониторы CAB M и CAB L английской фирмы ASS. Представляет фирма С.С. Стратипу; тел.: (095) 575-7444, 575-7508; факс: (095) 575-7444

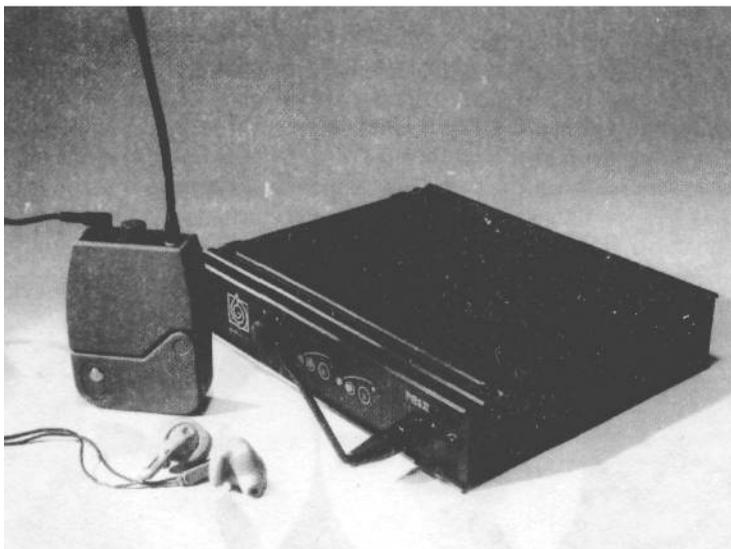


* При работе на большой сцене большого зала мощность мониторинговой системы может составлять несколько киловатт. - *Примеч. рел.*

Для снижения вероятности самовозбуждения необходимо уводить микрофон в сторону от ближайшей мониторной колонки. Допустимый уровень мониторного сигнала можно существенно повысить за счет обработки звука графическим эквалайзером. В качестве отправной точки отсчета рекомендуется принять установку эквалайзера основного выхода системы, а затем, используя один из описанных ранее методов, добиться повышения допустимой мощности мониторной системы.

Ушные мониторы

Беспроводные мониторные системы ушного типа имеют неоспоримые преимущества и уже получили широкое распространение среди профессионалов шоу-бизнеса. В них применяются практически незаметные ушные мониторы, принимающие сигнал от передатчика, работающего в радиочастотном диапазоне волн, что обеспечивает неограниченную свободу перемещения музыканта по сцене. Звук приходит непосредственно в уши исполнителю, позволяя ему устанавливать необходимый уровень сигнала без каких-либо опасений по поводу самовозбуждения системы звукоусиления или проникновения посторонних сигналов. Подобные мониторные системы обеспечивают высокое качество подзвучки и позволяют снизить уровень шума на сцене. При эксплуатации ушных мониторов необходимо уделять особое внимание безопасности музыкантов, поскольку сигнал в наушниках обладает мощностью, достаточной для того, чтобы повредить слуховой аппарат исполнителя.



Система ушного мониторинга Starwood PRS 11 позволяет каждому артисту индивидуально устанавливать уровень мониторного сигнала.

Переговорные устройства (talkback)

Переговорные устройства используются в случаях, когда несколько звукооператоров работают на расстоянии друг от друга (например, главный звукоинженер и мониторный звукоинженер), а также в театрах. Переговорные устройства дают возможность координировать действия светотехников, звукоинженеров и технического персонала, управляющего сценическими эффектами.

Встречается два типа переговорных устройств - открытые и закрытые. В открытых системах все микрофоны постоянно находятся в актив-

ном состоянии. Недостаток открытых систем - присутствие посторонних шумов, а также то, что сообщение слышит не только адресат, но и все абоненты переговорной системы. Преимущество такого подхода заключается в том, что нет необходимости проводить какие-либо манипуляции для того, чтобы выйти на связь, и не надо думать об организации системы приоритетов.

В закрытых системах необходимо пользоваться переключателем каждый раз, когда необходимо послать сообщение. Такой подход позволяет снизить уровень посторонних шумов и перекрестных переговоров.

В настоящее время появились беспроводные переговорные устройства. Как и любые радиосистемы, они должны быть соответствующим образом сертифицированы (стандарт DTI). Беспроводные переговорные системы далеки от совершенства, и за свободу перемещения по залу оператору приходится расплачиваться стабильностью связи в различных частях зала, а также постоянной заботой об элементах питания передающего и принимающего устройства.

Нередко переговорные устройства различных типов используются в артистических комнатах, давая возможность исполнителям быть в курсе того, что происходит на сцене и в зале в момент их отсутствия.

Системы воспроизведения

Введение

Довольно часто при "живом" исполнении возникает необходимость использования предварительно записанного материала (например, для бэк-треков, локальных эффектов и вставок). Ниже мы рассмотрим достоинства и недостатки используемых на сегодняшний день систем воспроизведения, включая аналоговые и цифровые магнитофоны, системы, основанные на MIDI-секвенсерах, системы записи на жесткий диск и воспроизведения с него.

Существует ряд причин, по которым приходится пользоваться фонограммой во время концерта. Аля исполнителей фонограмма позволяет создать некоторую основу произведения, уменьшая количество музыкантов и оборудования в условиях гастролей и за счет этого снижая цену на билеты. Системы воспроизведения получили широкое распространение для озвучивания театральных спектаклей и презентаций, избавляя режиссера от необходимости руководить "живым" оркестром. В некоторых случаях просто нецелесообразно использовать "живой" звук (например, размещать струнный оркестр в небольшом помещении или в момент сложных передвижений артиста по сцене при совмещении песни и танца).

Лента является удобной альтернативой загрузке длинных сэмплов в



Стандартный магнитофон Revox B77. Для воспроизведения фонограммы на концертах предпочтительнее применять катушечные магнитофоны, а не кассетные.

сэмплирующие приборы для имитации шума зрительного зала, атмосферных явлений, точечных эффектов (взрывы и тому подобное) или аплодисментов зрительного зала (для "завода" аудитории). Любая вставка может быть оптимизирована с точки зрения качества звука с использованием всех имеющихся преимуществ студийной работы. Но кроме преимуществ у такого подхода есть и свои слабые стороны. Использование фонограммы во время концерта накладывает жесткие ограничения на исполнителей, заставляя их неукоснительно следовать записанному материалу. Основная проблема - синхронизация "живого" исполнения с фонограммой (необходимо начать игру вместе с записью и придерживаться ее темпа). В этом случае магнитофон выступает в роли источника синхронизации. Если фонограмма записана на протяжении всей композиции, то музыканты должны строго придерживаться темпа записи и следовать всем ее нюансам. Решение этой задачи обычно возлагается на плечи барабанщика, которому в наушники заводится ритмическая основа фонограммы. Теоретически следовать записанному материалу проще, но при этом музыканты ограничены в выражении своих сиюминутных эмоций, отражающихся в смене темпа, изменении длины некоторых частей КОМПОЗИЦИИ и так далее. В силу перечисленных обстоятельств такой подход неприемлем для определенного рода исполнителей.

Магнитофонные вставки



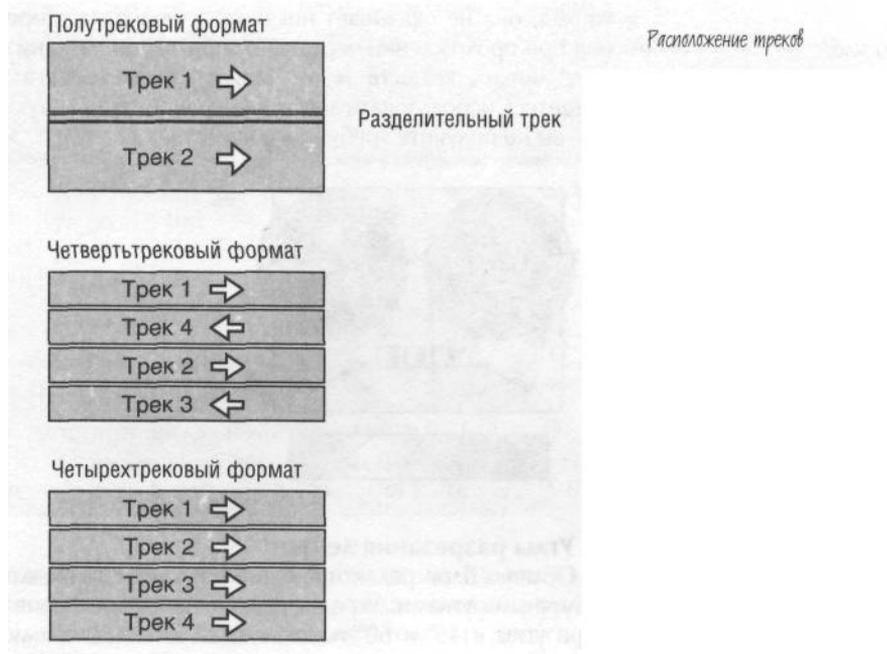
Миллитрековый миниdisc рекордер MD4 фирмы Чунгпинг предоставляет 4 дорожки цифровой записи и полную совместимость с форматом MD. Представляет фирма Слим: тел.: (095) 924-0031

Использование магнитофонов - обыкновенная практика. Предпочтительнее использовать для воспроизведения фонограммы катушечные магнитофоны с открытыми бобинами*, поскольку их можно позиционировать с большой степенью точности, а качество несравненно выше кассетных аналогов. К сожалению, при работе с катушечными магнитофонами (с открытыми бобинами) используются различные форматы. Это касается скорости записи и воспроизведения, ширины носителя и расположения треков на ленте. Наиболее широкое распространение получила магнитофонная лента шириной 1/4", однако в студиях предпочтение отдается ленте шириной 1/2". Профессиональные стандарты требуют, чтобы каждый из двух треков стереозаписи занимал половину ширины ленты, поскольку невозможно отредактировать обе стороны ленты для последующего совместного использования. В бытовых магнитофонах используется четырехдорожечный формат, позволяющий переворачивать бобину и воспроизводить стереофоническую запись в обратном направлении. Но этот формат не совпадает с четырехдорожечным форматом, используемым для получения квадрофонического эффекта.

1/4-дюймовый формат ленты

Название	Скорость	Комментарии
полутрековый	15 и 7.5 ips (38, 19 cm/s)	Сtereo (одно направление по всей ширине ленты)
четвертьтрековый	7.5 и 3.75 ips (19, 9.5 cm/s)	Сtereo (4 дорожки в различных направлениях)
4-трековый	7.5 и 15 ips (19, 38 cm/s)	4 канала (одно направление)
мультирек		

* Такое утверждение сегодня представляется несколько устаревшим. - *Примеч. ред.*



Счетчики ленты

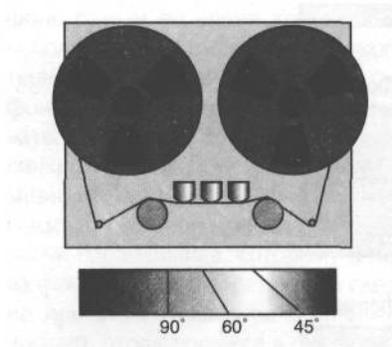
Если работа счетчика не основана на SMPTE или других синхро-кодах, то не стоит рассчитывать на точность позиционирования ленты. Истинная позиция ленты постоянно будет отставать от показаний счетчика. Это смещение даже на магнитофонах с хорошими характеристиками (достаточно дорогих) составляет 3 секунды на каждые 3 минуты воспроизведения.

Редактирование ленты

Редактирование ленты - простой процесс, требующий, однако, некоторого опыта для определения точек, в которых будет разрезаться лента. Первый этап редактирования - позиционирование воспроизводящей головки (крайняя справа, если смотреть на магнитофон с лицевой панели). Сначала запускается воспроизведение и нажимается клавиша "пауза" для грубого определения точки редактирования. Затем лента перемещается вручную вперед и назад на постоянной скорости (чтобы избежать колебаний) до тех пор, пока окончательно не будет определена требуемая точка. Затем она помечается напротив воспроизводящей головки специальным маркером, который достаточно мягок для того, чтобы не повредить воспроизводящую головку (лучше всего заметны белый и желтый цвета). "Выходная" точка редактирования (точка, к которой вы собираетесь присоединить кусок, начинающийся с ранее промаркированной "входной" точки) определяется аналогичным образом. После этого лента вынимается из лентопротяжного механизма и помещается в специальное монтажное устройство (монтажный столик на панели магнитофона, представляющий собой пластину с прецизионно отфрезерованной канавкой), разрезается (но не обрубается) под углом в маркированных точках при помощи размагниченного лезвия, а затем два конца соединяются специальной липкой лентой (в силу того, что липкая лента очень

тонкая, она не оказывает никакого влияния на скорость воспроизведения при прохождении через лентопротяжный механизм). Лента не выделяет липких веществ и не теряет своих свойств со временем. Не пытайтесь использовать для этих целей обыкновенную целлюлозную ленту - вы не получите требуемого качества!

Типичное монтажное устройство. Метка ставится напротив воспроизводящей головки либо специальным флажком, либо маркирующим блоком.



Углы разрезания ленты

Обычно блок редактирования позволяет разрезать ленту под тремя различными углами. Угол разрезания в 90° обеспечивает резкие переходы, а углы в 45° и 60° используются для гладкого монофонического и стереофонического редактирования соответственно. Смысл разрезания ленты под углом заключается в том, что это дает возможность осуществлять плавные переходы между склеиваемыми частями за счет физического кроссфейда. Большой угол используется для предотвращения сдвига стереокартины в редактируемой точке.

Совет

Старайтесь как можно меньше прикасаться пальцами как к магнитному носителю, так и к липкой ленте, поскольку находящийся на коже жировой слой неблагоприятно воздействует на них. Рекомендуется нарезать несколько кусочков липкой ленты и с помощью бритвы приклеивать их одним концом к какой-нибудь части магнитофона. Затем опять же с помощью лезвия бритвы можно взять липкую ленту за свободный конец, а после склейки осторожно вытянуть ленту из блока, расположить ее на ровной поверхности и удалить оставшийся в месте соединения воздух, несколько раз проведя по ленте пальцем.

Позиционирование ленты

Для позиционирования ленты скорость ее перемещения относительно воспроизводящей головки должна быть достаточно высока, иначе будет трудно добиться необходимой громкости и подобия изначально записанного звука. Если проигрывать ленту со скоростью, в два раза меньшей той, которая использовалась при записи, то звук опускается вниз на октаву. И наоборот - если вдвое увеличить скорость, то звук поднимется на октаву. Например, звук басового барабана, четко прослушивающийся на нормальной скорости, несколько размывается при ее уменьшении. Тем не менее он остается достаточно читаемым, и по нему легче всего позиционировать ленту при редактировании. Вам остается только точно определить позицию четвертной доли такта (для размера 4/4). Позицию остальных долей можно рассчитать. Ниже приведен пример подобных расчетов.

Темп (BPM)	Скорость ленты 38 cm/s				19 cm/s			
	Такт (4/4)		Доля (4/4)		Такт (4/4)		Доля (4/4)	
	Время, ms	Длина ленты, cm	Время, ms	Длина ленты, cm	Время, ms	Длина ленты, cm	Время, ms	Длина ленты, cm
130	1846	70,15	461,54	17,54	1846	35,08	461,54	8,77
120	2000	76,00	500	19,00	2000	38,00	500	9,5
110	2180	82,84	545	20,71	2180	41,42	545	10,35
100	2400	91,20	600	22,80	2400	45,60	600	11,40
90	2667	101,35	667	25,35	2667	50,68	667	12,68
80	3000	114,00	750	28,50	3000	57,00	750	14,25

1 ms занимает 0,038 cm (0,38 mm) ленты на скорости 38 cm/s

1 mm ленты соответствует временному интервалу в 0,2643 ms (263,4 μ s) на скорости 38 cm/s

Для скорости 19 cm/s необходимо просто разделить эти величины на 2

Коэффициент перерасчета в дюймы – 2,54

Точность

При редактировании можно достичь точности около 1,6 mm (1/16 дюйма). При скорости 38 cm/s это означает, что редактирование осуществляется с точностью до 0,42 ms. Для сравнения - точность редактирования с помощью SMPTE-кадров имеет дискретность 40 ms при 25 кадрах в секунду. Таким образом, чтобы при цифровом редактировании добиться точности, сравнимой с аналоговым процессом, необходимо использовать субкадры (около ста субкадров на каждый кадр).

Кассетные магнитофоны

Кассетные магнитофоны не приспособлены для использования в "живой" работе. Это объясняется тем, что они не представляют возможности точного позиционирования, имеют низкое качество звука и тянут за собой множество проблем, связанных с совместимостью по скорости.

Цифровые магнитофоны

Большинство цифровых магнитофонов относится к кассетному типу, а следовательно, возникает проблема позиционирования (за исключением тех случаев, когда устройство обладает возможностью позиционировать ленту при помощи тайм-кода SMPTE, записанного на дополнительную дорожку). Редактирование цифровой записи подразумевает использование электронных средств копирования с одной ленты на другую. Хотя дублирующее цифровое редактирование (копирование комбинированных треков на чистую ленту) не приводит к потере качества (при условии, что не используется сжатие данных или обратная процедура), могут возникнуть другие проблемы.

Иногда цифровые системы позволяют работать только с точностью до одного кадра (40 ms при 25 fps), а этого явно недостаточно. Существуют цифровые магнитофоны со специальным колесом для позиционирования ленты, имитирующим функцию вращения бобин на аналоговом магнитофоне. Головной болью может стать антипиратский SCMS-код защиты копирования ваших собственных лент. Следует четко понимать, что при подобной технологии редактирования нужен еще один магнито-

Примечание

Если же не удается избежать использования кассетного магнитофона, то для записи и воспроизведения предпочтение следует отдавать кассетам Cr, поскольку они имеют лучшее качество звука по сравнению с носителями, основанными на оксидах железа, и уменьшают износ воспроизводящей головки по сравнению с другими типами кассет на металлической основе. Вы, вероятно, захотите удобным записывать каждую вставку на отдельную кассету, поскольку магнитофоны этого типа не могут похвастаться высокой скоростью перемотки ленты и удобным способом ее позиционирования.

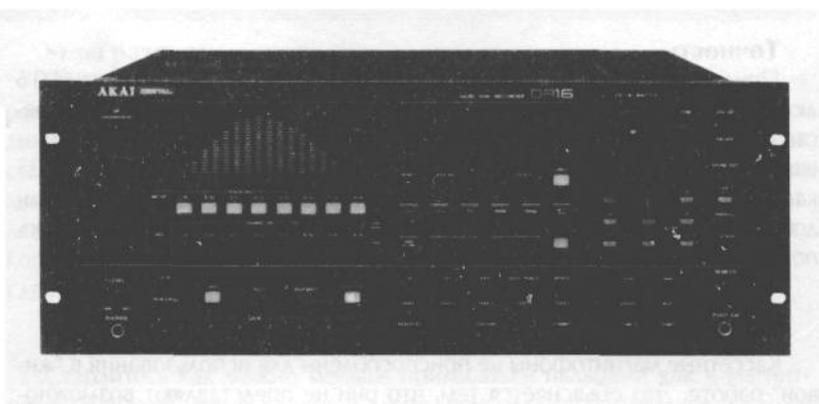
фон. При необходимости редактирования кроссфейдов, если не используется цифровая память для хранения небольших фрагментов, может потребоваться даже два дополнительных устройства.

Преимущества работы с цифровыми магнитофонами: удобный быстрый поиск фрагментов (по SMPTE тайм-коду), цифровое качество (это - вопрос спорный) и отсутствие потери качества при копировании. Итак, если все это вас устраивает, то желаю удачи*.

Запись на жесткий диск

Разработчики большинства современных систем отказываются от использования ленты в качестве носителя сигнала, поскольку по своей природе все магнитофоны (аналоговые или цифровые) предоставляют возможность только последовательного доступа к информации. Для того, чтобы из точки "А" добраться до точки "В", необходимо пройти через предшествующую ей точку "Б", а это требует времени и жестко фиксирует последовательность событий, что не всегда удобно при "живой" работе.

Устройства записи на жесткий диск Akai DR16 предоставляет возможность прямого доступа к любой части записанного материала.



С уменьшением цены и увеличением количества систем, ориентированных на работу с компьютером, устройства записи на жесткий диск становятся стандартными и относительно недорогими, поскольку не имеют прецизионных компонентов, присущих лентопротяжным механизмам магнитофонов (за исключением самого жесткого диска). Кроме того, системы записи на жесткий диск дешевле день ото дня. Преимущество работы с жестким диском состоит в том, что он позволяет осуществлять прямой доступ к любой записанной на него информации, а наличие в компьютере достаточного объема свободной памяти позволяет пользоваться всеми преимуществами неразрушающего редактирования.

За исключением того факта, что компьютеры более чувствительны к колебаниям напряжения в сети и в них может произойти сбой из-за конфликта программного обеспечения, они не менее надежны, чем любое другое микропроцессорное оборудование.

* Сегодня в качестве "фонограммных" носителей с успехом используются DAT-магнитофоны и мини-диски. Последние звучат несколько хуже, чем DAT, но обладают повышенной надежностью и удобным редактированием материала. Кроме того, приводимые автором сведения о недостаточно точном позиционировании цифровых записей в настоящее время не актуальны. Что же касается ленточных аналоговых магнитофонов, то их использование в студии, несомненно, улучшает качество звука, но рекомендация работать с бобинами на сиене явно устарела. - *Примеч. ред.*

Для записи одной минуты монотрека (16 бит при частоте сэмплирования 44,1 kHz) без сжатия информации требуется 5 Mb памяти. Таким образом, жесткий диск объемом 500 Mb может вместить 100 минут монофонического аудиоматериала, 50 минут стереозаписи или 12,5 минут 8-канальной записи. Объем памяти системы можно расширять за счет дополнительных жестких дисков. В настоящее время появились специальные модели жестких дисков типа AV (аудио-видео), которые позволяют передавать данные с постоянной скоростью, что очень важно для аудиоприменений. Это позволяет решить проблемы, связанные с внутренней перекалибровкой вследствие нагрева. Использование специализированных систем записи на жесткий диск позволяет разгрузить компьютер и обеспечить более стабильную работу системы.

Прямой доступ к данным - огромное преимущество при работе в реальном времени. Кроме того, использование компьютера позволяет осуществлять визуальный контроль и управление различными параметрами системы. Компьютер предоставляет возможность делать "снимки" состояния различных компонентов (уровни громкости, установки эквалайзеров, эффекты и другие приборы) или осуществлять непрерывное автоматизированное управление поведением системы.

Существует множество различных компьютеризированных систем, и их детальное рассмотрение выходит за рамки этой книги.

Системы на основе жестких дисков

Системы на основе жестких дисков наряду с использованием в качестве звуковоспроизводящих могут применяться для практически неограниченного расширения памяти сэмплерных приборов. В области создания композиций запись на жесткий диск предоставляет широчайший набор разнообразных функций, недоступных магнитофону (копирование, повторы, переупорядочение и т.д.). Допустим, необходимо создать трек, состоящий из небольших идентичных вставок с CD. Если мы используем для этой цели магнитофон, то придется включать и выключать CD столько раз, сколько вставок должно быть в треке. В случае с жестким диском достаточно записать вставку только один раз, а затем скопировать ее в необходимые позиции трека. Системы, использующие запись на жесткий диск, позволяют осуществлять небольшие микросдвиги по времени, квантование и другие удобные функции редактирования. Некоторые системы в качестве дополнительных возможностей имеют функцию изменения темпа без влияния на частоту тона, нормализацию (оптимизацию уровней после записи) и так далее.

Сжатие данных

Сжатие - это методика уменьшения объема данных, позволяющая уменьшить объем памяти, увеличить скорость передачи, а иногда и сократить время обработки в цифровых системах. Сложность заключается в том, что сжатие в реальном времени приводит к некоторой потере данных, что соответствующим образом влияет на качество сигнала. К счастью, это влияние обычно незаметно, однако если последовательно применить несколько различных процедур сжатия (или одну и ту же несколько раз), это может в значительной степени ухудшить качество сигнала.



Сэмплер А-3000 фирмы Чатла имеет полифонию 64 голоса, мультитимбральность 16 голосов, возможность наложения голосов, AD преобразование: 16-битовое с 64-кратным оверсэмплингом, DA преобразование: 18-битовое с 4-кратным оверсэмплингом.
Представляет фирма Слами:
тел.: 209-2193, 209-7450,
209-2195

Резервное копирование

Резервное копирование - одна из самых серьезных проблем любой компьютерной системы. Возрастание объема информации усугубляет эту проблему. Если вы работаете с несколькими коллективами и используете различные установки, то увеличивается риск утонуть в большом объеме информации. В том случае, когда нет необходимости одновременного применения всех данных, неиспользуемая часть может быть заархивирована с помощью специальных устройств. В некоторых приборах есть цифровые входы/выходы, позволяющие использовать для резервного копирования обычные цифровые магнитофоны. Резервное копирование данных не предъявляет жестких требований к скорости, поэтому этот процесс использует различные компьютерные методы, позволяющие избежать ошибок при передаче.

Использование цифровых магнитофонов для резервного копирования

Заметим, что процесс создания копии жесткого диска несколько отличается от обычной аудиозаписи. Кроме собственно аудиоданных приходится запоминать много различного рода управляющей информации (порядок воспроизводимых фрагментов, темп и так далее).

MIDI

Система MIDI (Musical Instrument Digital Interface) была стандартизирована в 1983 году и совершила своеобразную революцию в области управления музыкальными приборами. Она представляет собой совокупность средств, позволяющих различным приборам общаться между собой*.

Система MIDI получила широкое распространение в секвенсерной музыке. MIDI-секвенсеры имеют следующие функции:

- Копирование и повторы различных частей музыкального материала.
- Транспонирование.
- Раздельное редактирование нот и их параметров (возможность сдвига нот на малые временные интервалы, изменение длительности, громкости и тому подобное).
- Различные методы квантования.
- Управление уровнями, мьютами, панорамированием и другими MIDI-контролируемыми параметрами.
- Работа с информацией SysEx (System Exclusive), описывающей параметры аудиопэччей.
- Изменение темпа без изменения частоты.
- Реорганизация и переупорядочивание сонгов.
- Различные режимы записи (overdub, replace) и автоматический вход в нее (punch in).
- Воспроизведение с любой точки.

Значение MIDI для систем воспроизведения трудно переоценить. Более подробно мы обсудим систему MIDI с точки зрения проблем автоматизации в следующей главе.

* Необходимо четко понимать: MIDI-сообщения не являются звуками. Они лишь содержат инструкции по управлению звуковыми модулями, эффектами и прочими компонентами звукового или светового тракта. - *Примеч. ред.*

Автоматизация и MIDI

Введение

В современных условиях приходится работать с большим количеством источников звука, что может вывести процесс управления из-под контроля. Автоматизация помогает снизить нагрузку на звукоинженера.

MIDI

Как уже упоминалось ранее, система MIDI была стандартизирована в 1983 году. Суть MIDI заключается в том, что она позволяет приборам обмениваться между собой разнообразной информацией.

Преимущества MIDI

- Многократная запись, обмен и сохранение без потери качества.
- Удобство копирования и транспонирования.
- Возможность редактирования событий.
- Транспонирование в реальном времени без каких-либо задержек.
- Изменение темпа без влияния на высоту тона.
- Прямой доступ к любой части записанного материала.
- Удобство реорганизации и переупорядочения частей музыкального материала (без необходимости прибегать к услугам бритвы или перезаписи).
- Возможность управлять другим MIDI-оборудованием (микшерами, эффектами, осветительными приборами, пиротехникой, устройствами записи).
- Возможность синхронизировать приборы с помощью указателя песни (Song pointer) или MTC без SMPTE-синхронизатора.

Недостатки MIDI

- Для получения идентичного звучания необходимо использовать то же самое оборудование, что и при записи.
- Можно записывать сигналы только MIDI-приборов. Нельзя прописать вокал, гитару, саксофон, "живые" барабаны, звуковые эффекты, хотя для этих целей можно использовать сэмплы и системы записи на жесткий диск*.
- MIDI-системы имеют компьютерную основу, а потому сильно подвержены влиянию колебаний в сети питания (в случае сбоя)

* Существуют системы, позволяющие преобразовывать вокал, звуки гитары, саксофона и барабанов в MIDI-события. - *Примеч. ред.*

Примечание

Наиболее часто MIDI-системы применяются для работы с секвенсерами. Записанный в секвенсер музыкальный материал перед воспроизведением можно подвергнуть дополнительной обработке. Однако, как мы это увидим позднее, звукоинженер может использовать MIDI и для автоматизации управления "живым" звуком.

приходится перезагружать систему заново). Для решения этой проблемы следует использовать специальные приборы бесперебойного питания - UPS (un-interruptable power supply), поддерживающие работу системы при сбоях в электросети. Это значительно повышает устойчивость работы звукоусиливающих систем, использующих компьютеры.

- MIDI-аппаратура имеет достаточно большие размеры, необходим монитор и множество коммутаций (SCSI, многочисленные MIDI-соединения).

MIDI оборудование

Очень важно знать, насколько широк диапазон приборов, работающих с MIDI:

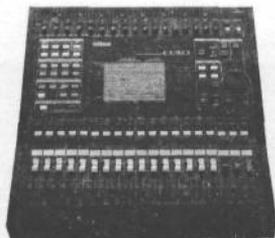
- Инструменты: клавишные; гитары, оборудованные MIDI-датчиками; духовые контроллеры; ударные и перкуссионные пэды; барабанные триггеры (датчики); пиано. В настоящее время появились даже микрофоны, позволяющие преобразовывать монофонический звук акустических источников в MIDI-ноты.
- Контроллеры виртуальной реальности.
- Эффекты: управляемые по MIDI графические эквалайзеры и фильтры, параметрические эквалайзеры, ревербераторы, задержки, мультиэффекты, компрессоры и гейты.
- Аудиооборудование: MIDI-управляемые микшеры, автоматизированные VCA-блоки.
- Другое оборудование: световые консоли, пиротехника, сценические эффекты, прожекторы и тому подобное.
- MIDI-управляющие пэды: ударные установки, ножные педали, микшерные устройства, консоли управления лентопротяжкой с кнопками, слайдерами и трекболами.

Размещение MIDI-оборудования

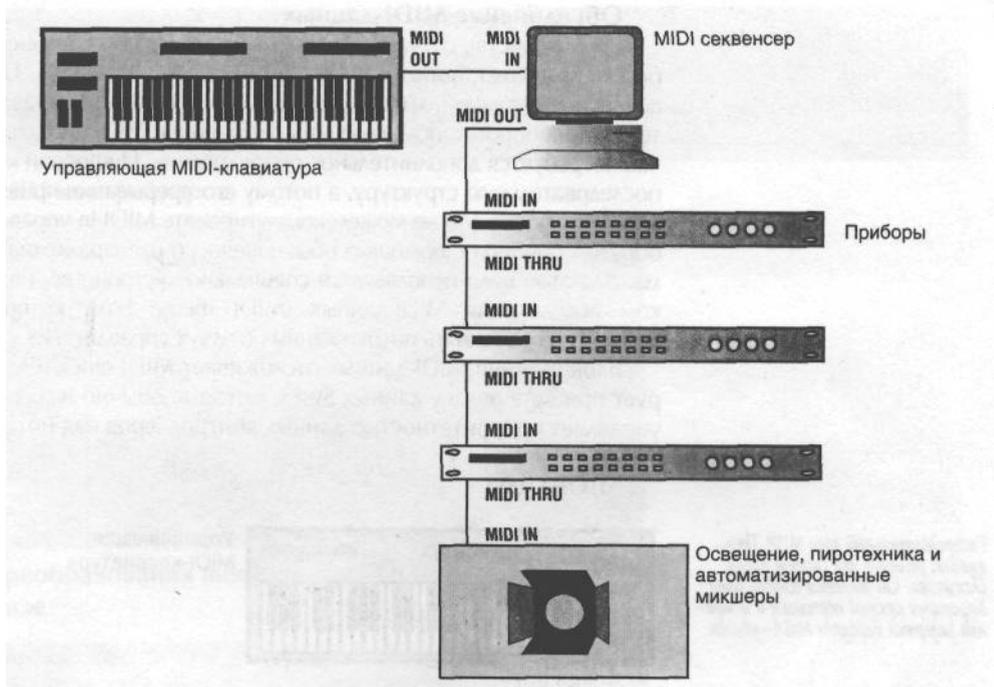
MIDI-управляющие приборы (секвенсер или управляющие MIDI-пэды) можно располагать рядом с исполнителем или звукоинженером в зависимости от того, кто хочет или может управлять тем или иным процессом. Если секвенсер используется для управления звукоусиливающей системой (кроме управления воспроизведением музыкального материала), то звукоинженер должен иметь к нему доступ. В этом случае при необходимости секвенсерные системы могут объединяться MIDI-кабелем или управляться от различных приборов (предпочтительнее использовать раздельное управление).

Если позаботиться о том, чтобы в линию не попадало фантомное питание, то можно с помощью переходников подключать MIDI-каналы к микрофонным разъемам (в целях безопасности рекомендуется использовать только 2 и 3 контакты). Микрофонный кабель идеален для передачи MIDI-сигнала (витая сбалансированная линия с защитным экраном).

MIDI-информация передается 5 V цифровыми сигналами, и использование кабелей длиной больше 40 метров вследствие падения напряжения в линии может привести к нестабильной работе системы. В этом случае необходимо прибегать к помощи специальных усилителей, подключаемых к обоим концам кабеля.



Цифровой микшерный пульт 03D фирмы Чатапа имеет 26 входов/18 выходов для полностью автоматизированного цифрового микширования. Twin RISC CPU с 32-битным DSP, 20-битный AD/DA конвертер с 8-кратным оверсэмплингом. Представляет фирма Слами: тел.: (095) 924-0031



Типичная MIDI-система

Дистанционное управление

Основное достоинство MIDI-систем в условиях "живого" исполнения заключается в возможности дистанционного управления оборудованием (MIDI-система предлагает недорогой и универсальный метод управления самыми разнообразными приборами). Далее мы подробно рассмотрим MIDI-цепочку и увидим, как отдельные приборы объединяются в систему.

MIDI-цепочка

Существует три типа MIDI-портов:

- MIDI In принимает данные.
- MIDI Out передает данные другому прибору.
- MIDI Thru передает без изменения данные, поступающие на MIDI In.

На рисунке была приведена типичная MIDI-система. Если внимательно приглядеться, можно заметить, что Out всегда соединяется с In, в то время как In может коммутироваться как с Out, так и с Thru (в зависимости от того, является прибор первым звеном цепочки или нет).

Система коммутируется последовательно в виде цепочки (от Thru к In и далее). Если объединить в цепочку более 5 приборов, станут заметны задержки в передаче MIDI-сигнала и придется коммутировать приборы через специальное устройство - распределительный блок MIDI Thru, буферизирующий и разделяющий входные сигналы одновременно на несколько выходов, обеспечивая параллельное соединение MIDI-оборудования*.

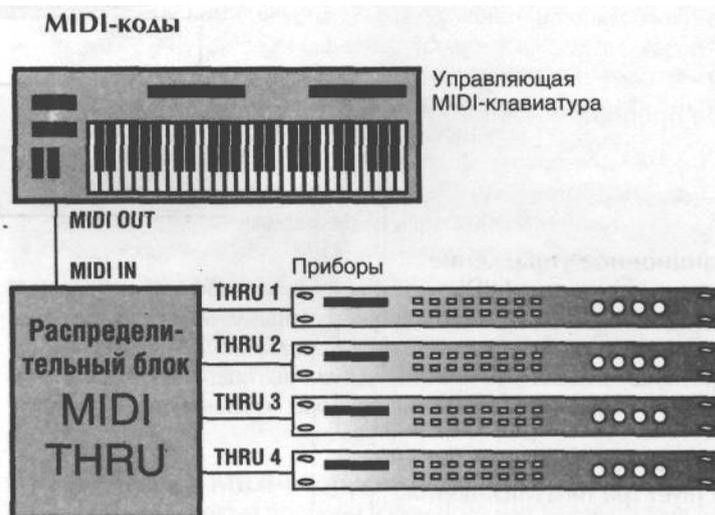
* На самом деле цифра "5" весьма условна и количество MIDI-приборов, которые можно разместить в цепочку, зависит от многих факторов. В профессиональных применениях следует использовать MIDI-интерфейсы, позволяющие работать с требуемым количеством реальных параллельных 16-канальных входных и выходных MIDI-портов, а не строить цепочки через MIDI Thru и не использовать простые дешевые сплиттеры. - Примеч. ред.

Объединение MIDI-данных

В большинстве случаев описанный выше способ соединения MIDI-приборов позволяет выполнять все необходимые функции. Однако иногда возникают ситуации, когда необходимо осуществлять управление одним и тем же прибором с помощью двух источников MIDI-сигналов. В этом случае потребуется дополнительное оборудование. Цифровой код MIDI имеет последовательную структуру, а потому его прерывание приводит к неадекватной реакции. Мы не можем коммутировать MIDI In управляемого таким образом прибора с помощью обыкновенного распараллеливающего разъема. Для этой цели используется специальное устройство, называемое блоком объединения MIDI-данных (MIDI merge box), которое позволяет корректно объединять потоки данных от двух управляющих устройств.

Блок слияния MIDI-данных отслеживает MIDI clock и MTC, контролирует прием/передачу данных SysEx, которые обычно нельзя прерывать, и управляет приоритетностью данных контроллеров над нотами.

Распределительный блок MIDI Thru – идеальное решение для систем любой сложности. Он является основой сети, буферизация каждой пересылки и устраняющая задержки передачи MIDI-данных.



В некоторых секвенсерах для обозначения контроллерной информации используются не их имена, а соответствующие им коды. Полное описание спецификации системы MIDI можно найти в справочном руководстве издательства PC Publishing "Music Technology Reference Book" (ISBN 8 70775 34 1). Ниже будут приведены коды и названия наиболее часто встречающихся контроллеров.

Номера MIDI контроллеров (cc)

Название	Шестнадцатиричное	Примечание
Program change	Cn pp	Используется для смены сцен в микшерах и эффектах
Bank change MSB	Bn 00 mm	Используется для работы с банками
Bank change LSB	Bn 20 ll	Используется для работы с банками
Controller change	Bn cc vv	Смотрите приведенные ниже коды контроллеров
Pitch bend	En ll mm	Центральное положение = En 00 40
где:		
n - номер MIDI-канала, начиная с 0 (0 соответствует 1 MIDI-каналу)		

pp - номер программы, начиная с 0 (изменяется в диапазоне 0-7F [0-127])
 cc - номер контроллера, начиная с 0
 vv = значение
 ll - LSB (младший байт)
 mm - MSB (старший байт)

Номера MIDI-контроллеров

Название контроллера	Шестнадцатиричное значение	Десятичное значение
Volume – уровень	07	7
Panning – панорама	0A	10
Sustain – сустейн	40	64
Modulation Wheel – модуляция	01	1
All notes off – выключение звука всех нот	7B	123

Таблица преобразования шестнадцатиричных цифр в десятичные

Шестнадцатиричное	Десятичное	Шестнадцатиричное	Десятичное
0	0	8	8
1	1	9	9
2	2	A	10
3	3	B	11
4	4	C	12
5	5	D	13
6	6	E	14
7	7	F	15

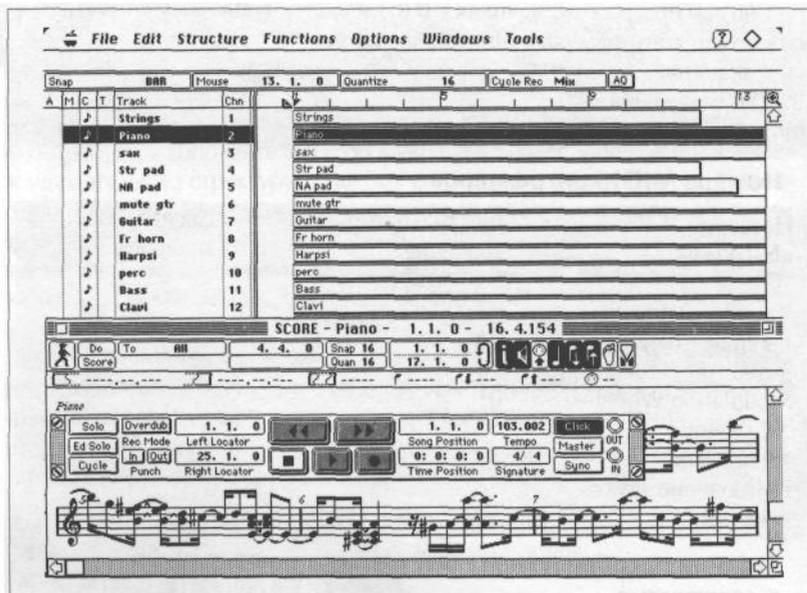
В шестнадцатиричной системе исчисления за основу берется число 16, а не 10, как это имеет место в обычной десятичной системе.

Концепция MIDI-систем

Основа концепции MIDI состоит в том, что все действия (нажатие клавиш на синтезаторе, манипулирование фейдерами на микшере или световой консоли и так далее) описываются с помощью цифр. Используя эти данные, MIDI-система позволяет управлять приборами как в реальном времени (через контроллеры реального времени), так и через воспроизведение ранее записанных данных (секвенсеры или системы автоматизации микширования).

Хотя MIDI-данные часто используются для управления звуком (и даже переключают ноты на MIDI-клавиатуре), они сами по себе его не содержат. С помощью MIDI можно даже описать сэмплерный звук, но его невозможно воспроизвести в реальном времени, как это происходит в сэмплерах. Через MIDI-разъемы аудиосигнал не передается - для этого у источника звука существуют специальные аудиовыходы.

Окно аранжировки широко распространённого секвенсера Cubase.



MIDI-информация

Существует несколько типов MIDI-информации. Наиболее очевидная - MIDI-ноты. Но кроме этого есть и другие виды, например, информация клавишных контроллеров (изменение тона и модуляция, сустейн и другие).

Program change (изменение программы)

Это наиболее полезная команда с точки зрения инженеров систем звукоусиления (иногда называется patch change). Команда program change используется также клавишниками для дистанционного управления сменой тембров синтезаторов или синтезаторных модулей. Она позволяет секвенсеру автоматически изменять звук в заданной точке или выбирать различные тембры удаленного модуля с помощью MIDI-клавиатуры в реальном времени.

Аналогичным образом с помощью этой команды инженер звукоусиляющей системы может выбирать различные пэтки эффектов и сиены микширования. Эти изменения можно проводить как в реальном времени, так и с помощью запрограммированной секвенции. Еще одна важная деталь - команде program change можно поставить в соответствие несколько эффектов. В этом случае одна команда может управлять группой эффектов, и все приборы эффектов, пользующиеся этой командой, управляются по одному и тому же MIDI-каналу (или секвенсер либо соответствующий контроллер пересылает эту команду одновременно по всем требуемым каналам).

Контроллеры

Другой важной частью MIDI-системы являются контроллеры. С помощью контроллеров можно управлять любыми параметрами MIDI-оборудования - вы получаете в распоряжение удобное средство дистанционного управления эквалайзерами, усилителями и т. п.

System exclusive

System exclusive (SysEx) - специальный тип MIDI-данных. С помощью SysEx можно управлять прибором в реальном времени, хотя лучше это делать с помощью контроллеров, поскольку они обладают более высоким быстродействием и проще в управлении. Очень важно то, что благодаря SysEx можно запоминать и восстанавливать состояние памяти прибора или сцен в микшере, записывая его в секвенсер (или другое MIDI-запоминающее оборудование). Таким образом, если кто-то перепрограммировал ваше оборудование или стерлось содержимое его памяти, для вас не составит особого труда переинициализировать прибор с помощью сохраненных ранее пресетов.

Секвенсеры

Применение MIDI-систем в основном базируется на секвенсерах. Они позволяют записывать и управлять не только музыкальным материалом. Звукоинженер может использовать секвенсерные возможности для подачи сложных команд, контролирующих работу различного рода оборудования (микшеров, эффектов, усилителей, световых приборов и консолей, пиротехники и так далее).

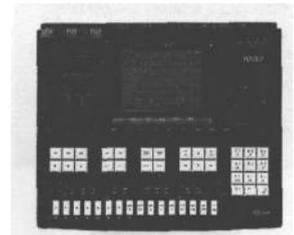
Ниже мы перечислим наиболее существенные, с точки зрения звукоинженера, возможности секвенсера:

- Визуальная индикация позиции сонга в тактах с помощью графического локатора или текстовых сообщений.
- Большое количество треков, облегчающих управление.
- Возможность именовать треки и паттерны.
- Простота позиционирования с помощью локаторов памяти.
- Мьютирующие и солирующие функции, которые можно вызывать "на лету".
- Графическая индикация состояния контроллеров.
- Сохранение данных инициализации с помощью информации типа SysEx.
- Перезапись без стирания ранее записанного материала.
- Редактирование параметров.

Единственная проблема, с которой может столкнуться звукоинженер при использовании секвенсера - отказ исполнителя использовать его при "живой" работе. Если музыканты применяют секвенсер, то музыкальный секвенсер и управляющий секвенсер звукоинженера можно синхронизировать между собой. В противном случае применение заранее запрограммированных управляющих событий затрудняется. Однако даже в этом случае можно использовать секвенсер с помощью запрограммированных для каждого сонга снимков состояния микшера, эквалайзера, эффектов. Для разных частей сонга можно запрограммировать состояние фейдеров, смену эффектов и другие параметры. В этом случае с помощью одной команды все эти параметры изменяются быстро и абсолютно точно.

Резервное копирование

При использовании любой компьютерной системы необходимо иметь резервные копии. Они могут пригодиться на случай, если потеряна информация, находящаяся на жестком диске. Необходимо иметь ко-



Секвенсер Q4 700 фирмы Yamaha
AWM 2-синтез, 32-нотная полифония, 32-частная мультитимбральность, 480 пресетных голосов, 11 наборов ударных, эффекты: Reverb, Chorus, Variation, секвенсер 110000 нот.
Представляет фирма Слами:
тел.: (095) 209-2193,
209-7450, 209-2195

Примечание

Настоятельно рекомендуем освоить управление секвенсером с помощью клавиатуры компьютера ("горячие" клавиши). Это увеличит скорость работы с секвенсером.

Примечание

Современные технологии тесно перемешались, и вполне вероятно, что, попав на такое представление, вы услышите мнение светотехника: "Да, все прошло хорошо, наш компьютер сделал звук незабываемым". Эти высказывания сродни поговоркам "ранние птицы приносят тепло" или "ветер дует потому, что деревья качаются".



Приборы SL-620 и SM-620 фирмы Sabine предназначены для борьбы с акустической обратной связью. Преобразование 16-бит AD/DA. Имеют 6 автоматических цифровых режекторных фильтров с регулируемой шириной 1/3 или 1/10 октавы. Динамический диапазон >92 дБ. Полоса частот 20 Hz-17 kHz (+/-0,75 дБ).

Новые модели цифровых приборов (20-бит AD/DA) фирмы Sabine предназначены для подавления акустической обратной связи (ПАОС). FBX-1020+ (1 канал) и FBX-2020+ (2 канала) имеют 12 режекторных фильтров на канал, что позволяет вам увеличивать уровень звука на 3-4 дБ. Динамический диапазон > 110 дБ, ширина фильтров 1/3 или 1/10 октавы.

Представляет компания А4:
тел.: (095) 362-7590,
273-4081
E-mail: a4moscow@online.ru

пию операционной системы и рабочую копию секвенсерных программ. Это может показаться обременительным, но игра стоит свеч! Настоящие профи используют параллельно работающий резервный компьютер или, что более реально, кассету с аудиоматериалом и шпаргалку с перечнем нажимаемых в экстренных ситуациях клавиш.

Прикладное оборудование

Современные шоу-представления становятся все более впечатляющими и грандиозными, интегрируя звук с системами виртуального сценического превращения, компьютерными мультимедийными системами, огромными видеоэкранами, системами обратного проецирования, перемещающимися прожекторами, компьютерной анимацией в реальном времени, генераторами изображений... Список можно продолжать бесконечно долго. В идеальном варианте за каждую технологию должен отвечать специалист в конкретной области. Существует также проблема обеспечения слаженной, последовательной работы такой системы. Поэтому взаимосвязь и планирование являются решающими факторами, определяющими удачу или провал всего представления.

Автоматическое устранение обратной связи (самовозбуждения)

Еще одна из возможных областей применения автоматизированных систем - автоматическое предотвращение самовозбуждения системы, позволяющее освободить звукоинженера от рутинного и трудоемкого процесса выявления и устранения обратной связи. Здесь звук преобразуется в цифру, и путем анализа выявляются и устраняются частоты, способные привести к самовозбуждению системы. В силу того, что прибор работает с цифрой, фильтрация происходит с высокой степенью точности (в пределах нескольких герц, независимо от частоты). Реакция пользователей на появление первых подобных приборов была очень различной - от восторга до полного неприятия. Все зависит от задач, возлагаемых на устройство. Выход один - взять у кого-нибудь на время или арендовать прибор, прежде чем решить вопрос о его приобретении. Если в ваших условиях он работает достаточно эффективно, то действительно поможет достичь более высоких уровней сигнала без риска возбуждения системы и сконцентрироваться на других проблемах, таких, как собственно микширование.



Проблемы и их решение

Введение

Природа "живого" звука такова, что даже в одном зале невозможно воссоздать одинаковые условия работы. В этой главе мы рассмотрим методы борьбы с сетевыми наводками, интерференцией (в радиочастотном и световом диапазоне), самовозбуждением, а также способы изменения акустических свойств помещения.

Интерференция

Любая система подвержена внешнему воздействию других приборов. Для "живого" звука эта проблема сильно обостряется в силу того, что приходится выступать в различных помещениях, каждое из которых таит в себе неприятные сюрпризы. Можно выделить три вида интерференции:

- Излучение.
- Индукция.
- Кабельная интерференция (сетевые наводки).

Излучение

Избежать воздействия излучения, передающегося через воздушное пространство, практически невозможно. Конечно, можно защититься от его влияния с помощью больших металлических экранов (или заземленных решеток), однако единственный реальный способ - попытаться подавить интерференцию в самом ее источнике. Это достигается за счет помещения в источник интерференции специальных емкостей и электронных компонентов переходного типа, которые рассеивают энергию, не позволяя прибору войти в режим излучения. Они могут помешаться в переключатели света, моторы и подобное оборудование. Фирмы Marlin Electronics и Radio Spares (Electroplan) занимаются производством такого оборудования. (Так как приходится работать с большими напряжениями, работу по установке подобной аппаратуры рекомендуется поручить квалифицированному электрику.)

Конечно, в процессе концерта у вас ограничены возможности что-либо предпринять. В этом случае можно попытаться отказаться от использования приборов, излучающих энергию, попробовать переориентировать их в пространстве или переместить в другое место.

Если интерференция сильно влияет на микрофонные кабели, можно снизить ее воздействие, заменив их на более дорогие, использующие четыре скрученные вместе изолированные жилы, хотя в мультикорах такие кабели не применяются. Иногда помогает уменьшение длины кабелей и

устранение их переплетении (витков), образующих воздушные петли. В подобных ситуациях оправдано и применение экранированного кабеля. Разные типы кабелей в разной степени снижают влияние интерференции. Экран из оловянной фольги дает лучший результат по сравнению с экраном из одного плетеного провода. Двойные плетеные экраны обеспечивают достаточно хорошую защиту, однако качество таких кабелей сильно зависит от фирмы-производителя. Кабели с проводящими экранами (conductive screened cables) хорошо работают не на всех частотах (как и их фольгированные аналоги), но иногда используются как сами по себе, так и для поддержки кабелей с плетеным экраном. Хотя по сравнению с кабелями, использующими фольгированный экран, эти кабели дешевле, легче и гибче, вам следует хорошенько подумать, прежде чем вы остановите свой выбор на этом типе, ведь на другой чаше весов стоит качество и стабильность звука "живого" концерта. Нет сомнения, что некоторые производители не согласятся с приведенными выше доводами и, может быть, в некоторых случаях будут правы, однако стопроцентная уверенность в том, что у вас не возникнет проблем, стоит многого. Редко когда услышишь при покупке того или иного товара: "Если у вас возникнут какие-либо проблемы с нашей продукцией, вы можете вернуть ее обратно", так что лучше перестраховаться, ведь, как говорится, "скупой платит дважды".

Радиомикрофоны

Излучение порождает проблемы и при использовании радиомикрофонов. В результате излучения появляются "мертвые" зоны и области некорректного приема радиосигнала. Для повышения стабильности радиосистем источник необходимо располагать как можно ближе к приемнику. Все, что вы можете сделать - проверить работу системы в конкретном помещении на различных радиочастотах и надеяться, что все будет в порядке. Как уже говорилось ранее, неплохо иметь в качестве запасного варианта кабельную микрофонную систему. Необходимо быть уверенным в том, что используемая радиосистема работает на разрешенных частотах. Это поможет избежать множества проблем, поскольку рабочая частота в этом случае не будет пересекаться или находиться в непосредственной близости от частотного диапазона, используемого другими радиосистемами (любительскими, системами связи, такси, и им подобными).

Индукция

Если несколько приборов расположены рядом, то они могут оказывать друг на друга влияние посредством емкостных и индуктивных эффектов. В основном ответственны за эти явления кабели, хотя существуют типы rackовых приборов, которые не должны монтироваться в одной стойке. В этом случае единственный выход - размещение приборов на достаточном удалении друг от друга. Не путайте индуктивные помехи с помехами, вызванными земляными петлями, проблемы борьбы с которыми будут рассмотрены позднее.

Для устранения индуктивного влияния между кабелями рекомендуется применять только высококачественные экранированные кабели (хотя экранирование применяется в основном для защиты от помех, вызванных излучением). Используйте, где это возможно, сбалансированные си-

стемы*. Кабели не должны образовывать петли. В местах, где невозможно избежать пересечения с кабелями высокого напряжения (сетевые провода, кабели светового оборудования и компьютеров), они должны пересекаться под углом 90°. Это способствует снижению уровня интерференционных помех. Конечно, самое кардинальное решение вопроса - увеличение расстояния между кабелями, однако это не всегда возможно реализовать на практике. Если вам удастся разнести аудиокабели и кабели осветительного оборудования по разным частям зала, то и это уже неплохо.

Наводки по сети

Даже в том случае, если вы расположили аудиокабели параллельно кабелям осветительного оборудования на достаточном расстоянии друг от друга, все равно существует возможность взаимовлияния через сетевые провода питания приборов.

Помехи могут распространяться как по воздуху, так и по сети питания и попадать в прибор через сетевой шнур. С этим видом интерференции бороться проще всего. Применение отдельных контуров источников напряжения может снять большинство проблем, однако в целях дополнительной защиты можно использовать специальные устройства развязки питания. Это небольшие коробочки, содержащие фильтры и контуры подавления переходных процессов, позволяющие минимизировать влияние интерференции этого типа.

В экстремальных случаях можно рассмотреть возможность использования различных приборов, стабилизирующих напряжение. Устойчивость работы компьютерных систем резко повышается за счет применения приборов бесперебойного питания UPS. Подобное оборудование позволяет избежать пагубного влияния колебаний напряжения в сети (10-процентное падение напряжения в сети - обычное дело).

Разделение по питанию

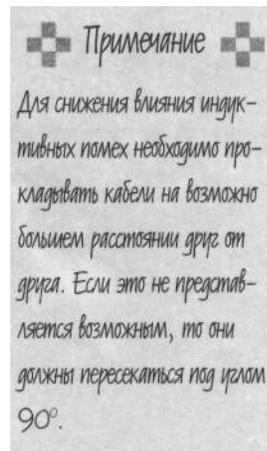
Четкое разделение по питанию играет важную роль в снижении сетевых наводок. При раздельном питании каждый прибор подключается к независимой розетке. Необходимо всегда разделять осветительные и аудиоприборы. Относитесь к этому предельно внимательно и не смешивайте различные фазы при соединении своего оборудования. К счастью, это в большинстве случаев сделать невозможно, но тем не менее делайте все необходимое, чтобы избежать такой ситуации.

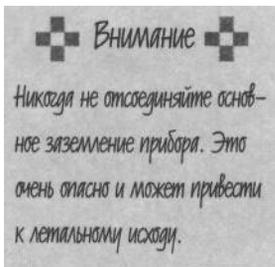
Оборудование может быть выведено из строя трехфазным питанием. Если вследствие вашей халатности произошел несчастный случай, то вас не оправдает даже соблюдение норм обычной техники безопасности (которую не следует нарушать ни в коем случае).

"Земляные" петли

При коммутации любого количества приборов (даже двух) возникает вероятность образования "земляных" петель. Даже если кто-нибудь посоветует вам сделать это, НИКОГДА НЕ ОТСОЕДИНЯЙТЕ ОСНОВНОЕ

* Автор, видимо, имеет в виду систему симметричной линии передачи сигналов. Сбалансированная линия является разновидностью симметричной - чаще всего линии балансируют с помощью симметрирующих трансформаторов. Следует также помнить, что любой кабель длиннее 5 метров должен быть симметричным. - *Примеч. ред.*





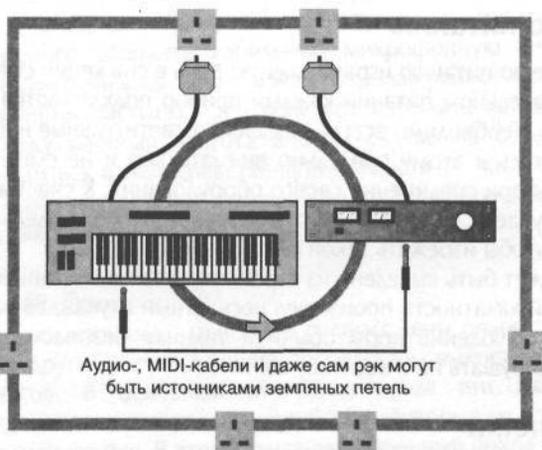
ЗАЗЕМЛЕНИЕ ПРИБОРА. Это очень опасно и может привести к летальному исходу. Существуют другие способы решения этой проблемы.

Некоторые могут уверять вас, что нет ничего страшного в том, что основная "земля" одного из скоммутированных приборов висит в воздухе, ведь другой прибор заземлен. Это не так, по крайней мере не всегда так - хотя прибор и имеет потенциал "земли", но в случае различных неполадок через него может проходить достаточно сильный ток.

Заземление - необходимая мера безопасности, и несоблюдение правил заземления к добру не приведет. Оно предотвращает возникновение высоких потенциалов на металлических поверхностях приборов. Не решайте проблемы инсталляции аудиооборудования за счет удаления основного заземления.

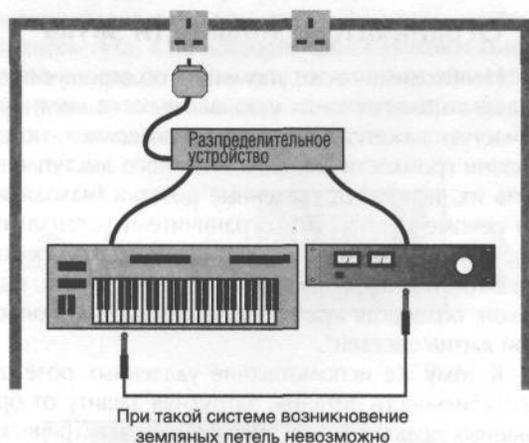
Каким же образом избежать возникновения "земляных" петель? Для начала все скоммутированные приборы должны брать питание из одной и той же точки с помощью системы блоков питания, соединенных последовательными короткими проводами. Это еще один аргумент в пользу компактного размещения оборудования. Такой подход обеспечивает максимально равный потенциал заземления. Избегайте дешевых блоков питания. Это приводит к возрастанию сопротивления соединения и не обеспечивает хорошего заземления для аудиоприменений (общее сопротивление заземления аудиосистемы не должно превышать 1 Ohm). Общее подключение снимает 60% всех проблем, связанных с "земляными" петлями.

Для начала необходимо определить источник шума - "земляные" петли, шумы самого прибора, отсутствие заземления или другие причины, например индукция. Начинать следует с изолированной системы и последовательно подключать прибор за прибором (начиная с усилителя и динамиков).



Если возникают помехи, попробуйте отсоединить сетевой шнур. Если жужжание прекращается мгновенно (а не спадает постепенно), то причина шума - "земляные" петли. Виновником возникновения этих петель может стать MIDI-кабель, а также кабель, соединяющий SCSI-оборудование. Необходимо проверить, пропадают ли помехи при отсоединении входных кабелей. Если это так, то вы знаете, с чем бороться.

В этом случае можно коммутировать приборы кабелем, в котором соединены только сигнальные контакты, а "земля" на одном из его концов висит в воздухе. В джековом разъеме экран может висеть в воздухе (в разъемах типа XLR это контакт номер 1, а в разъемах типа DIN - средний, номер 2). Помните, что это может потребоваться для всех каналов (вход, выход, дополнительные каналы). Если этот метод способствует решению проблемы, то у вас есть несколько вариантов - использовать переделанные таким образом провода, соответствующим образом модифицировать разъемы оборудования или пометить цветной лентой разъемы, которые должны соединяться кабелем без заземления экрана. У каждого метода есть свои слабые и сильные стороны, однако для мобильного использования систем звукоусиления вы скорее всего выберете наиболее гибкую и быструю в инсталляции систему с использованием незаземленного кабеля-переходника.



Система распределенного питания

Для ленивых предлагается еще один метод - последовательно соединенное с экраном сопротивление, номинал которого выше сопротивления "земляных" петель. Обычно впаивают сопротивления 100-600 Ohms, также обеспечивающее дополнительную защиту в виде проводящего экрана, который выполняет свою функцию лучше, чем экран, соединенный с "землей" только на одном конце кабеля. В конечном счете выбор того или иного метода остается за вами. Для увеличения мобильности инсталлирующей звукоусиливающей системы следует увеличить величину сопротивления, поскольку в разных залах сопротивление "земляных" петель может варьироваться в достаточно широких пределах.

Если помехи не пропадают сразу же после отсоединения провода, это может означать, что они имеют индуктивную природу или приходят с других входов или соединений. Необходимо проверить все входы, отсоединяя соответствующие кабели. Если это не помогло, проверьте расположенное рядом оборудование - не является ли оно источником индуктивных помех (довольно часто усилители мощности являются источником индуктивных наводок на процессоры эффектов, располагаясь, например, в одной с ними рэковой стойке). Еще одной причиной возникновения земляных петель могут стать металлические корпуса приборов, расположенных в одной рэковой стойке. В этом случае их следует изолировать от рэковой стойки и друг от друга.

Если же отсоединение "земли" кабеля, рассоединение входа, удаление прибора из рэковой стойки не помогают решить проблему, можно предположить, что прибор шумит сам по себе. Иногда помогает дополнительное заземление (об этом говорится ниже), поскольку собственное заземление может оказаться недостаточно качественным (т.е. "нечестный" блок питания).

"Земляные" петли или отсутствие основной "земли"?

Если вы предприняли все возможное, чтобы удалить "земляные" петли, но это не решило проблему, то, может быть, источник помех кроется в плохом заземлении прибора. Это просто проверить. Необходимо взять заземленный провод и соединить его с точкой, в которой предполагается отсутствие заземления (например, со стойкой рэка). Если это помогло, ищите причину плохого заземления или (если причину установить не удается) дополнительно заземлите прибор.

Ограничители мощности звука

Необходимо также упомянуть об ограничителях мощности звука, которые во многих залах устанавливаются местной администрацией. Хотя зачастую кажется, что они не позволяют использовать необходимые уровни громкости для того или иного выступления, тем не менее обходить их, используя удаленные розетки (находящиеся, скажем, в кухне), не рекомендуется. Эти ограничители устанавливаются, исходя из акустических свойств зала и требований закона к допустимому уровню шума в том или ином помещении. Игнорируя их, вы фактически нарушаете закон, подвергая аудиторию потенциальной опасности и лишая спокойной жизни соседей*.

К тому же использование удаленных розеток питания увеличивает нестабильность питания, затрудняя защиту от бросков по питанию, вызванных подключением энергоемких электрических приборов - духовых шкафов, холодильников, посудомоечных машин и так далее**.

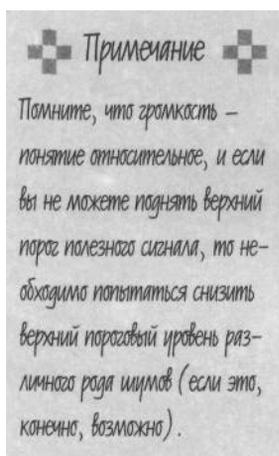
Освещение

Основной источник помех для аудиосигнала - осветительные системы. Аиммерные стойки являются сильным источником излучения и индуктивных наводок. Старайтесь разносить аудиокабели и кабели осветительных приборов на возможно большее расстояние, пересекая их исключительно под прямым углом. Снижению уровня интерференционных помех способствует применение специальных микрофонных кабелей (Star Quad), поскольку они имеют более эффективную экранную защиту (оловянную фольгу).

Кроме увеличения расстояния между кабелями и расположения их под прямым углом в местах пересечения снизить влияние излучения можно за счет режекторных фильтров. Что же касается питания, то следует дважды убедиться в том, что аудио и осветительные системы развязаны по питанию!

* В России с подобными проблемами, по-моему, пока еще никто не сталкивался. - *Примеч. рел.*

** Работа от силовых установок, не предназначенных для аудиооборудования, - верная гарантия криминального звука и ненадежности системы. - *Примеч. рел.*

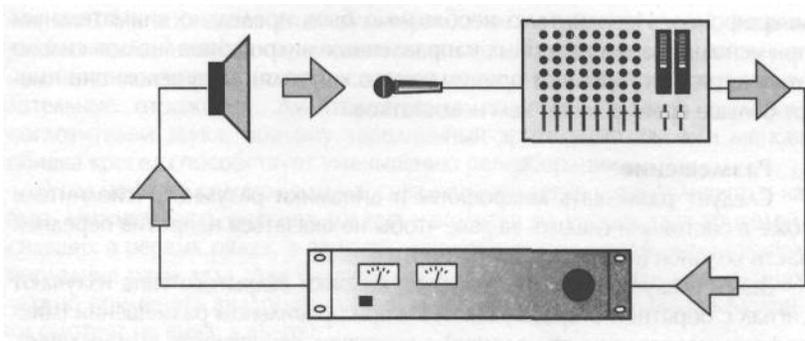


Самовозбуждение

Вопросу самовозбуждения можно посвятить отдельную книгу. Возможно, для "живого" звука это проблема номер один и вы наверняка с ней сталкивались.

Самовозбуждение возникает в том случае, когда звук динамиков снимается микрофонами (или другими приемниками звука, например гитарными датчиками), переусиливается и процесс развивается по спирали до тех пор, пока не превратится в мощный рев или свист. Если сами по себе источники звука имеют достаточный уровень громкости (например, громкий вокал), то особых проблем не возникает, однако во многих случаях приходится все же увеличивать уровень усиления, приближаясь к критической точке, и молить бога, чтобы система не возбудилась.

Возбуждение возникает на резонансных частотах, зависящих от конкретного помещения и используемой аппаратуры. Скорость его возникновения и распространения равна скорости звука (330 м/с), поэтому имеет характер непрерывного гула, а не повторяющихся звуков. Однажды возникнув, возбуждение развивается иклически и уже не зависит от расстояния между микрофонами и динамиками, так что не представляется возможным определить его частоту.



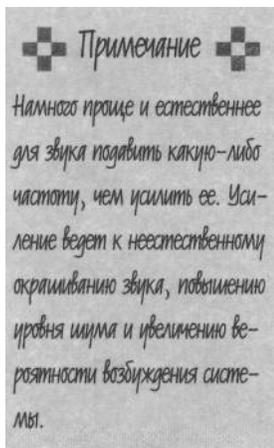
Цикл самовозбуждения – на каждом проходе звук усиливается, пока не превратится в мощный рев. Можно избежать заклинивания. Для этого следует: снизить общий уровень усиления; подавить резонансную частоту с помощью эквалайзера; расположить микрофоны таким образом, чтобы они не смотрели в сторону динамиков.

Любая система, имеющая положительную обратную связь входа и выхода (то есть все звукоусиливающие системы), становится нестабильной, если усиление или глубина обратной связи достигает критической отметки. В нашем случае обратная связь возникает между микрофонами и динамиками, поэтому расположение их в непосредственной близости друг от друга приводит к катастрофическим последствиям. Степень усиления зависит от того, какой громкости звука необходимо добиться в зале. Посильную помощь в повышении стабильности работы системы могут оказать увеличение эффективности отдачи динамиков, их дисперсионная направленность, чувствительность микрофонов и знание индивидуальных возможностей исполнителей*.

Выбор микрофона и нюансы его использования

Доминантная резонансная частота системы зависит от естественного резонанса диафрагмы микрофона и диффузора динамика. К сожалению, резонансная частота наиболее часто применяемых в концертной деятельности динамических микрофонов находится в районе 2 kHz.

* А также повышение избыточной мощности системы - дорого, но эффективно. - Примеч. ред.



Эта частота очень важна, и ее подавление эквалайзером самым негативным образом отражается на звуке. Ленточные микрофоны обладают естественным резонансом, располагающимся в верхней части диапазона частотного спектра, что значительно снижает вероятность самовозбуждения. Именно поэтому звукоинженеры постоянно прибегают к использованию ленточных микрофонов, таких как Beuer M260 и M88, специально приспособленных для суровых условий гастрольной деятельности.

Емкостные микрофоны обладают естественным резонансом вблизи частоты 8 kHz, что также хорошо согласуется как с требованиями к чистоте звука, так и с возможностями по устранению самовозбуждения. При необходимости управление возбуждением можно осуществлять за счет небольшого подавления высоких частот.

Возможно применение микрофонов, окрашивающих частотную характеристику. Например, пик на частотной характеристике микрофона означает усиление этой частоты, провал - подавление. То же происходит для некоторых направленных микрофонов при усилении басов (эффект приближения). Однако если в таком усилении нет необходимости, то лучше избежать его, чем подавлять на выходе при помощи эквалайзера*.

Уменьшить вероятность возбуждения можно при более близкой работе с микрофоном или за счет применения гипер- и суперкардиоидных микрофонов. Исполнителю необходимо быть предельно внимательным при использовании подобных направленных микрофонов (нельзя сильно отклоняться в сторону от принимающего капсюля), но в целом они имеют больше преимуществ, чем недостатков.

Размещение

Следует размещать микрофоны и динамики разумно. Исполнители тоже в состоянии следить за тем, чтобы не оказаться напротив передней части колонок (по крайней мере порталых).

Здесь следует отметить, что даже колонки закрытого типа излучают сигнал с обратной стороны, так что и при правильном размещении (микрофоны направлены от колонок) существует вероятность возбуждения. Поэтому необходимо выносить колонки вперед, а в идеальном варианте их фронтальная часть должна быть направлена немного в сторону от ближайших микрофонов.

Для отраженного сигнала такой ясности нет. Уровень отраженного от задника сцены сигнала можно понизить за счет применения звукопоглощающих материалов. В нашем случае возбуждение возникает на средних частотах (около 2 kHz), поэтому вполне могут помочь драпировка или занавески (желательно с воздушной прослойкой между ними и стеной приблизительно в 15 см) - в театрах такое оформление сцены практически является стандартом. Занавески должны быть сделаны из плотного толстого материала и перекрывать всю заднюю часть сцены от пола до потолка и от левой стены до правой. Для улучшения поглощающей способности рекомендуется обить заднюю стену акустической плиткой или плотным шерстяным материалом, что позволяет гасить сигнал, прошедший через занавески, прежде чем он отразится от стены (это касается в основном центральной зоны, на которую приходит отраженный сигнал более высокого уровня).

* Иногда использование микрофонов с "окраской" звука позволяет минимизировать эквалализацию. - *Примеч. ред.*

Театральный занавес задней части сцены плохо поглощает звук и достаточно хорошо отражает высокие частоты - остается лишь надеяться, что их отражение не будет иметь серьезных последствий. Занавес необходимо закрепить на расстоянии 30-60 см от стены и разместить за ним звукопоглощающий материал, демпфирующий отражения сигнала от стены. Также желательно приложить усилия по снижению отражений сигнала от больших колонн и потолка над сценой.

Самовозбуждение на низких частотах имеет свои особенности, которые необходимо учитывать. На этот процесс могут влиять стоячие волны, возникающие благодаря акустическим особенностям помещения. Акустические гитары чувствительны к возбуждению от низкочастотного сигнала. Передается он и через пол, и через микрофонные стойки (их следует изолировать резиновыми прокладками).

Размещение динамиков

Мы уже обсуждали проблему взаимного расположения динамиков и микрофонов и его влияние на возбуждение (микрофоны и динамики не должны располагаться лицом друг к другу). Менее очевидно возбуждение, вызванное отраженным сигналом. Избежать его можно за счет определенной расстановки динамиков и размещения их под различными углами наклона в вертикальной плоскости.

Направляя колонки в сторону от боковых стен помещения и наклоняя вниз (на последние ряды аудитории, а не на заднюю стену), можно уменьшить количество отраженного сигнала. Находящиеся на возвышении незаполненные зрительскими сидячие места очевидно усиливают нежелательные отражения. Аудитория сама по себе является хорошим поглотителем звука, поэтому заполненный зрительный зал или мягкая обивка кресел способствует уменьшению реверберации.

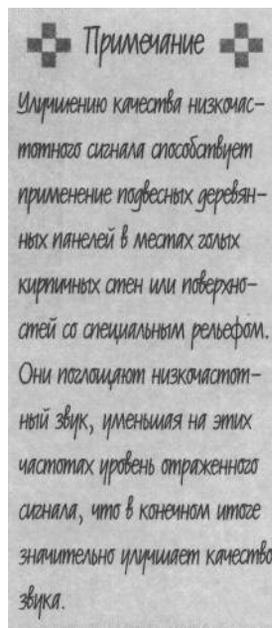
Угол наклона колонок или массива колонок легко устанавливается на глаз. Нижняя часть массива должна находиться на уровне глаз зрителей, сидящих в первых рядах, а верхняя - на уровне глаз людей, занимающих последние ряды зала. Для сидячих мест на возвышении или на балконах можно применять аналогичную методику, изменяя угол наклона (колонки смотрят не вниз, а вверх).

Если помещение достаточно "глухое", то возможно использование двух порталных систем. В этом случае для избежания прямых отражений пару колонок, расположенных ближе к противоположной стене зала, необходимо больше разворачивать внутрь*.

Резюме

- Для того, чтобы избежать прямого отражения от противоположной стены зала и от боковых стен, порталы должны быть развернуты и наклонены на аудиторию.
- Для снижения уровня сигнала, отраженного от задней стены сцены, можно ее драпировать или обить звукопоглощающим материалом.
- Микрофоны должны быть направлены в противоположную от динамиков сторону.
- Порталы необходимо выносить вперед микрофонов и разворачивать их немного в сторону. Это сведет к минимуму возможность возбуждения.

* Не рекомендуется устанавливать басовые громкоговорители непосредственно на полу, особенно на полу сцены. Лучше использовать фирменные конструкции высотой не менее 0,5 м. - *Примеч. ред.*



Примечание

На практике вы поймете, что настройка эквалайзера нуждается в небольшой корректировке после того, как зал будет заполнен, поскольку при этом меняются его акустические свойства.

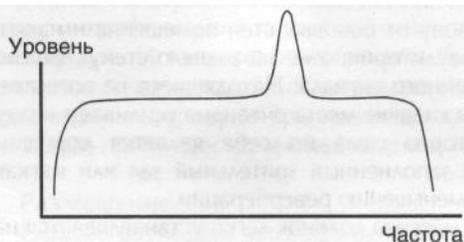
Другие методы предотвращения самовозбуждения

Настройка графического эквалайзера

Еще одним методом устранения обратной связи является эквализация. Чаще всего для этих целей применяются 31-полосные графические эквалайзеры. Для поиска резонансной частоты могут потребоваться манипуляции двумя соседними слайдерами. Для начала увеличьте уровень сигнала, пока система не войдет в состояние возбуждения. Затем подавляйте по очереди все частоты, перемещая соответствующие слайдеры вниз. Если перемещение того или иного слайдера не дает никакого эффекта, то верните его в прежнее состояние. Если таким образом вы обнаружили резонансную частоту, то придавите ее до положения стабильной работы системы. Затем снова увеличьте уровень сигнала. Возбуждение может произойти как на той же, так и на другой частоте. Процедура повторяется необходимое количество раз.

Набравшись достаточного опыта, вы сможете определять резонансную частоту на слух. В качестве небольшого руководства ниже приведена таблица частотных диапазонов, на которых чаще всего возбуждается звукоусиливающая система.

График частоты самовозбуждения системы показывает выявление и подавление резонансной частоты при помощи графического эквалайзера. Возбуждение может возникать на нескольких частотах, поэтому процедуру, возможно, придется повторить несколько раз.



Резонансные частоты

Звук, возникающий при возбуждении	Частотный диапазон
Гудение	250–500 Hz
Вой	1 kHz
Свист	2 kHz

Маловероятно, что система возбудится в диапазоне частот 8–16 kHz или 16–62 Hz, так что передвигать соответствующие слайдеры следует в самую последнюю очередь.

Режекторные notch-фильтры

В качестве альтернативы графическому эквалайзеру для подавления возбуждения можно использовать так называемые режекторные notch-фильтры. Эта аппаратура сравнительно недорога и позволяет очень тонко (в пределах нескольких герц) настраивать диапазон подавляемых частот. Некоторые приборы имеют несколько подобных фильтров, что позволяет подавлять одновременно разные резонансные частоты. Пос-

колку диапазон подавления очень узкий, это практически не сказывается на качестве звука.

Достоинством режекторных фильтров является и то, что, подавляя резонансные частоты самовозбуждения, они одновременно снижают уровень реверберации (возникающей примерно на тех же частотах), способствуя повышению четкости звука.

Частотные характеристики всех приборов имеют пики и провалы. На некоторых частотах динамики могут иметь пики более 10 dB. С точки зрения мощности усилителя 10 dB - довольно большая величина. Таким образом, если динамик имеет пик в 10 dB, то для того, чтобы избежать возбуждения системы, возможно, придется снизить выходную мощность усиления на эту величину. Применение режекторного фильтра, подавляющего резонансную частоту, позволяет поднять уровень сигнала.

Естественно, в аналогичном режиме можно использовать и обычный 31-полосный эквалайзер, однако следует понимать, что каждый слайдер воздействует на достаточно широкий диапазон частот, поэтому подавление резонансной частоты ощутимо сказывается на качестве звука. Очень часто встречаются ситуации, когда невозможно выявить частоту, на которой происходит возбуждение системы с помощью только одного слайдера и приходится манипулировать двумя соседними слайдерами для подавления граничной резонансной частоты. Это, естественно, еще сильнее влияет на качество звука.

Режекторные фильтры обладают тонкой регулировкой частоты и фазы. Если сместить фазу на 90°, то выбранная частота не будет подвергаться подавлению, приводя лишь к смещению пиков. При смещении фазы на четверть частота подавляется. Если пик шире полосы подавления, то вместо одного большого появятся два маленьких пика. Увеличение глубины подавления увеличивает провал между этими пиками.

Подводя небольшой итог, можно сказать, что для эффективного подавления резонансной области необходимо соответствующим образом настроить режекторный фильтр (частоту, глубину и фазу). При использовании графического эквалайзера вероятность точной настройки практически равна нулю.

И еще один момент - пик возникает не на одной частоте, а в некотором диапазоне. Обычно он имеет добротность 6 dB на октаву. Некоторые графические эквалайзеры позволяют выбрать такую добротность за счет переключателя, однако в других она строго фиксирована — 12 или 18 dB на октаву. Таким образом, диапазон подавления должен иметь ширину, соответствующую ширине пика (отсюда и взяло начало понятие ширины диапазона подавления notch width).

Смещение частоты

Для борьбы с самовозбуждением применяются приборы, основанные на задержке и смещении частоты. Устройство смещения осуществляет на 5 Hz сдвиг частоты, и теоретически, самовозбуждение невозможно поскольку входной и выходной сигналы не совпадают. На практике этот прибор только снижает вероятность возникновения нежелательного процесса, но не гарантирует решение проблемы на все сто процентов.

Применение приборов, смешивающих частоту, естественно, влияет на качество звука. В силу того, что человеческое восприятие частоты логарифмично, а не линейно, каждая октава имеет разную ширину частотного диапазона. Например, октава от низкой ноты C (до) с частотой 262 Hz расположена в диапазоне частот от 262 Hz до 524 Hz, в то время как ок-

тава от более высокой ноты С (до) с частотой 1048 Hz (эта нота выше предыдущей на 2 октавы) лежит в границах 1048-2096 Hz. Таким образом, 5 Hz имеют более высокий вес в процентном отношении для низких частот, чем для высоких.

Если взять еще более низкую октаву (131-262 Hz), то ноте С (до) соответствует частота 131 Hz, ноте С# (до диез) - 139 Hz. Таким образом, разница между этими двумя нотами (величина музыкального интервала - полутон) составляет 14 Hz, и следовательно, наши 5 Hz равны трети полутона. Если спуститься еще на октаву ниже, то сдвиг частоты на 5 Hz будет соответствовать сдвигу музыкального интервала более чем на половину тона (С= 66 Hz, С# = 69 Hz - разница в полутон равна 3 Hz). Для вокала (300-3400 Hz) смещение частоты на 5 Hz практически неощутимо. Для инструментального материала, как мы показали ранее, этот сдвиг в области низких частот может оказаться значительным.

То есть если вы решили бороться с самовозбуждением таким методом, то подвергать обработке следует только средний и высокочастотный диапазоны сигнала (вокал и инструменты, воспроизводящие звук верхних регистров), но ни в коем случае не бас-гитару или синтезаторные звуки низкочастотного диапазона. Эти инструменты можно разнести по разным подгруппам пульта и обработать только одну из них.

Устройства смещения частоты имеют 5 Hz генератор, размножающий фазированные варианты исходного сигнала и особым образом их объединяющий. В результате выходной сигнал сдвигается на 5 Hz. Как и все приборы обработки звука, он имеет не совсем линейную характеристику, поэтому сдвиг частоты и фазы для различных сигналов происходит несколько неравномерно, что приводит к хотя и небольшим, но все окрашивающим звук биениям частот*. В завершение заметим, что основное преимущество прибора смещения частоты заключается в том, что он не требует специальной инсталляции (предполагая, что калибровка остается постоянной), поскольку его работа не зависит от акустики того или иного помещения.

Задержка

Линии задержки в качестве средства предотвращения самовозбуждения звукоусиливающей системы малоэффективны. Теоретически все выглядит хорошо, и задержка исходного сигнала должна предотвратить возможность возбуждения, однако на практике такого не происходит, и если уж процесс начался, то он доходит до своего апогея. Кроме того, естественная реверберация помещения сама по себе является своеобразным источником задержки, и даже использование большого времени задержки (что недопустимо с точки зрения качества звука) не дает хорошего результата. Повысить эффективность этого метода можно за счет применения модулированной задержки, но это влияет на частоту тона сигнала, а стало быть, глубина модуляции жестко ограничена, да и улучшение не столь уж весомо.

Гейтирование

Следует заметить, что на гейт в смысле повышения стабильности работы системы не стоит возлагать никаких надежд с точки зрения возбуждения. Это, в общем, понятно, поскольку он закрывается и не пропускает никаких сигналов на выход во время пауз в исполнении, когда и возбуждаться нечему. А если гейт открылся, то он пропускает весь сигнал и использовать его для подавления возбуждения бессмысленно.

* На самом деле устройство автоматического подавления обратной связи имеет гораздо более сложную схемотехнику. - *Примеч. ред.*

"Живой звук"

Введение

Звук окружает нас со всех сторон, и высокие требования к его качеству не являются привилегией только музыкантов. В этой главе мы коснемся аудиопроблем в таких областях, как театральный звук, озвучивание конференций и выставок.

Звукоусиливающие системы используются практически повсеместно - в конференц-холлах, ресторанах, складских помещениях, на железнодорожных вокзалах, в музеях, выставочных залах, на презентациях, стадионах, аэровокзалах... Этот список можно продолжать бесконечно долго.

В подавляющем большинстве случаев аудиосистемы необходимы для усиления звука с целью донести его до большого числа слушателей, а не с целью поразить кого-нибудь сногшибательной громкостью.

Исключение, может быть, составляют системы звукоусиления, используемые на железнодорожных вокзалах (депо), где необходимо привлечь внимание людей, находящихся в непосредственной близости от источников шума повышенной громкости (машин и механизмов).

Очень часто источником звука является не микрофон, а электронные устройства, например магнитофоны, лазерные проигрыватели (CD), компьютерные звуковые карты, CD-ROM и даже такие чисто музыкальные инструменты, как сэмплеры. Все это означает, что вероятность возникновения возбуждения (камень преткновения любой музыкальной системы усиления "живого" звука) здесь практически равна нулю. Комичность ситуации заключается в том, что для большинства прикладных систем нет никакой необходимости в высоких уровнях громкости.

Конструктивные особенности аудиосистем напрямую зависят от области применения и от решаемых задач и могут использовать многочисленные источники звука для питания множества маломощных динамиков, расположенных специальным образом и охватывающих ограниченные области. Некоторые из подобных систем могут быть выполнены в мобильном варианте и иметь радиосистему для управления из центральной студии. В таких случаях не обойтись без систем дистанционного (или местного) управления уровнем сигнала, а поскольку для распределенных систем характерно применение кабелей большой длины, то, возможно, придется прибегнуть к услугам систем 100-вольтных линий или локальных усилителей со сбалансированными линиями.

В подобных инсталляциях следует уделять особое внимание вопросам устранения интерференции, поскольку в них используется множество осветительных, компьютерных и электромеханических систем, каждая из ко-

торых тянет за собой шлейф проблем. Аудиосистема может даже интегрироваться с ними, а это требует применения изолирующих и согласующих устройств (например, распределительных коробок для преобразования уровней сигналов). Работа с таким большим количеством источников напряжения и кабелями огромной протяженности гарантирует возникновение проблем, связанных с "земляными" петлями. Вы должны быть уверены в корректной работе трехфазных источников питания и при подозрительном их поведении обращаться за помощью к квалифицированным электрикам. Если нет возможности установить четкий диагноз неправильного поведения системы питания или нет электрика, то рекомендуется воспользоваться развязывающим трансформатором.

В таких инсталляциях трудно обойтись и без стабилизаторов, поскольку призрачные надежды на стабильные источники напряжения довольно быстро рассеиваются.

В этой книге мы уже приводили общие рекомендации по использованию всего этого оборудования, конкретные же особенности инсталляции зависят от озвучиваемого помещения, так что остается только надеяться, что присутствующее вам интуитивное чувство звука выведет вас на верный путь. Вероятно, вы сочтете удобным применение радиопереговорных устройств для того, чтобы лично убедиться в надежной работе удаленных частей системы звукоусиления, не полагаясь на случай.

Системы озвучивания конференций

Ниже мы в общих чертах коснемся вопроса систем озвучивания больших помещений для деловых конференций, которые, впрочем, без особых усилий модифицируются в мультимедийные системы озвучивания публичных презентаций.

Микрофоны

Для подобных целей рекомендуется применять не бросающиеся в глаза микрофоны, поэтому следует отказаться от моделей, которые необходимо держать в руке или закреплять на стойке. Этим критериям вполне удовлетворяют петличные микрофоны, обеспечивающие стабильный прием даже при перемещении оратора. Их можно легко закрепить на верхней одежде (например, на лацкане пиджака). Для большей свободы оратора на помощь приходят радиосистемы, но это достаточно дорогое удовольствие, а обмен микрофонами в процессе презентации не всегда возможен.

Большой популярностью для подобного рода применений пользуются PZM-микрофоны, которые можно установить на верхнюю поверхность трибуны или стола. Они обладают широкой зоной охвата и с успехом используются для озвучивания нескольких собеседников. Микрофоны этого типа имеют диаграмму направленности в виде полусферы, поэтому, возможно, потребуются применение экранов для снижения посторонних шумов.

Динамики

При озвучивании деловых конференций необходимо скорее не централизованное усиление звука, а равномерное заполнение им всего помещения. Для этой цели идеально подходят небольшие маломощные динамики, монтируемые в соответствии с правилом "3 : 1" (расстояние

Информация

При озвучивании сложных с точки зрения посторонних шумов помещений с успехом применяются направленные микрофоны-петли. Однако, для обеспечения необходимой области приема может потребоваться большое количество подобных микрофонов. Кроме того, могут понадобиться дополнительные микрофоны для оппонентов и организации обратной связи.

между динамиками и слушателем должно быть втрое меньше расстояния между самими динамиками). Непосредственная близость системы к участникам конференции является положительным моментом для подобных применений. Может возникнуть необходимость и в обратной телефонной связи (для удовлетворения потребностей многоязычных систем).

Усилители

Для озвучивания деловых переговоров необходимо предельно осторожно подходить к нашей рекомендации по количеству мощности, приходящейся на каждого участника конференции (1 W) - цифру, возможно, придется сократить в два раза. В зависимости от размеров помещения следует применять либо уже проинсталлированную систему, либо систему 100-вольтных линий.

Мультимедиа

Мультимедиа - красивое название, объединяющее в одной системе звук, графику и компьютерную обработку. Мультимедийные системы широко внедряются во всевозможные отрасли, среди них:

- Индустрия развлечений - игровые системы, объемное и интерактивное телевидение.
- Пункты продажи и предоставления различного рода услуг (например, киоски и системы заказа такси).
- Информация и реклама - информационные табло на стенах домов, карты, музейные каталоги.
- Текущие каталоги - автомобильные серии, базы данных современной моды, системы моделирования одежды и причесок, позволяющие виртуально примерить то или иное новшество.
- Виртуальная реальность и моделирование - системы, позволяющие проводить различного рода эксперименты над виртуальным миром, прогнозировать маркетинг и так далее (хотя в подобных областях звук не играет особой роли - он присутствует в виде фонового заполнения).
- Системы презентаций, подобные тем, которые используются на железнодорожных вокзалах и в мультимедийном интерактивном обучении.

Вы можете значительно улучшить качество звука компьютерной системы, если вместо встроенных или выносных компьютерных аудиосистем будете использовать обычные колонки, скоммутированные с соответствующим усилителем.

Большинство поставляемых вместе с компьютером аудиосистем относятся к низшему классу и предназначены скорее для индивидуального, нежели для группового применения. При этом многие звуковые карты имеют линейные выходы или по крайней мере перемычку, позволяющую снизить усиление (и шум) встроенного усилителя. В некоторых современных звуковых картах предусмотрен даже цифровой выход, который можно направить на высококачественный ЦАП (цифроаналоговый преобразователь) или использовать в качестве источника сигнала цифровой аудиосистемы.

Экранированные колонки

В компьютерных системах следует учитывать еще один фактор, а



Монтируемый на поверхности микрофон очень удобен для проведения небольших конференций.

именно восприимчивость монитора к магниту динамика - под его воздействием картинка может расстроиться. Этот магнит способен оказать разрушающее воздействие и на носители информации (гибкие и жесткие диски), если будет расположен в непосредственной близости от них. Такую возможность необходимо учитывать при размещении колонок. Некоторые производители выпускают колонки версии AV (аудио-видео). Это название они получили по области их применения (совместное использование с видеооборудованием, предъявляющим к колонкам аналогичные компьютерным требованиям). Колонки этого типа имеют магнитоэкранированные корпуса и стоят ненамного дороже обычных.

Безопасность

В любых процессах, в которые вовлечены люди (особенно обычная, неквалифицированная публика), необходимо соблюдать общепринятые меры безопасности.

Все оборудование и кабели необходимо защитить соответствующим образом - вы не вправе подвергать опасности жизнь и здоровье людей. Нельзя надеяться на то, что люди увидят кабель, преодолеют или обойдут то или иное препятствие. Оборудование должно находиться вне пределов досягаемости и быть соответствующим образом обозначено. Если предполагается, что публика расположится в непосредственной близости от оборудования, следует предпринять экстренные меры предосторожности по более тщательному его ограждению. Это избавит вас от пытливых и пронырливых типов, вечно пытающихся что-либо потрогать, и уберезет от банального воровства.

Системы звукоусиления в действии

Введение

Одна из самых серьезных проблем, с которыми сложнее всего бороться в условиях "живого" исполнения - само помещение. В этой главе мы кратко остановимся на некоторых физических проблемах, обусловленных акустическими особенностями залов.

Планирование

Поскольку вы не можете предвидеть все проблемы, с которыми придется столкнуться в том или ином помещении до тех пор, пока не увидите его воочию, ваш главный козырь - планирование и стабильно работающая система. В противном случае вы будете неприятно удивлены тем, как можно в спешке столько забыть и перепутать.

Настоятельно рекомендуется заблаговременно провести осмотр места выступления, прежде чем приступить к планированию и проработке отдельных деталей. Для того, чтобы концерт прошел гладко, постарайтесь получить максимум возможной информации о количестве исполнителей и инструментов, особенностях усиления, основе композиции (обычно - бас, барабаны, гармонические подклады), расположении сцены и исполнителей, требованиях к мониторинговой системе, размерах и расположении сцены и аудитории, необходимости специальных источников для записи или фонового звука, расположении источников питания и другого вспомогательного оборудования.

Этой информации достаточно для выбора типов микрофонов и их установки, определения схемы прокладки кабелей, определения необходимого количества колонок и усилителей, дополнительного и резервного оборудования. Предварительное планирование способствует уменьшению количества возможных конфликтных ситуаций и более гладкому проведению концерта.

Наряду с предварительным осмотром места предстоящего выступления необходимо сделать следующее:

- Продумать использование разрывов.
- Проверить работу аппаратуры и резервного обеспечения.
- Составить план действий и строго его придерживаться (удивительно, сколько важных моментов можно упустить в предконцертной лихорадке).

Примечание

Идеальное место расположения
главного пульта – в центре
зала, где вы слышите тот
звук, что и большая часть аудиторки.

Установка

Итак, вы прибыли в зал для организации представления. Вам необходимо сделать следующее:

1. Установить и подсоединить аппаратуру

Усилители и дополнительное оборудование должны находиться рядом с микшерным пультом, чтобы вы могли без помех управлять ими. В процессе выступления может потребоваться перекоммутация вышедшего из строя оборудования, и вряд ли вам, да и всем присутствующим понравится, если для этого придется прокладывать себе путь через зрительный зал или толкаться среди музыкантов.

В условиях хронической нехватки времени на установку концертной аппаратуры очень важно иметь возможность идентифицировать микрофоны со своего рабочего места. Исполнители в это время, как правило, мечутся по сцене, не обращая на вас ни малейшего внимания. Использование разноцветных ветрозащит, кабелей и ленты поможет решить эту задачу.

Необходимо также попытаться сгруппировать кабели, мультитор и каналы микшера по типу инструментов и их расположению на сцене. Хотя бы приблизительное соответствие источников звука на сцене управляющим ими каналам пульта значительно облегчает проведение концерта. Аналогично каналы должны быть сгруппированы по типу инструментов. Например, микрофоны подзвучки барабанов должны управляться с соседних линеек пульта.

2. Протестировать аппаратуру и запустить хорошо известную вам запись

Это поможет разогреть усилители, чтобы не обрушивать на них полную мощность в холодном состоянии. Одновременно, пока оставшаяся часть аппаратуры еще не установлена, вы получите первое впечатление о том, как звучит зал и насколько хорошо колонки охватывают все необходимое пространство.

3. Отрегулировать аппаратуру, следуя логическому порядку

Проведите эквализацию основных выходов.

Регулировку аппаратуры следует начинать с отстройки эквалаизации основных выходов. Этот процесс может включать в себя несколько этапов. Предварительную настройку эквалайзера можно провести по хорошо известной вам записи. Затем следует приступить к поиску и подавлению резонансных частот возбуждения системы (методика была подробно рассмотрена в предыдущих главах). Не давите резонансную частоту слишком сильно - это может негативно отразиться на качестве звука (обычно степень подавления не должна превышать 6 dB).

Отрегулируйте предварительное усиление и выставите приблизительные уровни.

Вы можете устанавливать предварительное усиление, пользуясь пульталами или с помощью хорошо известного голосового тестирования. Необходимо быстро определить наиболее подходящий баланс между чувствительностью отдельных инструментов.

Установите уровни вокальных микрофонов.

Вероятнее всего, вокал будет самой громкой партией и с вокальными

микрофонами возникнет больше всего проблем в смысле возможности возбуждения, поэтому следует начинать установку уровней именно с них.

Прослушивание

Прослушайте каждый инструмент в отдельности, а затем все вместе. Установите требуемый баланс между ними и необходимый для зала общий уровень. Возможно, придется перенастроить графический эквалайзер и осуществить поканальную эквализацию. Это поможет достичь известного компромисса между звуком, который хотелось бы иметь, и устранением возможности самовозбуждения системы. Вы добьетесь лучшего результата, если в процессе эквализации будете прибирать частоты, а не постоянно их "задирать".

Регулировка усилителей

Установите уровни усиления, продиктованные конкретной обстановкой. Не забывайте, что раз уж вы установили мониторы и микрофоны, то перемешать их уже нельзя. Планирование и репетиции играют первостепенную роль в успехе или провале представления, где вы работаете с "живым" звуком и повторных прогонов не предвидится.

Работа на сборных концертах

При работе с несколькими коллективами не лишне иметь под рукой сценарий различных установок, поскольку недостаточно времени на то, что бы понять, какие коррективы необходимо внести в систему для той или иной группы. Даже при работе с одним коллективом может потребоваться изменение первоначальной регулировки для определенной песни (например, специальная установка эквалайзера или уровней).

Аварийные ситуации

Если во время концерта возникла непредвиденная ситуация, вы по достоинству оцените кнопку Solo и индикаторы, позволяющие локализовать неисправность и не травмировать аудиторию непотребными звуками. Локализовать неисправность можно также на слух с помощью герметически закрытых наушников.

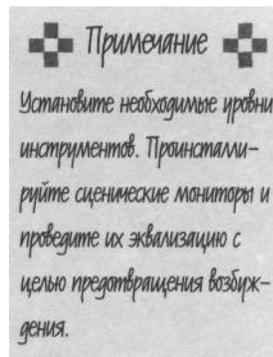
Избежать подобных проблем поможет изучение уровней возникновения возбуждения во время репетиций. Если подобная ситуация уже возникала во время предконцертных прогонов, нельзя сидеть сложа руки, пассивно наблюдая за ходом событий. В вашей власти предпринять активные действия, например снизить уровень громкости определенных инструментов или переустановить эквалайзер, повышая тональную эффективность сигнала.

По мере заполнения зала порог самовозбуждения несколько поднимается, поскольку аудитория способствует увеличению звукопоглощающей способности помещения и снижению уровня отраженного сигнала, который играет свою черную роль в провокации возбуждения.

Показательные примеры

Классический концерт

В классической музыке большое значение придается объемности звука, поэтому методика использования близкорасположенных микрофонов не годится. Для снятия звука используется множество микрофо-

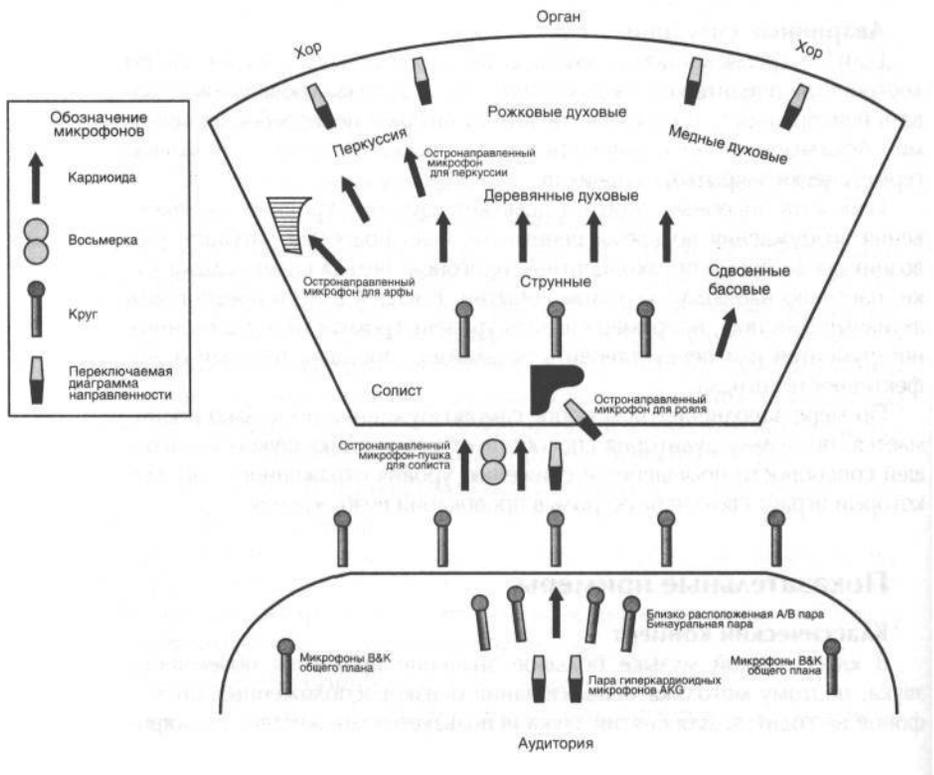


нов, расположенных в окружающем пространстве. Применение той или иной методики размещения микрофонов зависит от музыкального произведения, его инструментовки, числа солистов и других факторов. В рассматриваемом примере микрофоны используются для озвучивания телевизионной трансляции.

Описываемая методика связана с использованием множества микрофонов, расположенных в окружающем пространстве. Для того, чтобы втиснуть акустическое событие такого грандиозного масштаба в рамки небольшого стереополя, требуется высокая степень стереоразрешения, основой чего является тщательная расстановка микрофонов и точная регулировка баланса между ними. Место расположения исполнителей при необходимости может меняться за счет изменения расположения тех или иных микрофонов. Определенные коррективы можно вносить во время репетиций оркестра, однако в это время исполнители приспосабливаются к акустике помещения, поэтому звук может быть далек от концертного. Имея ограниченный запас времени, приходится полагаться на свой опыт, знание творчества того или иного композитора или использовать в качестве источника информации партитуру музыкального произведения.

Количество людей, находящихся в зале, ощутимо влияет на реверберационные свойства помещения, а следовательно, и на звук, что определяет необходимость внесения корректив в баланс микрофонов, находящихся на различном расстоянии от исполнителей. Точную подстройку системы необходимо провести в течение первых секунд исполнения быстро и незаметно для аудитории. Обычно быстрая корректировка параметров системы менее заметна, чем растянутая во времени.

Классическая концертная аудиосистема



Очень разумный подход как с точки зрения возможности выбора, так и с точки зрения повышения надежности - использование нескольких микрофонных инсталляций, обеспечивающих требуемое звучание. Также очень важно отвлекаться на некоторое время от процесса управления балансом, для того чтобы получить свежее впечатление о звуке и о нюансах, которые вы, может быть, не заметили или к которым "прислушались" во время репетиций.

Применение компьютеров

В сложных перкуссионных партиях для каждого из исполнителей используются различные ритмические рисунки. В целях обеспечения стройной ритмической основы необходимо синхронизировать партии между собой. Для этого можно использовать компьютер, позволяющий воспроизводить метрономные треки различного темпа, обеспечивая тем самым дирижирование перкуссионными исполнителями через ушные мониторы. На программирование сложных перкуссионных партий иногда уходит до двух недель, так что вы можете себе представить сложность ручного дирижирования ими.

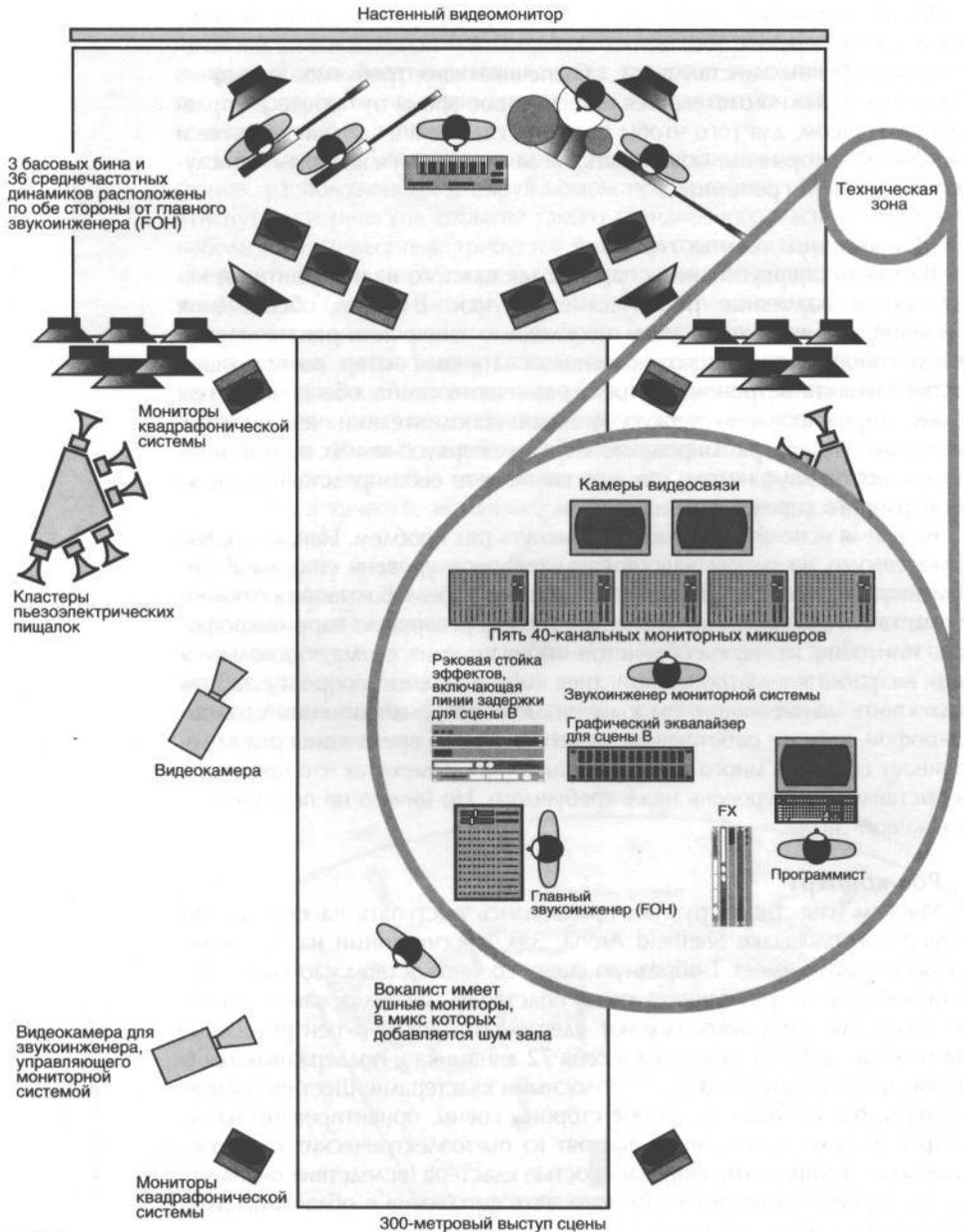
Во время исполнения может возникнуть ряд проблем. Например, выясняется, что на одном из стереомикрофонов уровень упал на 8 dB. Причиной этого может быть плохой контакт кабеля большой протяженности, так что неплохо на этот случай иметь резервную пару микрофонов. Или один из перкуссионистов выбивается из ритма, поскольку у него не работает метрономный трек (музыкант мог попросту забыть подключить ушные мониторы к линии). Или остронаправленный радиомикрофон, хорошо работающий на репетиции, во время концерта вдруг начинает собирать много интерференционных помех, так что приходится выставлять его уровень ниже требуемого. Но ничего не поделаешь - это "живой" звук.

Рок-концерт

МНОГИМ известным группам приходилось выступать на прекрасной концертной площадке Sheffield Arena. Зал, рассчитанный на 12-тысячную аудиторию, имеет T-образную сцену со множеством настенных видеомониторов и различного рода подставок. Использование линий задержки для колонок позволяют удерживать фокус в центре сцены. Портальные массивы включают в себя 72 динамика и поддерживаются 6 басовыми бинами и двумя шестиполосными кластерами. Шестиполосные кластеры, расположенные по обе стороны сцены, ориентированы на ее центр и вниз на аудиторию и состоят из пьезоэлектрических пищалок. Возможность управлять направленностью кластера (вследствие очень узкой дисперсии) позволяет контролировать выпадения в областях, находящихся ниже основных порталов.

Основная консоль имеет 40 каналов (каждый из которых оборудован своим компрессором и гейтом), шесть дополнительных шин, шесть моногрупп, восемь оборудованных трехполосными параметрическими эквалайзерами дополнительных стереовозвратов. Консоль имеет VCA управление - любой фейдер может быть включен в супергруппу (фейдеры каналов, включенных в супергруппу, управляются от одного фейдера, но не смешиваются на отдельной шине).

Одна из основных проблем - необходимость добиться на "живом" концерте студийного звука группы. Для этого даже используются допол-



Аудиосистема рок-концерта

нительные микрофоны, позволяющие имитировать различные спецэффекты.

Для предотвращения возбуждения на малой сцене В (центр Т-образной сцены) применяется отдельный графический эквалайзер, тем не менее шум аудитории во многом определяет возможность возникновения обратной связи.

Было необходимо обеспечить квадрафонический мониторинговый микс, включающий панорамирование в центр Т-образной сцены. Этот процесс

управляется с помощью джойстика, позволяющего без особого труда смешать полный микс каждого музыканта в соответствии с его перемещениями по сцене.

В дополнение к традиционным клиновидным мониторам и прострелам используются системы ушного мониторинга. Ушные системы обеспечивают высококачественный мониторинг, не требуя при этом использования сигналов высокого уровня, как это имеет место в традиционных системах. В микс ушных мониторов для поддержки драйва исполнителя добавляется шум аудитории. Мониторный микс формируется пятью консолями, имеющими около 200 каналов. Для обеспечения связи между техническим персоналом и музыкантами используются системы аудио-и видеосвязи.

Система имеет дополнительные рэковые стойки MIDI-приборов, расположенные в технической зоне. Они включают в себя пять управляющих клавиатур и рэки модулей, за работой которых следят отдельные программисты. Вмонтированный в рэк компьютер действует как "живой" дирижер, обеспечивая выбор синтезаторных звуков и визуальный контроль за сценарием концерта. Для управления метрономным треком барабанщика используются шейкерные сэмплы. Компьютер используется также для синхронизации видеоэффектов.

Необходимо особо отметить, что используемая система бесперебойного питания UPS обеспечивает работу в автономном режиме в течение 40 минут, что значительно повышает стабильность функционирования компьютерного оборудования.

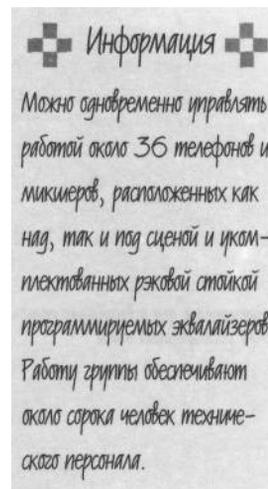
Таблица **используемых звуковых источников**

Вокал	Радиосистема Samson / Shure Beta 58
Бочка	Beyer M88
Томы	Sennheiser MD421
Общего плана	B & K 4011
Малый барабан (верхний микрофон)	Beyer M88 и Shure SM57
Малый барабан (нижний микрофон)	Shure SM56
Супермалый (piccolo) барабан	B & K 4007 (с круговой диаграммой направленности)
Гитара	Shure SM57
Микрофоны аудитории	Sennheiser MD421
Клавиши и бас	Распределительные коробки

Рестораны

Небольшие составы, например, трио (пиано, бас, барабаны) выступают в небольших помещениях типа ресторанов, имеющих обычно форму буквы L. Основная проблема - маленькая сцена, поэтому клавишник и барабанщик располагаются очень близко друг к другу. Следовательно, певец должен кричать в микрофон, чтобы слышать самого себя. Это проблема решается за счет местной мониторинговой системы для клавишника.

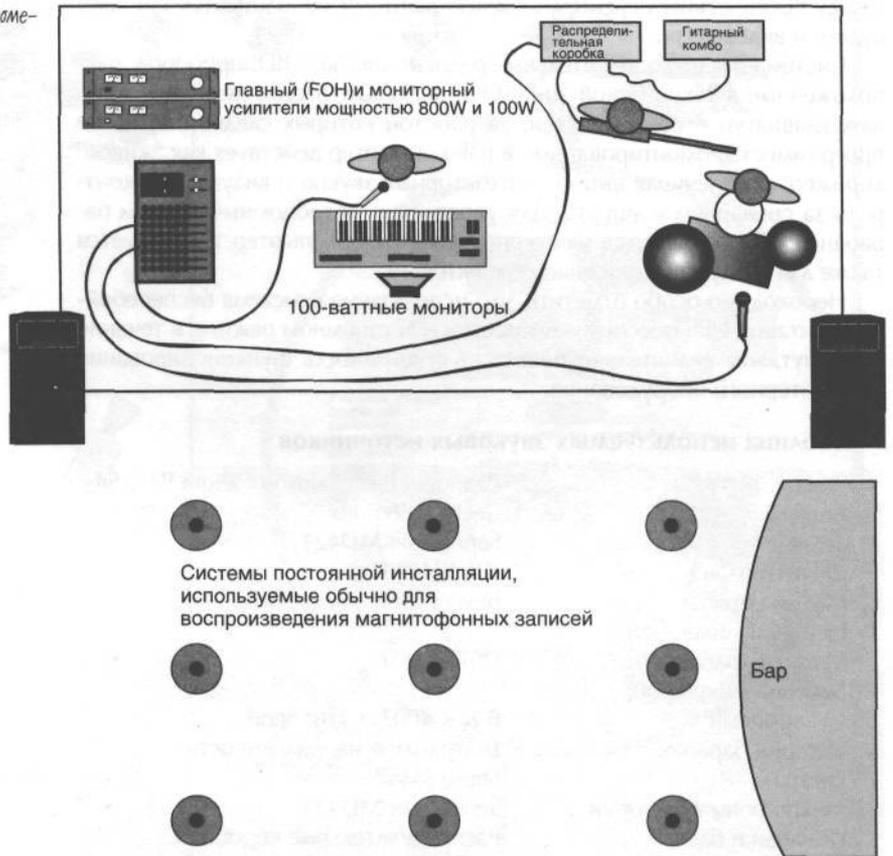
Основная система звукоусиления работает через порталы, расположенные по краям сцены, поскольку аудитория, нуждающаяся в музыке, располагается именно в этой области. Остальная часть зала, включая бар на другой стороне L-образного помещения, озвучивается с помощью низкоуровневых систем звукоусиления постоянной инсталляции.



Эти системы используются обычно для воспроизведения магнитофонной записи, когда нет "живых" исполнителей, и состоят из множества небольших 4-дюймовых динамиков, монтируемых на потолке на расстоянии трех метров друг от друга.

Для озвучивания аудитории численностью до 300 человек можно использовать 15-дюймовые динамики с рупорами, управляемые от усилителя мощностью 800 W. Для мониторинга используется усилитель мощностью 100 W, нагруженный колонками с 12-дюймовыми динамиками и твиттером.

Аудиосистема для озвучивания помещений ресторанный типа



Театральные постановки

Музыкальная постановочная система West End объединила 30 актеров, 50 детей, струнный квартет и группу с барабанами, перкуссией, французским рожком, гобоем, саксофоном, флейтой, двумя гитарами, электрическим басом и тремя синтезаторными станциями. Все это интегрировалось в квадрафоническую систему объемного (surround) звука.

Вокал озвучивался двумя кабельными микрофонами, все остальные потребности перекрывались за счет 24 радио- и нескольких узконаправленных микрофонов, включая три микрофона, подвешенных над оркестровой ямой. Из-за ограничений на число каналов радиомикрофоны использовались несколькими исполнителями поочередно. Серьезной проблемой была влага, попадающая на радиомикрофоны изо рта акте-

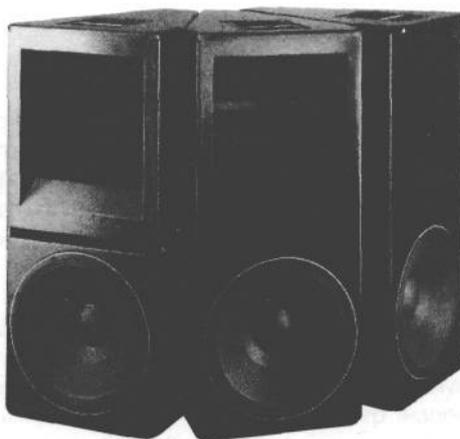
ров, поэтому некоторые из них были заменены менее чувствительными к этому воздействию. Также в некоторых местах приходилось использовать микрофоны с большой ветрозащитой, что сильно влияло на звук и требовало глубокой эквализации. Радиоприемники располагались у сцены, а управление состоянием и звуком радиомикрофонов (RF, AF и другая модуляция) осуществлялось с помощью компьютера.

Система звукоусиления управляла двойными стэками, расположенными в арке авансцены (одна пара с каждой стороны для партера, другая - для балконов). Низ системы поддерживался с помощью басовых бинов. Второй стэк состоял из 15-дюймовых динамиков и двух басовых бинов под сценой в линии с первой. Для озвучивания амфитеатра применялись распределенные системы, состоящие из двух узкодисперсионных пищалок, четырех динамиков, а также динамика и басового бина, направленных в центр партера. Микс музыкального сопровождения и вокала распределялся между этими системами, перекрывая все пространство театра и позволяя управлять звуком в соответствии с образами и сценическими решениями. Мониторный микс актеров обеспечивался за счет шести клиновидных мониторов.

В довершение ко всему использовалась отдельная система, состоящая из шестидесяти восьми 4-дюймовых динамиков (расположенных попеременно по посадочным местам) и поддерживаемая по углам басовыми бинами для непрерывного плавного движения звука по кругу. В целях согласования динамиков применялось шесть линий задержки. Все это поддерживалось цифровой мультитрекковой системой с записанным квадрафоническим сопровождением.

В распоряжении главного звукоинженера (FOH) имелось два микшера, обеспечивающих в сумме 72 канала. Также применялось несколько MIDI-управляемых микшеров, в основном для вызова 30 сцен изменений установок микрофонов, а также для управления программами эффектов и конфигурациями задержки. Все это управлялось от компьютерного секвенсера. На дисплей для визуального мониторинга выводился текстовый сценарий, записанный как часть секвенции.

В системе применялись динамические эквалайзеры с пороговым включением. Они смягчали звук при работе на повышенных уровнях и способствовали предотвращению возбуждения (за счет подавления низких частот до того момента, как они загудят), так как исполнители могли оказаться поблизости от басовых бинов.



Серия акустических систем TRAP фирмы Renkus-Heinz сконструирована по технологии TRAP (True Array Principle). Виртуальный центр кабинета вынесен за его пределы, в результате громкоговорители имеют более ровную диаграмму направленности. Если колонки TRAP объединены в кластер, то не будет интерференции и вы получите ровную звуковую волну во всем диапазоне частот. Акустические системы TRAP предназначены для установки в концертных и театральных залах.
Представляет компания А4:
тел.: (095) 362-7590,
273-4081
E-mail: a4moscow@online.ru

Безопасность

Введение

В любых ситуациях, предполагающих присутствие публики, необходимо уделять особое внимание безопасности. Мы обсудим вопросы электрической и механической техники безопасности, а также меры предосторожности, позволяющие избежать поражения слуха сигналами большой мощности. Безопасность в такой области, как "живой" звук, имеет важное значение. Настоятельно рекомендуется ответственное страхование публики, которое имеет свои законы, а равно и финансовый подтекст. Нет оправдания небрежности или игнорированию общепринятых мер безопасности.

Оборудование и кабели

Основные проблемы при инсталляции аппаратуры и прокладке кабелей возникают в местах, где оборудование может обрушиться на человека, а также где он может споткнуться о него или столкнуться с ним. Все кабели необходимо защитить и обозначить их присутствие. Недопустимо прокладывать кабели на высоте тела или над головой, если они не отгорожены стеной или специальными барьерами.

Оборудование должно быть надежно закреплено так, чтобы у него не было ни малейшего шанса свалиться кому-нибудь на ногу. Все подвесные конструкции должны монтироваться специально обученными подрядчиками, имеющими право на этот вид деятельности. Помните, что вы некомпетентны в этой области, а потому не следует лезть не в свои дела.

Электрика

Возможность поражения электрическим током очень высока, особенно при коммутации чужого оборудования. Мы упоминали об опасности соединения с аппаратурой, питающейся от разных фаз трехфазных источников (поверьте на слово - проверять не стоит). Существует также опасность при коммутации между микрофонами (которые могут быть заземлены) и оборудованием музыкантов (гитары, синтезаторы и усилители).

К любым сообщениям об ударе током необходимо относиться со всей степенью серьезности, а не списывать на счет статического электричества или нейлоновых носков. Следует внимательно исследовать возможную причину, используя пробник или, что предпочтительнее, тестер (напря-

При погрузке и разгрузке аппаратуры желательно надевать кожаные перчатки. Не пытайтесь поднять то, что вам явно не по силам, - перед вами не стоит задача побить свой личный рекорд. Если вы перетаскиваете что-либо вверх по лестнице (колонки, рэковые стойки), то наверху должен быть один человек, а внизу - двое. Не забывайте прятать руки и пальцы под переносимый предмет, когда проходите через дверной проем - груз следует брать снизу, а не с боков. Не стоит поднимать руками груз над другим оборудованием. Легче поддерживать переносимый груз, когда он находится в вертикальном положении.

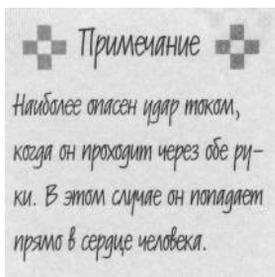
Большинство людей знает, как надо поднимать тяжести, но не все пользуются этими знаниями на практике. Спина должна быть прямой, а колени - согнутыми. Это увеличивает вашу подъемную силу и снижает возможность получения травмы позвоночника. Еще одна маленькая хитрость - правильное использование инерции и дыхания. В любом случае вы не сможете заставить груз подняться с помощью заклинаний!

Отношение

Уверенное профессиональное отношение, показывающее, кто руководит процессом, и чего, собственно, требуется достигнуть, поможет избежать многих проблем. Не позволяйте отвлекать себя вопросами, не относящимися к делу, до тех пор, пока не проинсталировали аппаратуру и не провели контрольного тестирования. Аудитория не приемлет никаких оправданий задержки концерта. Помните, что контрольное тестирование должно проводиться строго под вашим руководством, это не время для репетиций или джем-сейшенов, это ваш единственный шанс отстроить звук перед "живым" выступлением.

Приложение

Настоятельно рекомендуется маркировать переносимое оборудование в соответствии с тем, как оно должно размещаться на сцене. Это позволит вашим помощникам устанавливать его сразу на место и избавит вас от необходимости перетаскивать его лично. Это также облегчит задачу по его погрузке в трейлер и исключит возможность перепутать ваше оборудование с оборудованием музыкантов.



жение следует измерять по отношению к основной "земле"). Помните, что напряжение даже в несколько вольт может быть смертельно опасным. Тестирование потенциально опасного оборудования лучше проводить в обуви с резиновой подошвой и действовать только одной рукой.

Снизить риск поражения электрическим током можно за счет применения развязывающих трансформаторов. В некоторых компаниях, например в ВВС, администрация требует от пользователей подключать питание только через эти устройства. Очевидно, что надежное заземление всей аппаратуры также увеличивает безопасность работы.

Поражение слуха

Еще одна опасность, которой подвергается аудитория на концерте, связана с потенциальной возможностью поражения слуха сигналом большой мощности. Некоторые организации настаивают на установке и использовании в залах автоматических ограничителей мощности звукового сигнала. Бывает, что устанавливается достаточно низкий порог, но в среднем он составляет около 96 dB (такой порог считается безопасным для 8-часового воздействия на человека). Не следует пытаться обойти эти ограничители, используя для питания розетки других помещений.

Игнорируя эти правила, вы берете на себя всю полноту ответственности за возможные последствия. Ежедневно заслушиваются судебные разбирательства по обвинению работников, не обеспечивших соответствующую защиту от подобной опасности. Невозможно ничего сделать, чтобы прекратить эту деятельность против концертных залов и обслуживающего их персонала (то есть вас). Как легко инициировать подобные иски, вопрос спорный, но в любом случае должно превалировать чувство здравого смысла. Хотя, конечно, не следует усердствовать и ориентироваться на любителя выпить лишнего, который неудержим в своем желании поспать, преклонив свою натруженную голову к басовому бину.

Аварийное оповещение

Специальное внимание следует уделить исследованию проблемы обеспечения пожарной тревоги и сигналов аварийного оповещения. Необходимо знать, какие возможности есть у вас или аудиосистемы для того, чтобы такие сигналы были услышаны. Это может стать особой проблемой, если вы подключаетесь к системам жизнеобеспечения здания - еще один вопрос, требующий детального изучения или совета специалиста.

Безопасность технического персонала

Справляясь с различными ситуациями средствами дипломатии, оказания помощи, уклонения и самозащиты, вы одновременно должны заботиться о своем техническом персонале и о самом себе. Поднятие тяжестей - одна из основных проблем, поскольку вы рискуете при этом повредить позвоночник. Не стоит опускать колонки и rackовые стойки усилителей себе на ногу или совать руки в дверной проем. Все прекрасно об этом знают, тем не менее подобные инциденты происходят постоянно.

Физика звука

Введение

В этой главе мы рассмотрим некоторые аспекты звука с точки зрения его физики в надежде, что это поможет практическому осознанию происходящих процессов.

В большинстве случаев звук можно рассматривать как колебания воздуха в рамках различаемого ухом частотного диапазона (20 Hz-20 kHz). Источник звука вызывает воздушные колебания, которые в свою очередь воздействуют на барабанную перепонку уха. Звук может распространяться не только в воздухе, но и в других средах, например воде или твердом материале.

Ухо ребенка различает звук в пределах частотного диапазона от 20 Hz до 20 kHz. Аббревиатура единицы измерения частоты сигнала Hz является сокращением для Hertz (Герц) - имени ученого, который определил ее, как количество колебаний в одну секунду. Аббревиатура kHz (килогерц) означает тысячу герц ($k = \text{kilo} = 1000$).

С возрастом верхняя граница воспринимаемого диапазона понижается и к 30 годам в среднем находится на уровне 15 kHz. Имеют ли значения частоты, лежащие выше обозначенной границы, для людей этого возраста - вопрос спорный, однако большинство тестов показывает, что их отсутствие влияет на восприятие звука.

Иногда при описании звука используют аналогию с морскими волнами, имеющими гребни и впадины и передвигающимися в определенном направлении. В этом случае динамики можно сравнить с камнями, падающими в воду, вокруг которых волны распространяются во всех направлениях и их высота убывает по мере удаления от места падения. На самом деле источник звука действует наподобие поршня, сжимающего и разряжающего давление воздуха. В любом случае необходимо принимать во внимание тот факт, что сам воздух не перемещается, а только передает энергию соседним областям пространства.

Возьмем синусоидальный тон. Синусоида отражает изменение уровня или звукового давления во времени, как это показано на рисунке. Начальная точка соответствует нейтральному положению покоя. Затем воздух сжимается, снова проходит через нейтральную точку, а потом разряжается (передвигается в обратном направлении) до тех пор, пока снова не вернется к нейтральной нулевой точке. Этот отрезок времени называется периодом. Синусоида имеет простую симметричную форму, однако музыка является результатом наложения множества подобных кривых с различными частотами и уровнями, что придает музыкальному сигналу сложную неповторяющуюся форму.



Типичная звуковая волна отражает наше понятие о звуке. Форма волны показывает гармоническое содержание сигнала, количество колебаний в секунду определяет его частоту.

Количество колебаний в секунду определяется в герцах - человек воспринимает это как высоту или частоту тона. Чем больше колебаний в секунду, тем выше частота и выше звук, который мы слышим.

Расстояние между началом и концом колебания, измеренное в пространстве, называется длиной волны. Она связана со скоростью звука и его частотой формулой:

$$C = W \times F, \text{ где: } C - \text{ скорость звука (341 м/с при } 15,5^{\circ}\text{C)}, \\ W - \text{ длина волны (в метрах), } F - \text{ частота в герцах.}$$

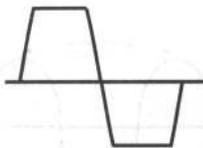
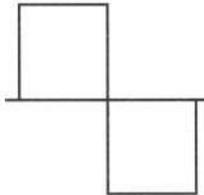
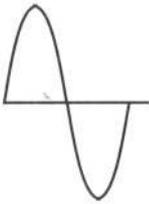
Используя эту формулу, получаем:

$$W = C / F \text{ и } F = C / W.$$

Для понимания природы звука необходимо ясно представлять взаимосвязь элементов этой формулы: с увеличением частоты длина волны уменьшается и наоборот - с уменьшением частоты длина волны увеличивается. Если снова обратиться к синусоидальному представлению волны, то мы увидим, что это действительно так. Ниже приведена таблица соответствия длины волны и ее частоты.

**Таблица соотношений длины волны и частоты звука
(скорость звука равна 330 м/с)**

Нота	Частота, Hz	Длина волны, см
A1	55	600
A2	110	300
A3	220	150
A4	440	75
A5	880	37.5
A6	1760	18.75
A7	3520	9.375
A8	7040	4.688
A9	14080	2.344



Начиная сверху:
Синусоидальная волна
Квадратная волна
Обрезанная (искаженная), синусоидальная волна похожа на квадратную и может вывести динамики из строя.

В воспроизведении и управлении низкочастотным сигналом длина волны играет особенно важную роль. Для эффективного воспроизведения динамиком басового сигнала диаметр диффузора должен быть равен приблизительно четверти длины волны. Аналогично акустические особенности зала в области воспроизведения сигнала низкой частоты зависят от объема, в котором распространяется звук - по мере удаления от источника звука составляющая баса увеличивается по сравнению с сигналами, чьи частоты лежат в верхних диапазонах.

То, что мы обычно называем уровнем (громкостью) звука, на самом деле является восприятием давления среды, в котором звук распространяется. Уровень звукового давления (SPL) измеряется в децибелах (dB). Как уже упоминалось ранее, dB - это отношение. Для измерения SPL в этом отношении использовалась единица давления Pa (Паскаль). Аналогично звуковое давление можно выразить и через отношение напряжений.

SPL - квадратный корень интенсивности. Интенсивность, в свою очередь - мера акустической мощности, аналогичная электрической мощности, измеряемой в ваттах (W). Она определяется по отношению к интенсивности, соответствующей самой малой громкости звука, различаемого человеческим слухом (порог слышимости - 10^{-12} W на частоте

1 kHz). Интенсивность звука довольно редко используется для измерения его акустических характеристик.

Таблица звуковых давлений

dB	Отношение
0	1
2	1,259
3	1,413
6	1,995
10	3,162
14	5,01
20	10,00
40	100
60	1000
80	10000
100	100000
120	1000000

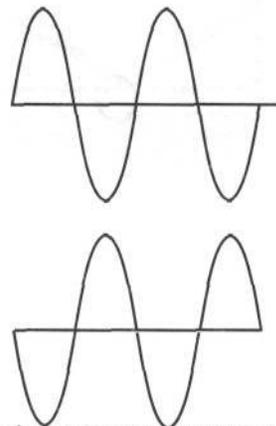
Децибелы (dB)

Мы уже рассматривали концепцию dB, тем не менее напомним некоторые основные моменты.

- Диапазон громкости звука, различаемого ухом, огромен. Отношение уровня наиболее тихого, но еще различаемого ухом звука, к уровню наиболее громкого, но еще не приводящего к потере слуха, равно приблизительно один к миллиону.
- Уровень громкости, выше которого звук может привести к повреждению слухового аппарата, находится в районе 120 dB.
- Ухо улавливает различие в 1 dB (хотя на практике эта величина обычно увеличивается до 3 dB). 10 dB эквивалентно ошущению трехкратного увеличения громкости звука.

Фаза

Еще одной важной характеристикой звука является фаза. Волна проходит цикл в 360° , прежде чем достигнет своей начальной точки. Фаза - это положение цикла одной волны по отношению к другой. Если два источника звука (то есть диафрагмы двух динамиков) перемешаются синхронно, то говорят, что они работают в фазе. Если же диафрагма одного динамика перемешается вперед, в то время как диафрагма второго уходит назад (то есть один находится в положительной части цикла, а другой - в отрицательной), то говорят, что динамики работают в противофазе (фазовый сдвиг между динамиками - 180°). Два противофазных сигнала гасят друг друга. В реальной жизни звук редко имеет форму идеального синуса (за исключением тестовых тонов), поэтому на одних частотах возникает фазовое подавление сигналов, на других - нет. Например, низкочастотный сигнал более чувствителен к этому эффекту, что приводит к ощутимой потере низкочастотной составляющей расфазированного моно сигнала.



Сдвиг по фазе между двумя источниками волны синусоидальной формы составляет 180° .

Учет фазовых сдвигов при расчете параметров звука сильно усложняет картину, поскольку этот фактор имеет различные значения для разных частотных составляющих сигнала.

Интерференция

Интерференция возникает при наложении сигналов различных источников звука. Источником интерференции может быть как отраженный сигнал, так и сигналы систем, использующих множество динамиков. Сложность заключается в том, что уровень и характер интерференции зависит от частоты и фаз участвующих в этом процессе звуковых волн.

Расстояние между источниками в 17 см приводит к подавлению сигнала на частоте 1 kHz. Для 3 kHz это расстояние уменьшается в полтора раза, для 5 kHz - в два с половиной, и так далее. Однако, на 2 kHz, 4 kHz, 8 kHz и так далее сигнал усиливается. Эта последовательность областей подавления и усиления на графике напоминает зубцы расчески, ухудшает четкость звука и является причиной флэнжерных и фазовых эффектов.

Степень влияния интерференции зависит от количества источников

звук и расстояния между ними - использование систем с несколькими динамиками может привести к такого рода "прерывистой" интерференции. Именно поэтому необходимо уделять особое внимание размещению динамиков, монтируемых на потолке.

В случае с микрофонами интерференция возникает благодаря сигналу, отраженному от лекторской трибуны или стола независимо от расположения динамиков.

Распространение звука

Распространение звука - очень важный аспект звукоусиливающей системы, который рассматривает вопросы понижения уровня громкости звука по мере удаления от его источника. Точечный источник (иногда его называют монополь) излучает звук из одной точки, который затем распространяется в пространстве концентрическими сферами. По мере удаления его энергия рассеивается по все большему пространству, что приводит к понижению уровня громкости. Энергия звука убывает обратно пропорционально квадрату расстояния от источника. Это значит, что если провести измерения мощности в одной точке, а затем в другой, находящейся на вдвое большем расстоянии от источника сигнала, то мощность сигнала во второй точке будет в четыре раза меньше, чем в первой. Если провести аналогичные измерения в точке, находящейся на втрое большей дистанции от источника, мощность упадет в девять раз. И так далее.

Однако для нас представляет больший интерес не мощность, а звуковое давление. Поскольку звуковое давление равно квадратному корню мощности, то, значит, оно прямо пропорционально расстоянию от источника. Таким образом, увеличение вдвое расстояния до источника приводит к падению уровня громкости на 6 dB.

Поглощение звука при передаче по воздуху (без учета дисперсии) составляет лишь 5 dB при частоте 2 kHz на расстоянии 150 m и 10 dB при частоте 10 kHz на 30 т. Таким образом, поглощение звука воздухом особой роли не играет. Из приведенных выше рассуждений вытекает, что потеря энергии происходит в основном за счет увеличения объема, в котором распространяется звук, а не просто с увеличением расстояния до источника. Таким образом, для увеличения громкости необходимо уменьшить дисперсию, а, следовательно, и объем, в котором звук распространяется.

В случае диполя (динамик с открытой задней стенкой) звуковое давление формируется сигналом, приходящим из передней и задней части конструкции. Звуковое давление вычисляется по формуле:

$$\text{SPL} = (\text{SPL на оси}) \times (\cos A), \text{ где } A - \text{угол прослушивания.}$$

Таким образом, если мы отклоняемся от центральной оси диполя на 25°, то теряем 10% SPL (и 50% при отклонении на 60°). Теоретически, если угол отклонения составляет 90°, звуковое давление в этой точке будет равно нулю.

Для источников линейного типа (таких, как традиционные колонки) область излучения динамиков ограничена полусферой. Это в два раза снижает объем, в котором распространяется звук. То есть увеличение расстояния до источника в два раза приводит к падению уровня громкости только на 3 dB (а не на 6 dB, как в случае точечного источника звука).

Препятствия на пути звука

И наконец мы рассмотрим процессы, которые происходят, когда на пути распространения звука возникают те или иные препятствия. То, каким образом звуковая волна будет взаимодействовать с помехой, зависит от частоты звука, размера и коэффициента поглощения препятствия. Звук может отразиться, обогнуть препятствие, преломиться либо поглотиться.

Отражение звука

Поведение звука при возникновении на пути его распространения твердой ровной поверхности подобно поведению света. Когда он встречается с ровной поверхностью, он отражается от нее под углом падения (в прямоугольных углах зала звук отражается дважды и меняет направление своего распространения на противоположное, что может привести к интерференции). При падении на выпуклую поверхность звук отражается по всем направлениям, а при падении на вогнутую - фокусируется в некоторой точке (по этому принципу работают параболические микрофоны и спутниковые тарелки).

Дифракция звука

Дифракция - это процесс огибания звуком препятствия. Звук не отражается от поверхности, а огибает ее, если размеры поверхности много меньше длины волны. Если же длина волны много меньше размеров препятствия, то звук отражается от него (препятствие создает так называемую акустическую тень).

Преломление

Преломление возникает, если звук распространяется в среде, имеющей различную плотность. Звук преломляется в сторону более твердой среды. В зале более теплый воздух (поскольку его плотность меньше) поднимается вверх, заставляя звук преломляться в сторону аудитории.

Поглощение

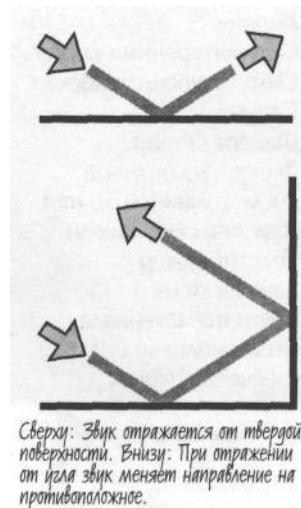
При попадании звука на определенные материалы (мягкая отделка помещения, ковры, занавески и т.п.) происходит его поглощение (энергия звука преобразуется в тепловую). Поглощению больше подвержен сигнал высокочастотного диапазона. Повышение температуры поглощающих поверхностей незначительно, так что нет никакой опасности воспламенения даже при работе на самых высоких уровнях громкости.

Передача звука через иные среды

Передача звука через другие объекты происходит в случае их непосредственного контакта друг с другом. С точки зрения звукоусиливающих систем, это нежелательное явление. Изолирование динамиков и микрофонов от пола позволяет увеличить отдачу низких частот и снизить возможность возбуждения системы.

Практически все процессы, связанные со звуком, оказывают на систему воздействие, степень которого зависит от частоты сигнала. В этом смысле не являются исключением и материалы, используемые для отделки залов с целью изменения его акустических свойств.

В приведенной ниже таблице указаны поглощающие свойства материалов на различных аудиочастотах. Число 1 соответствует абсолютному



поглощению, 0 - 100-процентной отражающей поверхности. Можно заметить, что характеристика способности поглощения зависит от частоты звука (обычно степень поглощения увеличивается с ростом частоты)*.

Таблица коэффициентов поглощения различных материалов

	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz
Бетон	0,010	0,010	0,020	0,020	0,020	0,030
Кирпич	0,024	0,025	0,030	0,040	0,050	0,070
Оштукатуренный кирпич	0,024	0,027	0,030	0,037	0,039	0,034
Оштукатуренная доска	0,300	0,300	0,100	0,100	0,400	0,400
Стекло	0,030	0,030	0,030	0,030	0,020	0,020
Фанера (9 мм)	0,110	0,110	0,120	0,120	0,100	0,100
Фанера на половой доске толщиной 50 мм	0,350	0,250	0,200	0,150	0,050	0,050
Акустические панели	0,150	0,300	0,750	0,850	0,750	0,400
Толстый ковер	0,150	0,150	0,350	0,350	0,500	0,500
Занавески из плотного материала	0,200	0,200	0,500	0,500	0,800	0,800
Стекловолокно (50 мм)	0,190	0,510	0,790	0,920	0,820	0,780
Сидящий человек	0,180	0,400	0,460	0,460	0,500	0,460

Реверберация

Одним из факторов, делающих звук "живым", является акустика окружающего пространства (зала). Для классической музыки реверберация является неотъемлемой частью, и ее отсутствие может привести к неестественному звучанию. Однако слишком большая реверберация лишает звук четкости и зачастую приводит к самовозбуждению системы звукоусиления.

Время реверберации определяется как время, за которое после отключения источника сигнала звук в зале, затухая, ослабнет в тысячу раз (на 60 dB). Оптимальное время реверберации для музыкального материала лежит в пределах 1.5-2.8 секунды (0.5-1 секунды для вокала).

Граничные значения звукового давления (SPL)

120 dB	болевого порог
70 dB	средний уровень разговорной речи на расстоянии 1 метра
0 dB	порог слышимости

* В акустике поглощение звука материалом принято измерять "единицей открытого окна" - то есть полное 100-процентное поглощение 1 м² обеспечивает условное открытое окно размером 1 м x 1 м, за которым нет отражающих поверхностей. - *Примеч. ред.*

Коммутационные разъемы

Введение

В этой главе мы опишем разъемы, наиболее часто использующиеся при коммутации приборов звукоусиливающих систем.

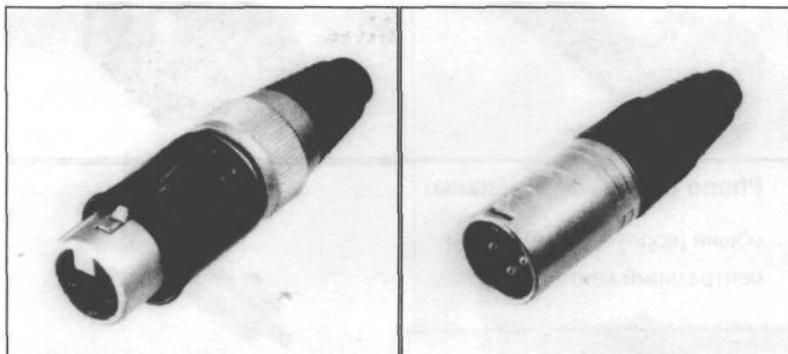
3-контактный разъем типа XLR

контакт 1 - "земля"

контакт 2 - горячий (фаза+)

Shure контакт 3 - фаза+

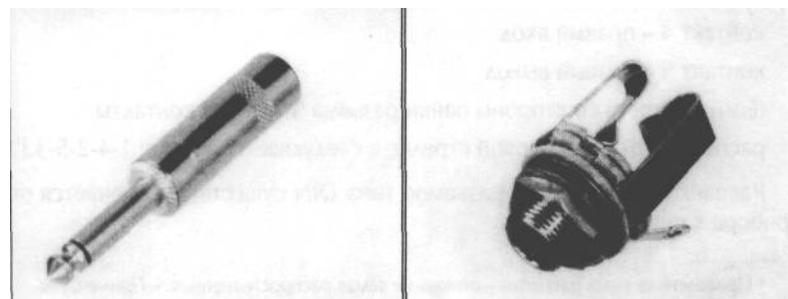
контакт 3 - холодный (фаза-)



Моноджек TS 1/4" (6.35 mm)

общий (корпус) - "земля"

конец - сигнал



Некоторые из обозначений, использованных в книге.

Слева: Разъемы "мама" и "папа" типа XLR, джековый разъем и гнездо.

Стереоджек TRS 1/4" (6,35 mm)

В качестве стереоразъема

общий (корпус) - "земля"

кольцо - правый канал

конец - левый канал

В качестве разъема разрыва

общий (корпус) - "земля"

кольцо - посыл на прибор (может меняться в зависимости от производителя)

конец - возврат (может меняться в зависимости от производителя)

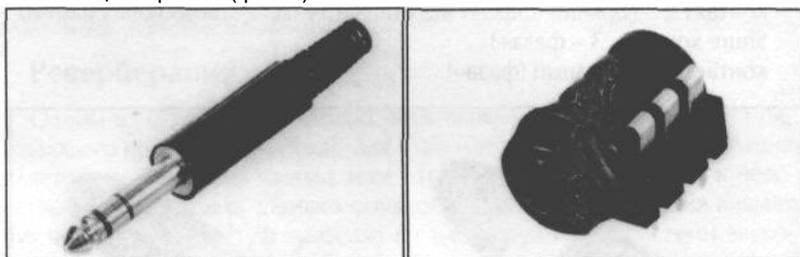
В качестве сбалансированного входа/выхода

общий (корпус) - "земля"

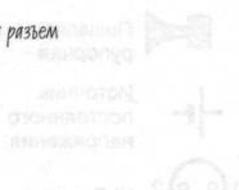
кольцо - холодный (фаза-)

конец - горячий (фаза+)

Стереоджековый разъем и гнездо



Phono разъем



Phono разъемы (тюльпаны)

общий (корпус) – "земля"

центральный контакт – сигнал



5-контактный разъем типа DIN

контакт 1 - левый вход

контакт 2 - земля (центральный контакт)

контакт 3 - левый выход

контакт 4 - правый вход

контакт 5 - правый выход

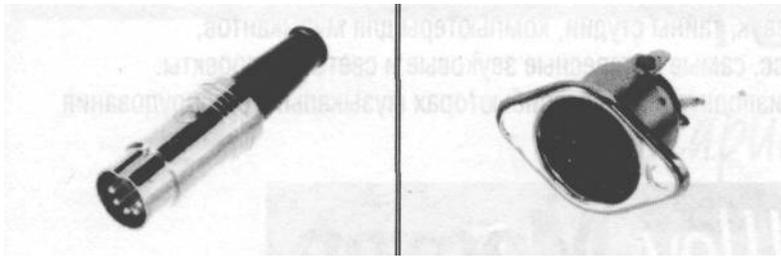
(Если смотреть со стороны пайки разъема "папа", то контакты располагаются по часовой стрелке в следующем порядке: 1-4-2-5-3.)

Распайка 5-контактных разъемов типа DIN существенно меняется от прибора к прибору*.



Вид на разъем типа DIN – "папа" со стороны пайки (аналогичен фронтальному виду гнезда "мама")

* Приведенная здесь распайка - отнюдь не самая распространенная. - Примеч. ред.



Разъем типа DIN и гнездо.

Разъемы Neutrik Speakon

Возможны 4- и 8-контактные конфигурации

	Тип	1-	1+	2-	2+	3-	3+	4-	4+
Широкополосные	n? 4	ret	sig						
2-полосные	n? 4	lf ret	lf sig	hf ret	hf sig				
	n? 8	lf ret	lf sig	hf ret	hf sig				
3-полосные	n? 8	lf ret	lf sig			mid ret	mid sig	hf ret	hf sig
4-полосные	n? 8	lf ret	lf sig	lm ret	lm sig	hm ret	hm sig	hf ret	hf sig

(Обозначения: sig – сигнал, ret – возврат, f – частота, l – низкие, m – средние, h – высокие.)



Разъемы Neutrik Speakon.

Глоссарий

В любой области науки и техники есть специфические термины. Ниже будут приведены и расшифрованы термины, используемые в системах звукоусиления.

Auxiliary send (aux). Дополнительная шина микшера, (см. Префейдерный сигнал, Постфейдерный сигнал и Мониторный микс).

Auxiliary return (aux). Дополнительный канал микшера, как правило существенно ограниченный в плане управления сигналом по сравнению с основными каналами.

Cans (банки). Жаргонное название телефонов (наушников).

Solo. Возможность прослушивания отдельных каналов микшера без влияния на главные выходы консоли.

Solo in place. Особый режим работы некоторых микшеров, при котором сигнал находящегося в этом режиме канала принудительно передается на главные выходы системы с одновременным мьютом остальных каналов. Может использоваться в качестве функции, обратной мьюту. Режим потенциально опасен для звукоусиливающих систем и используется в основном в студиях.

Sub grouping (полгруппирование). Процесс управления группой, направленной на основную стереошину.

Автономная аренда (dry hire). Аренда оборудования без поддержки техническим персоналом.

Активное оборудование. Приборы, требующие электропитания.

Белый шум. Сигнал, в котором энергия равномерно распределена по всем частотам во всех октавах. Используется в качестве тестового и настраиваемого. Применяется в синтезаторах для создания эффектов шума ветра и дыхания.

Время задержки. Для синхронизации работы динамиков, находящихся на различном расстоянии друг от друга, используются соответствующее время задержек сигнала. Величина времени задержки составляет 1 ms на каждые 30 см пути сигнала.

Буфер, Суббуфер. Динамик, специально разработанный для воспроизведения сигнала низкочастотного диапазона.

Графический эквалайзер. Устройство управления частотным балансом сигнала. Уровень подавления/усиления по каждой полосе устанавливается фейдерами, представляющими визуальную картину обработки исходного сигнала. Применяется для выправления частотного баланса отдельных сигналов или на выходе звукоусиливающей системы для коррекции акустических свойств зала либо самой системы, а также для подавления резонансных частот самовозбуждения.

Группа. Совокупность каналов, выведенных на единые органы управления пульта.

Датчик (преобразователь). Любое оборудование, осуществляющее

преобразование энергии из одного вида в другой (например, микрофоны, динамики).

Система двухполосного усиления. Система, в которой сигнал микшера разбивается электронным кроссовером на два частотных диапазона, каждый из которых усиливается соответствующим усилителем и воспроизводится своими динамиками. Способствует повышению качества звука, снижает вероятность перегрузки динамиков.

Лисперсия. Диапазон или область, на которую распространяется действие прибора (для динамиков часто используется термин "направленность").

Алина волны. Расстояние между двумя идентичными точками волны (например, между двумя пиками).

Арайвер. Жаргонное название динамика.

Емкостной микрофон. Микрофон, использующий емкость между двумя пластинами (одна из которых постоянно заряжена, а другая является диафрагмой) для генерации тока.

Заглушка. Устройство, поставляемое вместе с программным обеспечением и ограничивающее его несанкционированное применение. Программный продукт не работает без заглушки.

Залержка. Прибор, имитирующий запаздывание сигнала во времени.

Искажение. Изменение формы сигнала*.

Искусственное лублирование треков (ADT- artificial double tracking). Процесс, моделирующий исполнение одного и того же музыкального материала дважды. Вносит едва заметные изменения, позволяющие получить более "толстый" и плотный звук.

Канал. Вертикальная линейка микшера. Входной канал управляет подключенным к нему источником звука, позволяя регулировать предварительное усиление, эквализацию, маршрутизацию (включая направление сигнала на главную шину или подгруппы, эффекты и мониторинг) и управление уровнем. Разобравшись в устройстве одного канала, вы поймете принцип действия остальных.

Компрессионный Арайвер. Специальный тип высокочастотного динамика, обеспечивающий передачу звука на большие расстояния за счет его фокусирования.

Кроссовер. Прибор, разбивающий исходный сигнал на несколько частотных диапазонов так, что каждый из них может быть направлен на соответствующее оборудование (то есть высокочастотный сигнал - на твиттер, низкочастотный - на басовые динамики). Пассивный кроссовер использует пассивные элементы (катушки индуктивности, емкости) для разделения сигнала на частотные диапазоны. Активный кроссовер подключается между микшером и усилителем.

Микрофон. Датчик, преобразующий энергию звука (колебаний воздуха) в электрический сигнал.

Микшер. Устройство управления сигналами звукоусиливающей системы. Состоит из ряда однотипных вертикальных линеек, называемых каналами, и выходной секции. Обеспечивает согласование уровней, имеет встроенные эквалайзеры, возможность подключения внешних эффектов и средства маршрутизации сигналов, позволяющие направлять звук на мониторные колонки, портальные усилители и тому подобное.

Мониторный микс, ползвучка (foldback). Микс, передающийся на сцену. Обычно подается на сценические мониторы или системы ушного мониторинга.

Обрезной фильтр LPF (low pass filter). Устройство, подавляющее сигнал высокочастотного диапазона и не влияющее на низкочастотный.

Обрезной фильтр HPF (high pass filter). Устройство, подавляющее сигнал низкочастотного диапазона и не влияющее на высокочастотный.

Полупараметрический эквалайзер. Тип эквалайзера, позволяющего

регулировать частоту эквализации и степень усиления/подавления выбранной полосы.

Параметрический эквалайзер. Тип эквалайзера, имеющего в качестве регулируемых параметров частоту эквализации, добротность (или ширину диапазона эквализации) и, естественно, глубину подавления/усиления.

Парольный диск (key disk). Еще одно средство борьбы с несанкционированной эксплуатацией программного обеспечения (см. Заглушка). Ограничивает круг пользователей программным продуктом владельцами диска. Парольный диск необходимо вставлять каждый раз, когда запускается соответствующее программное обеспечение. Возможны варианты инсталляции непереносимой копии непосредственно на жесткий диск.

Пассивное оборудование. Приборы, не требующие вспомогательно-го питания. См. Кроссовер.

Перегрев. Перегрев усилителя означает, что он стал слишком горячим, и контуры обеспечения безопасной работы усилителя включили систему его охлаждения. Остается надеяться, что это произошло не слишком поздно и усилитель не перешел в сбойный режим работы.

Пик. Максимальное (как правило, короткое) значение сигнала.

Полгруппа. Часть микшера, используемая для управления выходным уровнем группы каналов (выход направлен на основную стереошину).

Постфейлерный сигнал. В микшере - сигнал, отбираемый после фейдера. Уровень сигнала уменьшается или увеличивается в соответствии с его перемещением. Обычно используется для посылы на эффекты, что позволяет поддерживать баланс обработанного и чистого сигналов.

Предохранитель. Устройство, предохраняющее оборудование от токовых пиков. Номиналы заменяемых предохранителей должны совпадать, иначе вы рискуете спалить прибор.

Префейлерный сигнал. В микшере - сигнал, отбираемый до фейдера. Обычно используется для мониторинга.

Распределительная коробка (DI box - direct injection). Устройство, преобразующее линейный уровень сигнала в микрофонный. Позволяет согласовать сопротивление и уровень сигнала, устраняет фантомное питание. Наряду с этим обеспечивает изоляцию, предотвращающую образование "земляных" петель и связанных с этим наводок. Существуют активные и пассивные версии.

Ревербератор. Прибор, позволяющий имитировать акустику и объем помещений.

Режекторный фильтр. Прибор, подавляющий очень узкую полосу частот. Часто используется для предотвращения самовозбуждения системы, а также для точечного подавления определенных частот (например, свист магнитофона или жужжание источников питания).

Розовый шум. Специальный тип сигнала, используемый при тестировании аудиосистемы. Состоит из случайных частот равных энергий в каждой октаве (то есть диапазоны 200-400 Hz и 10000-20000 Hz обладают равной энергетической емкостью).

Самовозбуждение. Циклический процесс. Проявляется в виде ревуших или свистящих звуков. Возникает, когда сигнал динамика попадает на микрофон и повторно усиливается.

Сбалансированная линия. Система связи, использующая витую пару и экран. По проводникам передаются прямой (фаза+) и инвертированный (фаза-) сигналы, что позволяет снизить чувствительность системы к помехам (любой шум синфазно воздействует на оба проводника и подавляется на входе приборов трансформатором или электронными контурами). Требуется сбалансированного соединения на обоих концах (то есть микрофон и сбалансированный микрофонный вход микшера). Обычно

обладает низким сопротивлением. Экран обеспечивает общую защиту от радиочастотных помех*.

Скорость нарастания (slew rate). Отражает способность прибора быстро реагировать на изменение входного сигнала. Этот фактор проявляется с большей долей очевидности в высокочастотном диапазоне, измеряется в V/s.

Среднеквадратичное значение (RMS - root mean square). Параметр, отражающий среднее значение сигнала. Более информативен (по сравнению с измерением пиковых сигналов) при оценке мощности усилителей и динамиков.

Твиттер. Динамик, специально разработанный для воспроизведения высокочастотного аудиодиапазона.

Телефоны (наушники). Небольшие динамики, закрепляемые на голове для организации персонального мониторинга.

Трехполосное усиление. Система, в которой сигнал микшера разбивается электронным кроссовером на три частотных диапазона, каждый из которых усиливается соответствующим усилителем и системой динамиков. Способствует повышению качества звука, снижает вероятность перегрузки динамиков.

Фаза. Динамики работают в фазе, если при подаче на них идентичного сигнала их диффузоры перемешаются в одном и том же направлении.

Фантомное питание. Постоянное напряжение, передающееся по микрофонному кабелю без использования дополнительных проводников. Обеспечивает питание для емкостных микрофонов и активных распределительных коробок, а также для некоторых систем связи.

Фейлер. Орган управления уровнем сигнала в каналах микшера. Часто фейдером называют любые регуляторы с продольным перемещением ручки.

Фильтр. Разновидность эквалаизации, при которой подавляются определенные частоты. (См. также Обрезной фильтр низких/высоких частот и Режекторный фильтр).

Флэнжер. Эффект воспроизведения звука с имитацией "гребенчатой" фильтрации (как будто вы слушаете музыку, находясь на противоположном от источника звука конце длинного тоннеля).

Хорус. Эффект, имитирующий исполнение одного и того же материала несколькими музыкантами. Обеспечивает более "толстый" звук.

Частота. Параметр, определяющий скорость периодических изменений звукового сигнала. Оценивается на слух как высота тона.

Шум. Любой сигнал, наличие которого нежелательно. В системах звукоусиления - свист, жужжание и так далее. В общем, все то, что не имеет отношения к музыке как к таковой. Гудение с частотой, кратной частоте сети электропитания (50/100/200 Hz) обычно называют фоном.

Эквалаизация (EQ). Процесс изменения частотного баланса сигнала путем подавления или усиления отдельных диапазонов частот. Аналогичен тональному контролю в hi-fi-системах, но обычно предоставляет больше возможностей для регулировки.

Эхо. Прибор, повторяющий звук несколько раз с постепенным уменьшением уровня сигнала (как эхо в горах).

* Строго говоря, данное определение относится к симметричной линии, одним из видов которой является сбалансированная линия. - *Примеч. ред.*