

Оглавление

1. Системы звукоусиления и "живой" звук 9

Сложилось представление, что системы звукоусиления имеют весьма отдаленное отношение к аудиоиндустрии. Это, безусловно, не так, и первая глава посвящена обзору требований, предъявляемых к системам "живого" звука.

2. Звуковой тракт 13

В этой главе рассмотрены основные компоненты систем "живого" звука и их взаимосвязь (начиная от сценических коммутаторов и кончая порталными стеками двухполосного усиления).

3. Системы звукоусиления и области их применения 23

Мы рассмотрим типичные системы и их применение, включая "живое" озвучивание малых коллективов, постоянные и мобильные инсталляции.

4. Микрофоны, распределительные коробки и другое оборудование 51

Глава посвящена микрофонам и особенностям "живой" работы с ними, радиосистемам, распределительным коробкам, сплиттерам и субмикшерам.

5. Микшерный пульт 71

Микшер - сердце любой аудиосистемы. Мы подробно рассмотрим устройство главных консолей звукоусиливающих систем и мониторных пультов.

6. Микширование - искусство создания "живого" звука 87

Для микширования звука "живого" концерта необходим специальный опыт. Мы вкратце рассмотрим вопросы субмикширования, группирования и мьютирования, психологические аспекты "живого" звука.

7. Эффекты и обработка 91

В главе рассказывается о ревербераторах, задержках и эффектах, основанных на этом принципе, приборах сдвига частоты, гейтировании и наиболее мощном из эффектов - эквализации.

8. Усилители и динамики 109

В главе рассматриваются спецификации усилителей и методы их использования, включая системы двухполосного усиления, электронные кроссоверы, синхронизацию работы систем распределенных динамиков (линии задержки), размещение динамиков, дисперсию, суббасовые системы, порталные стеки и объемный (surround) звук.

9. Сценический мониторинг 115

Многие звукоинженеры недооценивают роль сценического мониторинга в условиях "живого" исполнения. Данная глава поможет правильно подойти к сценическому мониторингу.

10. Системы воспроизведения 119

Довольно часто при "живом" исполнении возникает необходимость использования предварительно записанного материала, например для бэк-треков, локальных эффектов и вставок.

11. Автоматизация и MIDI 127

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

12. Проблемы и их решение 135

В этой главе мы рассмотрим методы борьбы с сетевыми наводками, интерференцией (в радиочастотном и световом диапазоне), самовозбуждением и изменяющейся акустикой помещения.

13. "Живой" звук в прикладных областях 147

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.

14. Системы звукоусиления в действии 151

В этой главе мы кратко остановимся на некоторых физических проблемах, обусловленных особенностями залов.

15. Безопасность 161

Мы обсудим вопросы электрической и механической техники безопасности, а также меры предосторожности, позволяющие избежать поражения слуха сигналами большой мощности.

16. Физика звука 165

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

17. Коммутационные разъемы 171

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

18. Глоссарий 175

В любой области науки и техники присутствуют специфические термины. В этой главе приведены термины, использующиеся в системах звукоусиления, и их расшифровка.

Предисловие

Я никогда не любил высказываний типа "это всего лишь системы звукоусиления, и ничего больше", так как хотя бы из-за своей мощности они заслуживают более уважительного отношения. Звукоинженеры, обслуживающие звукоусилительные комплексы, работают в экстремальных условиях, так как артисты стремятся донести свои эмоции до слушателей, не желая ни на что отвлекаться в процессе исполнения.

"Живой" звук является категорией повышенной сложности. Ведь работая "вживую", вы имеете всего один шанс для реализации своей идеи - нет повторов, пауз, а порой даже и репетиций. Иногда приходится микшировать абсолютно незнакомую композицию. Причем это происходит на фоне постоянно возникающих проблем: искажение звука, самовозбуждение и т. д. При этом вы еще управляете мониторингом сцены, корректируете звук в зале, предотвращаете перегрузку аппаратуры, традиционно пререкаетесь с барабанщиками и гитаристами по поводу громкости звучания их инструментов и к тому же стремитесь получить чистый прозрачный звук, позволяющий различить нюансы исполнения.

Музыканты на сцене хотят иметь студийный звук при отсутствии специальных акустических помещений, дублей, бесконечной редакции и мощных приборов автоматизации. Более того, они постоянно вспоминают о студийных "чашечках кофе" и прочих прелестях спокойной звукозаписи. Но на сцене все иначе. Работа почти целые сутки, бесконечные переезды, горы тяжелой аппаратуры, жаркие душные залы, еженощные инсталляции, подвыпившая публика, капризы артистов... И при

всем этом к звукомнженеру не должно быть никаких претензий, иначе ваше сотрудничество с группой закончится.

Когда все идет хорошо, вас не замечают и все лавры выпадают на долю исполнителей. Но надо быть готовым к тому, что в любой ситуации найдется множество "профессионалов", которые "могли бы сделать кое-что лучше", даже если они не в состоянии отличить "черное" от "белого". И если что-то не заладилось, так это, естественно, ваша вина: солист не "строит" - плохой мониторный микс, музыканты не могут поймать настроение - опять вы "крайний". А в довершение ко всему вы должны зорко следить за тем, чтобы никто не повредил или "нечаянно" не прихватил с собой какую-либо аппаратуру.

Работа звукоинженера крайне неблагодарна. Но мы - оптимисты. И у нас не иссякает стремление к новым горизонтам, а уверенность достичь их непоколебима. Все самое лучшее должно произойти прямо сейчас. Промедление смерти подобно. И без нас здесь определенно ничего не выйдет.

Так что дожуйте обед, допейте свою колу и попытайтесь отыскать на карте точку очередного тура. Ведь вы - концертный звукоинженер и "show must go on".

Системы звукоусиления и живой звук

Введение

Бытует мнение, что системы звукоусиления имеют весьма отдаленное отношение к аудиоиндустрии. Тем не менее именно благодаря им огромная масса людей имеет возможность одновременно слышать звук достаточной мощности.

Теоретически звукоусиливающие системы не представляют собой ничего сложного - ведь необходимо всего лишь увеличить громкость для того, чтобы большое количество людей могло слышать, что происходит. От традиционных систем озвучивания публичных мероприятий, возможно, большего и не требуется. Качество звука здесь не стоит на первом плане, единственное, что нужно - отчетливое воспроизведение речи. Однако если вы вспомните качество звука объявлений на железнодорожных вокзалах, то поймете, что даже это не всегда возможно.

Что же говорить про "живой" звук, от которого требуется неизмеримо больше? Он должен иметь качество, сопоставимое со студийным, чтобы донести до слушателей творческие идеи и настроение музыкантов. Ошибка может свести на нет все усилия исполнителей. Если вокалист не слышит свой голос через мониторы, если басист не понимает, что играет барабанщик, если в зале не слышно солирующего инструмента - все это ошибки оператора, а не исполнителей!

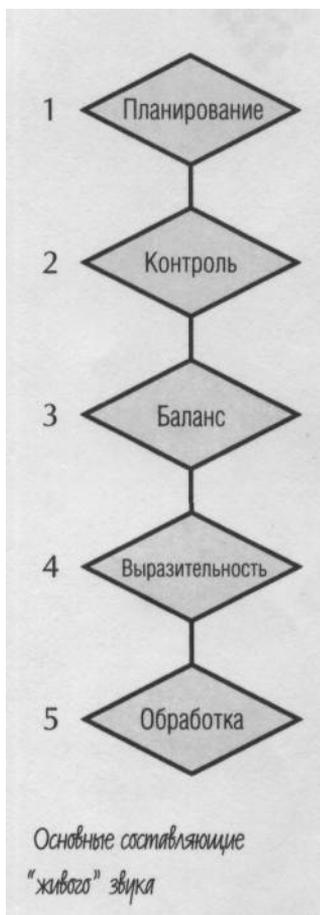
Субъективность

Основная проблема состоит в том, что каждый слышит звук по-своему. Поскольку у всех свои представления о звуке, нельзя дать точное определение идеального микса. Но идя от обратного, можно сказать, какими качествами отличается плохой:

- искажения или шум, неотчетливое воспроизведение ключевых моментов;
- "размытость", не позволяющая слышать ведущие инструменты;
- несоответствие настроению произведения ("выпирающий" аккомпанемент в балладе, слабые барабаны в танцевальной композиции).

Придумать что-либо еще достаточно сложно.

Существует много способов эквализации, например, баса, но нельзя категорически утверждать, что один из них лучше другого. Возможно, хотелось бы добиться "теплого" басового звука, но если кроме "бухания" ничего не слышно, то нужен ли такой бас вообще? В этой ситуации



поможет слэпированная обработка. В конечном счете самым лучшим будет микс, способный передать идею и настроение, которые заложил музыкант при исполнении. Тем не менее может потребоваться корректировка для создания общей связанной картины композиции, ведь речь идет о коллективном творчестве. Подводя итог, можно сказать, что искусство микширования имеет пять аспектов: планирование, контроль, баланс, выразительность и обработка.

1. Планирование - коммутация и оптимальная расстановка аппаратуры.
2. Контроль - уверенность в отсутствии самовозбуждения, шумов и искажений, а также в том, что сценические мониторы и порталы обеспечивают достаточный уровень громкости.
3. Баланс - создание общей целостной звуковой картины.
4. Выразительность - передача исполнительских эмоций.
5. Обработка - придание звуку необходимой окраски.

Аппаратура и творчество

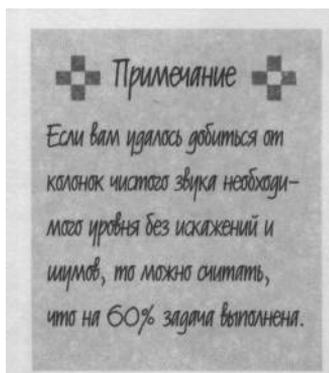
Для большинства людей хорошая обработка звука является чем-то неуловимым и не вполне понятным. Это похоже на различие между просто тортом и хорошим тортом. И тот, и другой вкусны, но второй все-таки лучше. Многие ошущают разницу, но не ищут причину этого явления, они просто знают - и это правильный путь. Те же, кто пытается провести анализ и разложить все по полочкам, не воспринимая процесс целиком, приходят на шоу не для того, чтобы насладиться зрелищем. Скорее всего, они принадлежат к категории музыкантов или звукоинженеров, "питающихся" плагиатом. Неплохо, конечно, ознакомиться с их точкой зрения, но есть вещи и поважнее. Всерьез прислушиваться к мнению таких "профессионалов" - не лучший способ самоусовершенствования.

Для того, чтобы в полной мере овладеть искусством обработки, необходимо время, большой опыт и качественная аппаратура. Выразительное микширование каждой вещи - основной элемент творчества. Другими словами, следует понимать, что делать со звуком, чтобы помочь исполнителям добиться требуемого настроения. Этого можно достичь перебалансировкой уровней, регулировкой эквалайзера или за счет реверберации и задержки.

Остается последний шаг на пути к абсолютному совершенству. Это и есть та самая малость, которая определяет преимущество "живого" звука над студийным. На этом этапе можно использовать компрессор (скорее в творческом плане, чем в целях коррекции), спектральное микширование для четкой прослушиваемости всех звуков, можно создавать псевбодинамический эффект и манипулировать фейдерами, контролируя каждый децибел на выходе. Для сидящих в зале это пройдет незаметно, но подсознательно они подумают: "Да, вот это - Звук".

Коррекция и творчество

По существу, большинство элементов систем звукоусиления можно использовать двумя способами: в целях коррекции и творчески. Например, эквалайзер можно применять для решения проблемы самовозбуждения или корректировки тонального дисбаланса системы. В творческом же плане его можно применять для изменения выразительности звука,



добиваясь, например, более "глубокого" и "плотного" вокала. В большинстве случаев эти подходы вступают в противоречие, так что приходится прибегать к разумному компромиссу.

Планирование

Мало кто любит планирование, большинство же людей и вовсе неорганизованы по своей природе. Однако в концертной обстановке, работая с приборами, находящимися под высоким напряжением, это, пожалуй, единственный способ избежать неприятностей в критической или даже штатной ситуациях. Не имея схемы прокладки кабелей и приблизительных шаблонов установки эквалайзеров и эффектов, вы многим рискуете, особенно при работе в экстремальных условиях.

Неполадки

Возьмем для примера ситуацию, когда уровень вокала падает вместо того, чтобы повышаться. Что нужно предпринять, чтобы устранить причину сбоя и быстро восстановить необходимый уровень? Что неисправно - микрофон, кабель, мультитор, канал консоли, эффекты или подгруппы? Может быть, это вина исполнителя, сбоя оборудования или просто плохой контакт в розетке питания? Не имея плана, трудно установить источник неисправности и восстановить работоспособность системы. Если вы каждый раз используете различные установки, то как вы поймете, в чем же все-таки дело? У вас нет времени на раздумья или устранение неполадки методом "тыка" - уже поздно, звук пропал!

Работа "на лету"

Для того, чтобы работать оперативно, своевременно реагируя на возникновение нештатных ситуаций, жизненно необходим системный подход как к выбору и эксплуатации оборудования, так и к технологии микширования. Следуя этому правилу, вы избежите двусмысленности в организации системы, что значительно повысит ее работоспособность и устойчивость. Поставить правильный диагноз - 90% успеха при устранении неполадок. Работа с "живым" звуком не оставляет времени на то, чтобы строить догадки и предположения.

Удивительно, но встречаются операторы, планирующие рабочее поле консоли самым экзотическим образом. Если спланировать консоль слева направо так, как расположены музыканты на сцене, то будет гораздо проще понять, на каком канале находится тот или иной источник звука. Имеет смысл так же группировать вместе однотипные источники звука. Вполне логично разместить ударные в одном месте, а не разбрасывать их хаотично по всем 24 каналам, хотя многие операторы применяют подобные запутанные установки.

Звуковой тракт

Введение

Эта глава посвящена описанию основных компонентов системы "живого" звука, начиная от сценических коммутаторов (stage boxes) и кончая порталами двухполосного усиления.

Элементы системы

Любая система звукоусиления состоит из нескольких элементов. Их количество, мощность, размеры и цена могут варьироваться в широких пределах, но суть остается неизменной. Все составляющие систему компоненты можно классифицировать следующим образом:

- Вход - микрофоны, распределительные коробки, мультикоры и сценические коммутаторы.
- Управление и маршрутизация - пульт, обеспечивающий усиление, необходимые уровни сигналов, эквализацию и маршрутизацию.
- Обработка - внешние эффекты: компрессоры, гейты, внешние эквалайзеры, ревербераторы и задержки.
- Усиление - усилители мощности. Они могут состоять из двух- или трехполосных систем усиления с отдельным управлением по каждой из частотных полос, а также электронного кроссовера, который разбивает сигнал консоли по частотным диапазонам и передает каждый на свой усилитель.
- Выход - динамики. Огромное количество литературы посвящено этому компоненту системы звукоусиления, но единственное, что необходимо нам знать на данный момент - есть два типа колонок: порталы (для аудитории) и мониторы (для исполнителей).

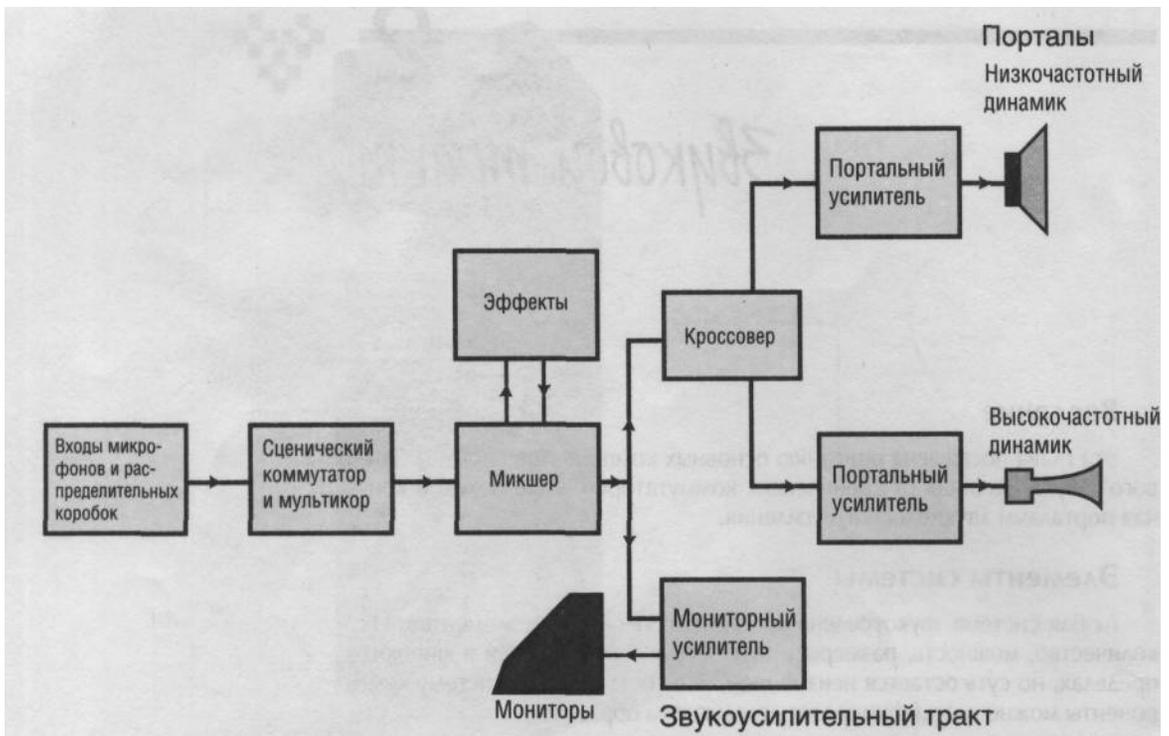
Полезно хотя бы в общем представлять себе физические процессы, происходящие в звукоусиливающих системах: акустические колебания преобразуются в электрические; электрический сигнал обрабатывается, его уровень увеличивается до необходимой величины и, в конечном итоге, он снова преобразуется динамиками в звук.

Вход

Микрофоны

Распределительные коробки (DI boxes)

Мультикоры, сценические коммутаторы и пультовые коммутационные панели



Контроль и маршрутизация

Основная консоль
Кроссоверы

Обработка

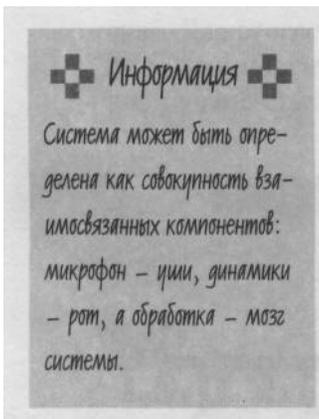
Приборы обработки и эффекты
Эквалайзеры
Оборудование автоматизации и мониторинга

Усиление

Микшер/усилитель (совмещаемый с микшером в небольших устройствах)
Усилители порталов и мониторов

Выход

Портальные колонки
Мониторные колонки

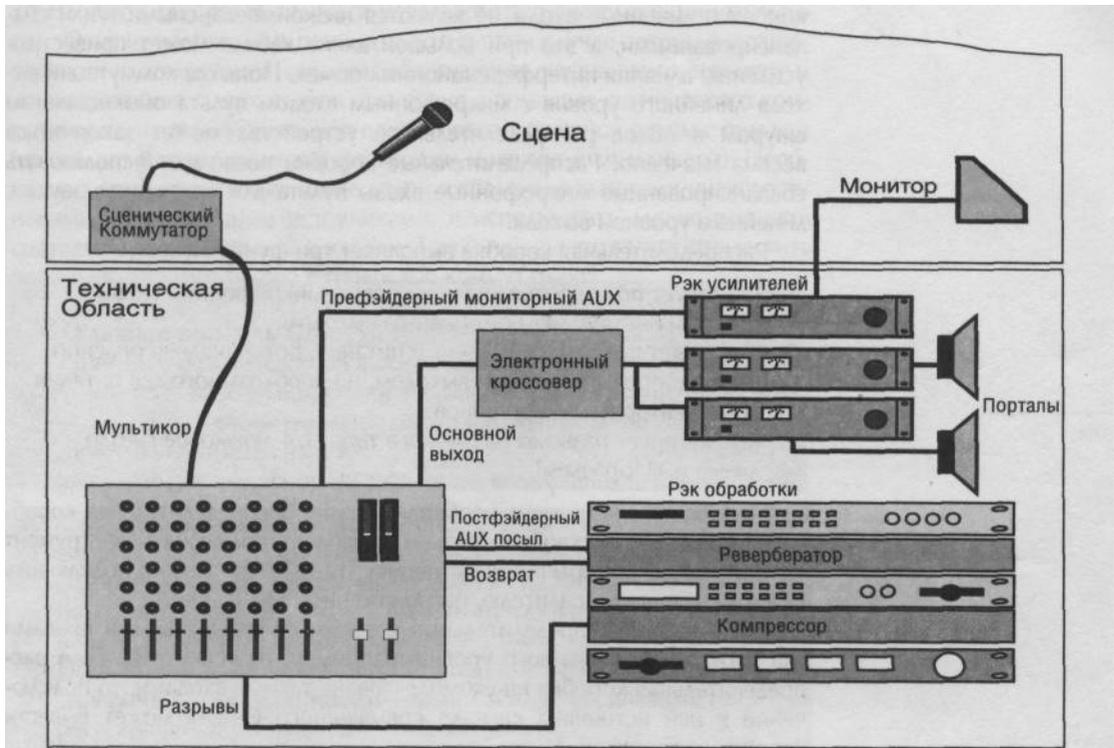


Функции

Качество системы звукоусиления определяется качеством самого слабого ее звена. Если вы используете плохой микрофон, то уже неважно, каково качество колонок - аудитория все равно не услышит того звука, на который вправе рассчитывать.

Хотя можно провести небольшую коррекцию работы одного из элементов, необходимо четко осознавать, что это происходит за счет других и в конечном итоге приводит к снижению эффективности работы всей системы.

Поскольку невозможно одновременно приобрести все самое лучшее, приходится идти на компромисс, собирая систему из сбалансированных



по цене и качеству компонентов. Это все-таки лучшее решение проблемы по сравнению с необходимостью заменять низкосортные элементы в будущем.

В следующей главе приведены некоторые соображения по вопросу соотношения цены и качества.

Системы звукоусиления в деталях

Микрофон

Основная задача микрофона - воспринимать звук и преобразовывать его в электрический сигнал. Поскольку он переводит энергию из одного вида в другой, то называется преобразователем, или датчиком. В дальнейшем будет подробно рассмотрен принцип работы различных типов микрофонов, а пока это все, что о них необходимо знать.

Распределительные коробки (DI boxes)

Распределительные коробки используются для подключения инструментов с линейным выходом к микрофонным входам микшера. Инструменты с линейным уровнем (клавиши, гитары, магнитофонные деки, CD-плееры и др.) не нуждаются в микрофоне, поскольку изначально обладают электрическим выходом.

Если кабель линейного входа имеет достаточную длину, а линейные входы исключены из мультикора, то ничто не мешает подключаться непосредственно к линейным входам консоли (если, конечно, есть свободные каналы). Однако существует еще одна проблема - в большинстве

Тракт системы звукоусиления (взгляд со стороны консоли). Обратите внимание на пограничную область между сценой и технической зоной микрофонов. Чем меньше путей взаимосвязи между ними (в данном случае - два), тем лучше.

Примечание

Функция зависимости качества прибора от его цены имеет критическую точку, после которой с увеличением цены скорость увеличения качества значительно замедляется. Например, при увеличении цены в два раза качество прибора в два раза не увеличивается. Его качество повысится примерно на 10%.

консоль линейные входы не являются низкоимпедансными и/или сбалансированными, а это при большой длине кабеля может привести к усилению влияния интерференционных помех. Попытка коммутации выхода линейного уровня с микрофонным входом пульта обыкновенным шнуром в обход распределительного устройства может закончиться весьма плачевно. Распределительные коробки позволяют использовать сбалансированные микрофонные входы пульта для источников звука с линейным уровнем выхода.

Распределительная коробка выполняет три функции:

1. Согласует по сопротивлению и уровню микрофонные входы пульта и инструменты с линейным выходом.
2. Устраняет влияние фантомного питания, потенциально опасного для приборов с линейным выходом, но необходимого для питания конденсаторных микрофонов.
3. Коммутирует разъемы различного типа (1/4-дюймовое гнездо джека и XLR-разъем).

На каждый инструмент необходима одна распределительная коробка. Параллельный сквозной разъем позволяет подключать инструмент одновременно и к обычному источнику (т. е. гитару можно подключить еще и к гитарному усилителю, расположенному на сцене).

Существуют распределительные коробки со специальными входами для сигналов повышенного уровня (например, от усилителя). Если распределительная коробка не укомплектована такими входами, то подключение к ней источника сигнала повышенного уровня может вывести коробку из строя.

Распределительные коробки бывают двух типов - пассивные и активные. В пассивной конструкции применяется трансформатор, и коробка не нуждается в дополнительном питании. Недостаток пассивной коробки - некоторая потеря уровня сигнала. Активная распределительная коробка имеет электронные контуры, питающиеся от внутренней батарейки. Очень часто в качестве источника питания используется фантомное питание микрофонного входа микшера, что позволяет продлить срок службы дорогостоящих батареек.

Необходимо заметить, что распределительные коробки с трансформаторной конструкцией вносят нежелательные искажения, особенно на коротких импульсных сигналах, однако современные модели обладают приемлемым качеством. Активные распределительные коробки более дорогие и сами по себе производят электронный шум. Эту проблему в ряде случаев можно решить за счет снижения чувствительности микрофонного входа микшера и повышения выходного уровня источника сигнала.

Мультикоры, сценические коммутаторы и коммутационные панели

Мультикор - это всего-навсего броское название нескольких кабелей, объединенных под одной обшивкой в толстую "косичку" и имеющих соответствующую маркировку. Применение мультикора вместо одиночных кабелей позволяет существенно сократить время прокладки и трассировки. К недостаткам мультикора следует отнести отсутствие возможности наращивать его мощность и восстанавливать повреждения. По этой причине лучше приобретать мультикор с заведомо большим количеством кабелей, нежели это продиктовано текущими потребностями.

Примечание

По сравнению пассивные распределительные коробки лучше своих активных аналогов.

Примечание

По сравнению с одиночными кабелями мультикор заметно сокращает время прокладки и трассировки.

Настоятельно рекомендуется использовать в системе один мультикор. Однако необходимо понимать, что в этом случае затрудняется перекрестная коммутация каналов, облегчающая жизнь звукоинженеру и осуществляемая с двух сторон - на сиене с помощью сценического коммутатора и на коммутационной панели, расположенной рядом с пультом (ее следует поместить между разъемами микшера и мультикора). Необходимо помнить, что вы имеете дело со сбалансированными низкоуровневыми микрофонными источниками, и использовать для коммутации соответствующие разъемы и кабели. Такой подход позволяет совместить преимущество мультикора с гибкостью коммутатора.

Главная консоль (front of house - FOH)

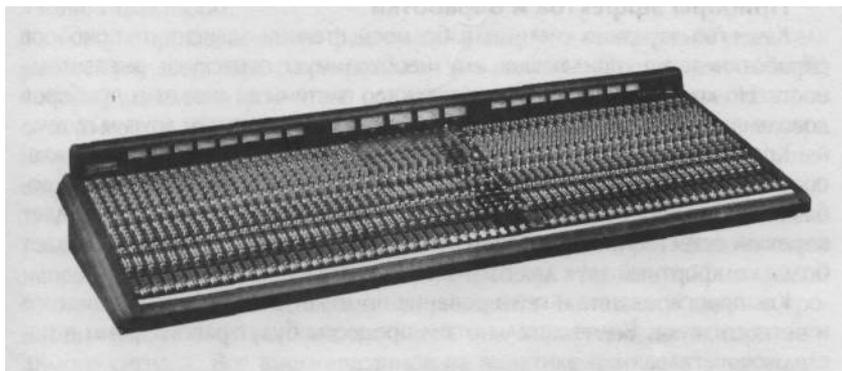
Микшер, пожалуй, самая важная часть системы звукоусиления. Вы проводите 95% рабочего времени за консолью, а один и тот же сигнал может проходить через нее несколько раз (эффекты, точки разрыва и т.д.), прежде чем выйдет наружу.

Консоль имеет две основные функции - коммутацию и обработку:

1. Коммутация. Микшер позволяет определять маршрут прохождения сигнала. Например, сигнал можно направить на мониторные колонки, эффекты, стереомикширование, на какую-либо подгруппу, управляющую специальными громкоговорителями, или на мультитрековый магнитофон.
2. Обработка. Основные типы обработок, имеющих в консоли, - управление уровнем и эквализацией. Также пульт позволяет регулировать глубину внешней обработки (например, ревербератора) для каждого источника звука.

Некоторые микшеры обладают встроенной обработкой, но это не самый лучший вариант, поскольку встроенные эффекты не в состоянии предоставить качество и гибкость сравнимые с полученными от внешних приборов. Приемлемым выходом в этой ситуации может стать перевод внутренних эффектов в состояние "bypass" и подключение внешних приборов обработки, если, конечно, подобное позволяет осуществить конструкция пульта.

Со временем, по мере усложнения системы, вам непременно захочется улучшить качество звука за счет приобретения приборов внешней обработки. Не требуется обладать даром ясновидения, чтобы предсказать содержание монолога вокалиста, если вы попытаетесь обработать



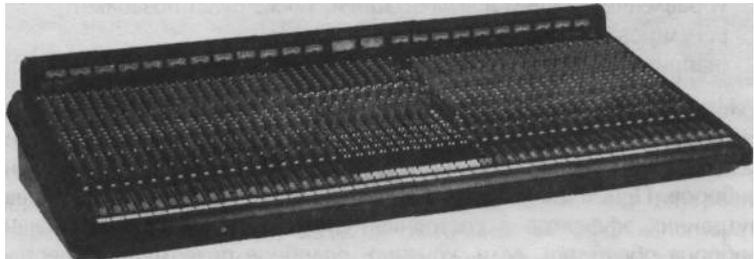
сделанный на заказ супердорогой микрофон встроенным ревербератором, красная цена которому 50 английских фунтов, а звук подозрительно похож на звук группы из соседней школы.

Мониторный микшер

Большинство людей небезосновательно считают, что звук в зале - самое важное. В принципе это верно, но не совсем. Ведь если музыкант не слышит всего того, что ему необходимо, то тут не до качества звука. В такой ситуации исполнитель играет не в ритме, не в стиле, а порой и "мимо нот".

Мониторный микс - одна из главных причин различного рода недоумений, возникающих между оператором и группой. Да, звук в зале тоже должен быть на высоте, но если из мониторов "лезет" безобразный микс, это самым непосредственным образом влияет на настроение исполнителя, драйв, а в итоге и на звук, который слышит аудитория.

Основной задачей мониторингового микширования является создание качественного индивидуального микса для каждого исполнителя, которому чаще всего требуется слышать основную канву композиции (ударные, бас, ритм-гитару), а не мелкие детали. Для создания мониторингового микса используется отдельная секция микширования. В идеале это - отдельный пульт и квалифицированный оператор, управляющий мониторингом сцены.



Основная беда мониторинжных колонок заключается в том, что они располагаются в непосредственной близости от микрофонов, провоцируя самовозбуждение системы. Позже будут рассмотрены методы борьбы с этим явлением.

Приборы эффектов и обработки

Качество звучания системы в большой степени зависит от приборов обработки звука, придающих ему необходимую окраску и выразительность. Но компенсировать несовершенство системы за счет этих приборов довольно сложно, и лучше попытаться устранить недостатки другим путем.

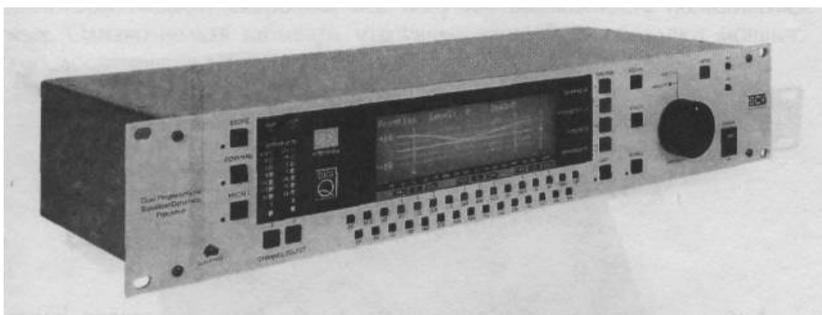
Кроме очевидных эффектов (таких, как флэнжер, хорус и задержка) созданию эффекта студийного звучания может помочь небольшое добавление реверберации (даже в тех случаях, когда помещение обладает хорошей естественной реверберацией). Но что более важно, это создает более комфортный звук для самих исполнителей.

Компрессирование и гейтирование поможет добиться более чистого и четкого звука. Более детально эти процессы будут рассмотрены в последующих главах.

Эквалайзеры

Эквалайзеры можно использовать в двух целях - для создания музыкального образа и для технической коррекции частотного спектра сигнала. В первом случае прибор помогает достичь определенного настроения и выразительности, а во втором - компенсировать акустические недостатки того или иного помещения и увеличить коэффициент усиления, не доводя систему до самовозбуждения.

Поговорим о графических эквалайзерах, приборах с одним фейдером на каждую регулируемую частоту. Совокупность фейдеров, расположенных на передней панели эквалайзера, образует своеобразный график, позволяющий визуалью представить, что же происходит со звуком (отсюда и название - графический). При этом не следует гнаться за красивой кривой - это не всегда нужно. С другой стороны, слишком "широкое" расположение фейдеров также не во всех случаях оправдано. Если вы используете похожие установки эквалайзеров на всех кана-



лах пульта, то для повышения эффективности системы и снижения шумов можно перенести эти установки на графический эквалайзер и провести общую эквализацию. Помните: графические эквалайзеры очень сильно влияют на звук, поэтому их следует применять только там, где это действительно необходимо.

Усилители

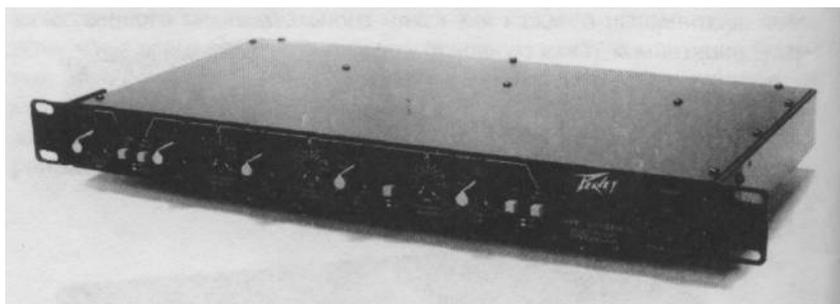
Задача усилителя проста, но чрезвычайно важна - усилить громкость звука. Однако этот процесс никогда не бывает обособленным, напротив - на качество усиления влияет множество факторов. Чтобы не быть голословным, можно рассмотреть простой пример с динамиками и демпинг-фактором.

Говоря проще, демпинг-фактор означает, что конкретный усилитель работает лучше в паре с конкретными динамиками. Пропуская ток через катушку динамика, усилитель создает электромагнитное поле, которое отталкивает и притягивает постоянный магнит, расположенный внутри катушки. Это заставляет перемещаться катушку и прикрепленный к ней диффузор. Колебания диффузора порождают звук. Перемещаясь, катушка пересекает силовые линии постоянного магнита, в результате чего в ней индуцируется ток наводки в основном противоположного направления (по отношению к току усилителя). Наведенный ток достаточно мал, но тем не менее с ним приходится считаться. Развитие процесса зависит и от конкретных частотных характеристик воспроизводимого сигнала. Все вышеописанное на практике приводит к тому, что

некоторые комбинации усилителей и динамиков воспроизводят звук, качество которого не выдерживает никакой критики, хотя при других сочетаниях динамиков и усилителей все будет в порядке.

Кроссоверы

Может быть вы хороший футболист и с удовольствием пишете ласковые письма своей любимой бабушке, но пытались ли вы делать это одновременно? Не думаю, что из этого получится что-то хорошее. То же самое справедливо и для динамиков, разрабатывающихся с учетом их работы в ограниченных частотных диапазонах: вуферов (низкочастотных динамиков), динамиков средней полосы и твиттеров (высокочастотных драйверов). Разделяя сигнал усилителя на определенные частотные полосы и подавая каждую из полос на динамики соответствующего типа (а именно для этого и служат кроссоверы), можно повысить эффективность работы аудиосистемы.



Любая многополосная колонка имеет пассивный кроссовер (пусть даже он выполнен в виде сопротивления и катушки индуктивности), однако несравненно лучших результатов можно добиться, используя специализированные внешние приборы - кроссоверы.

Системы двухполосного усиления

В этих системах частотный диапазон сигнала разделяется на две полосы (низкие и средние/высокие частоты), и каждая полоса имеет свой специализированный усилитель - в этом случае появляется возможность оптимизировать процесс усиления мощности по каждому частотному диапазону (фактически для достижения аналогичного результата усиления на высоких частотах по сравнению с басами требуется гораздо меньшая мощность; кроме того, человеческое ухо более чувствительно к среднечастотному диапазону). К тому же в силу полной независимости полос перегрузка басового усилителя не скажется на твиттере.

Громкоговорители

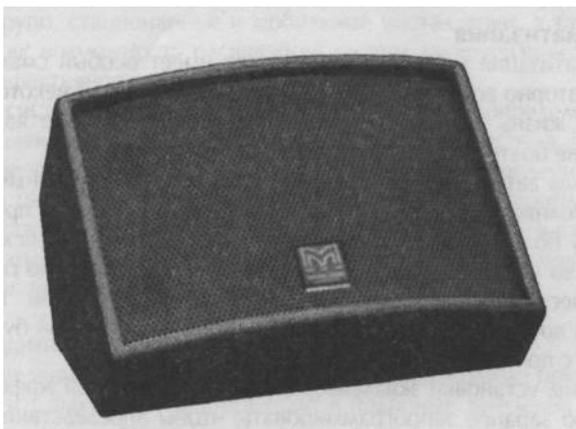
Динамики имеют очень простую конструкцию (наука в этой области носит скорее эмпирический характер). Они состоят из диффузора, приклеенного к катушке, которая помещена в поле постоянного магнита.

За счет колебаний диффузора динамик преобразует ток, поступающий от усилителя, в звук. Существует множество параметров, характеризующих динамик: размеры, вес, жесткость, способ крепления, воздушное сопротивление на открытом воздухе и в колонке (зависит также от температуры), демпинг-фактор и т.д. Тип динамика влияет на

воспроизводимый частотный диапазон и дисперсию. Размер динамика и объем корпуса, в котором он расположен, являются основными параметрами, влияющими на воспроизведение низких частот. Качество низкочастотного звука во многом определяется формой колонок, их внутренней конфигурацией, наличием различного рода отверстий и их расположением.

Мониторные колонки

Мониторные колонки позволяют исполнителям слышать себя и других членов коллектива. Мониторные колонки располагаются в непосредственной близости от музыкантов, поэтому не требуют применения больших мощностей, однако необходимо принимать в расчет возможность самовозбуждения. Последняя новинка в этой области - ушные мониторы. Они имеют уровень громкости, достаточный для исполнителя, не требуют места, сводят на нет возможность самовозбуждения и уменьшают какофонию звуков, царящих на сцене. Так как цены на эти мониторы падают, скоро мы все получим возможность пользоваться ими. Однако нельзя забывать, что ушные мониторы обладают мощностью, достаточной для того, чтобы серьезно повредить слух.



Технические новинки

Технология звукоусиления становится все более и более сложной, что приводит к появлению на свет много новых приборов, облегчающих жизнь оператору. Среди них - приборы, анализирующие состояние усилителя и идентифицирующие наличие искажений на выходе; приборы автоматического определения и коррекции самовозбуждения и многое другое.

Дистанционное управление

В последнее время все чаще применяется дистанционное управление усилителями, которое позволяет сократить длину кабеля, соединяющего усилители и колонки, что немаловажно по причине высоких уровней проходящих по этим проводам сигналов.

Раньше усилители, расположенные в удаленном месте, были недоступны для точной отстройки под конкретное помещение и часто - даже для проверки их работоспособности. Дистанционное управление решает

кошмарную задачу размещения усилителей. Справедливости ради надо отметить, что быстрая перекоммутация усилителей остается неразрешимой задачей и для систем с дистанционным управлением, однако эти системы обычно базируются на мультиусилителях, так что потеря одного из них будет не очень заметна. Кроме того, можно использовать устройства удаленной коммутации, заранее планировать и устанавливать специальный резерв или просто подойти к усилительной стойке через зрительный зал и устранить неисправность.

Анализатор спектра

Анализатор спектра - это устройство графического контроля, позволяющее визуально отображать многие параметры звука. Вследствие относительно низкой цены эти приборы получили достаточно широкое распространение. Хотя анализаторы спектра довольно удобны, полностью полагаться на них не стоит. Приборы могут помочь в определении акустических параметров помещения, регулировке эквалайзера для ликвидации самовозбуждения, но вместе с тем они могут сделать звук ужасным и звенящим. Помните: самый надежный инструмент в большинстве областей аудио - ваши уши.

Автоматизация

Автоматизация в "живом" творчестве имеет особый смысл - попытаться повторно воссоздать перед большой аудиторией некоторые события, ведь жизнь течет по своим законам и уникальные явления, как правило, не повторяются.

Системы автоматизации берут на себя работу с рутинными процессами, выполняя их с завидным постоянством и тем самым предоставляя оператору большой простор для творчества. Автоматизация может применяться во многих ситуациях. Например, вам необходимо создать квадрофонический эффект в каком-либо месте композиции. Им можно управлять вручную, в то время как управление панорамой будет осуществляться с помощью записанных ранее пресетов.

Уровень, установки эквалайзера, управление сменой эффектов - все это можно заранее запрограммировать, чтобы впоследствии не допустить досадную ошибку. Другими словами, система автоматизации - это дополнительные память и руки оператора. Звукоинженер контролирует процесс регулировки и смены пресетов, но однажды запрограммировав сценарий, он может надеяться на постоянные удовлетворительные результаты.

Системы звукоусиления и области их применения

Введение

В разных условиях необходимо использовать системы, обладающие различными техническими характеристиками. Ниже будут рассмотрены типичные системы и сферы их применения, включая озвучивание небольших групп, стационарные и мобильные инсталляции, а также такие аспекты, как возможность расширения систем звукоусиления, их мощность и эффективность.

Выбор системы звукоусиления следует начинать с определения задачи, для решения которой предназначена та или иная система. Если необходимо озвучивать деловые презентации с большим скоплением людей, то главная цель - донести звук одинаковой громкости (приблизительно 85 dB) до каждого из присутствующих независимо от того, в какой-то точке зала он находится. В этом случае абсолютно недопустим слишком громкий звук, оглушающий аудиторию.

Ресторанная музыка

При озвучивании такого рода помещений необходимо принимать во внимание тот факт, что люди приходят в подобные заведения не только послушать музыку, но и пообщаться друг с другом. Рекомендуемый уровень громкости - примерно 95 dB.

Небольшие коллективы

Для озвучивания небольших акустических ансамблей и певцов подойдет звукоусиливающая аппаратура, обеспечивающая уровень громкости около 110 dB и позволяющая добиться более выразительного звучания.

Музыка в стиле "рок"

Роковым музыкантам для достижения высоких значений уровня сигнала необходима большая мощность звукоусиливающих систем, порой приближающаяся к болевому порогу* (приблизительно 130 dB). В обычных условиях не рекомендуется превышать уровень громкости 95 dB.

* Далее в качестве болевого порога автор иногда использует уровень 120 dB. - *Примеч. рел.*

Классическая музыка

Для классической музыки очень большое значение имеет динамический диапазон, дабы различать звуки в широком динамическом диапазоне - от скрипичного соло до мощного крешендо с литаврами. Звукоусиливающая система должна выдерживать 120 dB пиковой нагрузки, иметь естественное звучание и низкий уровень посторонних шумов.

Танцевальная музыка

По требованиям, предъявляемым к звукоусиливающим системам, танцевальная музыка близка к роковой. Она требует, быть может, меньшей громкости, но должна быть более локализована и иметь акцентированный, хорошо читаемый бас. Нельзя оставлять без внимания и тот факт, что люди находятся в дансинг-клубах длительное время (да еще под воздействием различного рода расслабляющих средств). Время от времени у них появляется желание поговорить друг с другом или хотя бы окликнуть кого-нибудь. Рекомендуется поддерживать уровень громкости 95 dB, хотя на практике он имеет тенденцию повышаться до 118 dB.

Естественно, все вышесказанное носит рекомендательный характер и определяется вкусом и чувством меры. Еще одно, о чем нельзя забывать, - уровень звука достаточно относителен. Когда вы приходите в дансинг-клуб, может показаться, что музыка звучит довольно громко, но через какое-то время уши привыкают и дискомфорт пропадает. Только оказавшись снова на улице, вы поймете, что в течение нескольких часов подвергались интенсивной обработке децибелами.

Таким образом, наиболее существенным является контраст, а не абсолютная величина уровня громкости. Этой особенностью человеческого восприятия пользуются исполнители, работающие без микрофона и существенно понижающие уровень громкости перед кульминацией для создания иллюзии громкого пения. Это, пожалуй, самый главный и наиболее трудно понимаемый аспект "живого" звука (попробуйте поговорить о динамике со среднестатистическим гитаристом или барабанщиком, и он подумает, что речь идет об автомобилях).

Динамика исполнения помогает вдохнуть в произведение жизнь, придавая ему выразительность, в противном случае приходится прибегать к банальному повышению уровня громкости.

В качестве эксперимента немного уменьшите общую громкость на выходе. С вероятностью 99% можно утверждать, что этого никто не заметит. Единственное, с чем вы не в состоянии совладать, так это с барабанщиками и гитаристами, работающими через свой усилитель. Впрочем, последние модели гитарных усилителей оборудуются MIDI-контроллерами, позволяющими осуществлять дистанционное управление. Это могучее подспорье для звукоинженеров в перманентной борьбе с "громкими" гитаристами.

Проблемы звукоусиливающих систем

Существуют общие критерии оценки систем звукоусиления независимо от их комплектации.

Тест для системы звукоусиления

Любая система должна:

1. Воспроизводить без искажений звук достаточной громкости.
2. Иметь приемлемый уровень посторонних шумов и достаточно широкий динамический диапазон.
3. Охватывать всю аудиторию четким неразмытым звуком (реверберационные процессы).
4. Обеспечивать достаточный уровень громкости микрофонов без самовозбуждения.

С технической точки зрения эти критерии зависят от параметров мощности, эффективности, дисперсии и разделения системы.

Мощность, эффективность, дисперсия и разделение

Выбор подходящей системы звукоусиления - это искусство нахождения компромисса между качеством, удобством, функциональностью и надежностью. Например, для достижения плотного мощного баса необходимы большие динамики, но чем больше динамик, тем больше его магнит и тем больше размер и вес всей колонки. Большинство же людей по вполне понятным причинам предпочитают более легкие и менее крупногабаритные системы. Не вызывает недоумения и тяга к простоте коммутации, присущей системам со встроенными в пульта усилителями, хотя отдельные системы обеспечивают более полное, гибкое и качественное управление. Необходимо выяснить - может ли комбинированная система расширяться за счет более качественных эффектов, предусмотрены ли в ней разрывы для подключения внешних процессоров, есть ли возможность работать в режиме двухполосного усиления и осуществлять перекрестную перекоммутацию усилителей в экстренных ситуациях. Если какая-либо возможность отсутствует, то следует понять, насколько данная функция действительно необходима. Все это и есть искусство нахождения приемлемого компромисса.

Мощность

При расчете мощности системы необходимо руководствоваться следующим правилом - на каждого из присутствующих в зале должен приходиться 1 W*. Но это идеальный вариант, когда не надо бороться с гитарными "комбиками" и барабанщиком, молотящим по своей ударной установке так, будто от этого зависит его жизнь. Если это безобразие происходит в небольшом зале, то у вас очень мало шансов добиться слышимого вокала. Лучший способ преодолеть подобный кризис - попросить барабанщика умерить свой пыл и играть чуть-чуть тише. Это все же приятнее, чем бороться с ним, увеличивая мощность звукоусиливающей системы. Очень эффективный метод снижения шума на сцене - мониторинг подзвучка музыкантов. Барабанщики зачастую играют громко потому, что в противном случае они себя просто не слышат. Озвучивание микрофонами ударной установки и подача микса на мониторы по-может барабанщику играть тише.

Эффективность

Одним из ключевых факторов при определении необходимой мощ-

* Это скорее критерий для озвучивания речи, нежели музыкальных программ, попросите озвучить стандартный кинотеатр всего одним киловаттом. - Примеч. ред.

ности звукоусиливающей системы является эффективность*. Для более глубокого понимания этой проблемы необходимо ознакомиться с концепцией децибела, обсуждаемой в следующей главе.

Практически же дело обстоит следующим образом. Допустим, нам необходимо сделать выбор между двумя колонками одинаковой стоимости, но различной мощности (400 W и 200 W). Вероятно, ваша рука непроизвольно потянется к более мощной 400-ваттной, но не надо торопиться. Перед окончательным решением повнимательнее изучите технические характеристики обеих колонок. Информация об эффективности громкоговорителей зашифрована в следующих строках:

200 W: 106 dB на 1 V на расстоянии 1 m (на частоте 1 kHz)

400 W: 96 dB на 1 V на расстоянии 1 m (на частоте 1 kHz).

Эти характеристики говорят о том, что для достижения эквивалентного уровня громкости на 400-ваттной колонке придется приложить дополнительные 10 dB мощности усилителя. Для увеличения мощности на 10 dB необходимо увеличить мощность выхода усилителя в перерасчете на ватты в 10 раз. Таким образом, 10-ваттный усилитель с первой колонкой и 100-ваттный со второй будут воспроизводить одинаковый уровень громкости. Видимо, теперь ваш выбор не будет столь однозначным.

Существуют, конечно, и другие критерии оценки, влияющие на выбор той или иной системы. Это может быть частотный диапазон, эффективность работы на различных частотах и многое другое. В общем, настоятельно рекомендуется послушать все возможные варианты, прежде чем остановиться на одном из них.

Увеличение громкости на 3 dB потребует двукратного увеличения мощности усилителя в ваттах. Таким образом, если существует возможность получить "лишних" 3 dB, то это совсем не так уж и мало, поскольку эквивалентный результат за счет усилителя потребует увеличения его мощности в два раза. Этот фактор учитывается при использовании микрофонов, колонок и электронного оборудования, что позволяет увеличивать громкость без превышения порога, за которым начинаются искажения.

Децибел (дБ)

Децибел определяется через логарифм отношения измеряемой величины к величине, принятой за точку отсчета. Преимущество применения этой единицы измерения состоит в том, что децибелы можно складывать и вычитать вместо того, чтобы производить достаточно сложные математические расчеты.

Напряжение в децибелах** (дБ)

За нулевой уровень принимается напряжение, равное 0,775 V (dBu). В некоторых приборах японского производства за нулевой уровень принимается напряжение, равное 1 V (dBV), но это скорее исключение, чем правило.

Напряжение в децибелах вычисляется по формуле:

$$\text{dB} = 20 \lg (v/v_{\text{ref}})$$

* То, что автор называет "эффективностью", в отечественной терминологии звучит как "характеристическая чувствительность". - *Примеч. ред.*

** Строго говоря, в децибелах измеряется не напряжение или мощность, а уровень напряжения или мощности, то есть децибел является безразмерной единицей. - *Примеч. ред.*

Это означает, что:

если уровень выходного сигнала консоли 0,775 V, то уровень сигнала равен 0 dB;

если уровень выходного сигнала консоли 1,55 V, то уровень сигнала составляет +6 dB;

уровень выходного сигнала консоли 7,75 V (например, при пиковых значениях сигнала) эквивалентен +20 dB.

Для обратного перерасчета используется формула:

если $dB = 20 \lg (v/V_{ref})$, то

$$dB/20 = \lg (v/V_{ref})$$

$$10^{dB/20} = v/V_{ref}$$

и наконец:

$$v = 10^{dB/20} \times V_{ref}.$$

Таким образом:

+4 dB = 1,23 V	профессиональный линейный уровень
+3 dB = 1,095 V	
+6 dB = 1,55 V	удвоенное напряжение нулевого уровня
+20 dB = 7,75 V	десятикратное напряжение нулевого уровня
-10 dB = 245 mV	
-7,8 dB = 316 mV	полупрофессиональный линейный уровень
-20 dB = 77,5 mV	гитарный уровень
-50 dB = 2,45 mV	микрофонный уровень

Заметим, что по японской шкале -10 dBV эквивалентно 316 mV или -7,8 dB.

Подобная формула используется и для измерения звукового давления (SPL), где за нулевой уровень принимается давление 0,0002 dyne/cm² или 20 μPa).

По этой формуле можно вычислить падение звукового давления (SPL) по мере удаления от источника звука. Например, при звуковом явлении 96 dB на 1 V на расстоянии 1 m падение SPL на 10 m от источника составит $20 \lg (10/1) = 20$ dB. Таким образом, на расстоянии 10 m я источника SPL = 96 dB - 20 dB = 76 dB.

Мощность в децибелах (дБ)

Мощность в децибелах вычисляется по формуле:

$$dB = 10 \lg (W/W_{ref}), \text{ где } W_{ref} = 1 \text{ mW на } 600 \text{ Ohms.}$$

Таким образом,

$$10 \text{ dB} = 10 \lg 10$$

$$6 \text{ dB} = 10 \lg 4 \text{ (приблизительно)}$$

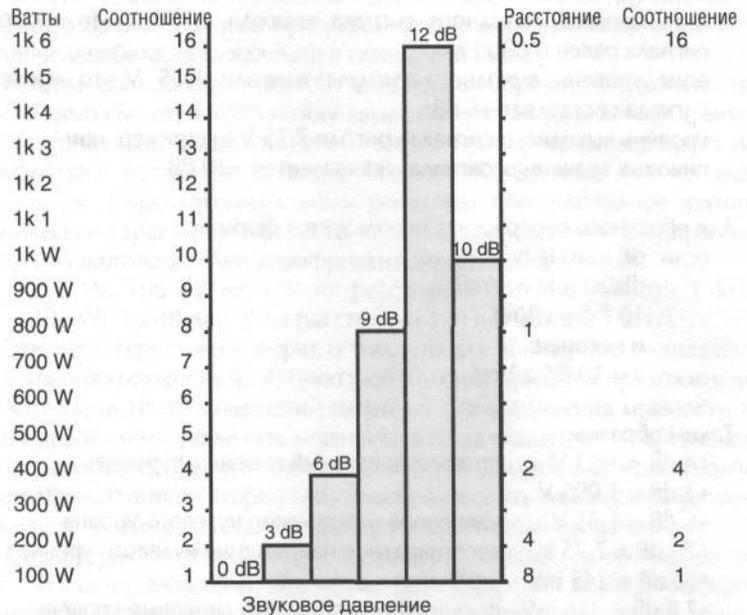
$$3 \text{ dB} = 10 \lg 2 \text{ (приблизительно)}$$

$$-3 \text{ dB} = 10 \lg 1/2$$

$$-6 \text{ dB} = 10 \lg 1/4$$

$$-30 \text{ dB} = 10 \lg 1/1000$$

Звуковая мощность вычисляется по этой же формуле с $W_{ref} = 10^{-12} \text{ W}$.



Дисперсия

Основными параметрами при определении необходимого количества и типа колонок являются дисперсия* и объем помещения. Дисперсия определяет способность системы охватывать звуком определенную область на заданном расстоянии.

Динамики с большой дисперсией позволяют охватить звуком большую область, но в этом случае появляются проблемы, связанные с неравномерностью распространения звука на различных частотах и его размытостью (звук отражается от множества поверхностей, вызывая реверберационные процессы). Динамики с малой дисперсией в меньшей степени подвержены этим недостаткам, но для того, чтобы озвучить аналогичное по объему помещение, необходимо их большее количество, что ведет к усилению интерференции между динамиками и возникновению множества различного рода проблем, связанных с частотной отдачей.

Вооружившись концепцией дисперсии и прикинув необходимую мощность с учетом эффективности, можно приступать к выбору типа корпуса колонки.

Существует несколько типов корпусов. Все конструкции имеют свои преимущества и недостатки. В большинстве случаев приходится полагаться на опыт разработчиков, надеясь, что они максимально эффективно используют преимущества тех или иных конструкций, нивелируя их недостатки, но все же полезно иметь общее представление о свойствах различных типов корпусов колонок.

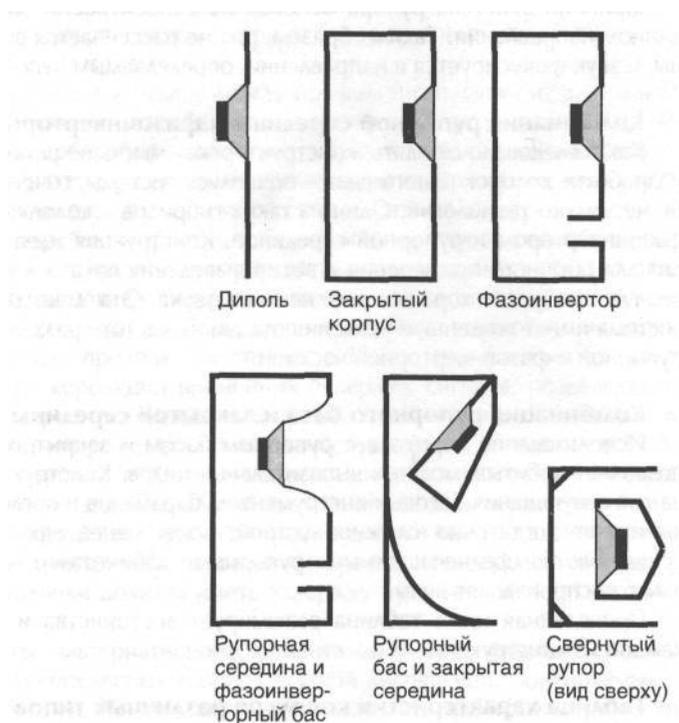
* В отечественной теории и практике звукоусиления эта характеристика до недавнего времени называлась "направленностью". - *Примеч. ред.*

Диполь

Это самая простая конструкция с динамиком в корпусе с открытой задней стенкой. Этот тип корпусов часто используется для гитарных "комбиков" и автомобильных колонок. Диполь очень прост в производстве. Основная проблема - интерференция между передней и задней частями конструкции, которая приводит к потере низкочастотной составляющей сигнала. Эффективность преобразования электрического сигнала в звук очень мала и составляет всего 5-10%.

Закрытый корпус

Следующий логический шаг в улучшении конструкции - полностью закрытый корпус, подавляющий интерференционные процессы. Мы получаем прекрасный низ, но это крайне неэффективная конструкция, поскольку приходится постоянно преодолевать сопротивление воздуха, находящегося в закрытой части корпуса колонки.



Фазоинвертор (басовый отражатель)

В колонках с фазоинвертором имеется специальное отверстие, позволяющее воздуху беспрепятственно перемещаться внутри колонки, не вызывая тем не менее интерференционных процессов. Результаты, полученные за счет применения фазоинверторных конструкций, произвели своеобразную революцию в технологии изготовления корпусов колонок. Научное обоснование фазоинверторных процессов в семидесятых годах провели Neville (AN) Thiele и Richard Small. Их теоретические изыскания будут подробнее рассмотрены ниже. Сейчас же необходимо отметить лишь то, что конструкция корпуса и фазоинверторного отверстия сильно влияют на работу динамиков.



Применяя в драйвере взвешенный диффузор (так называемый пассивный излучатель), можно получить разновидность фазоинверторной конструкции корпуса колонки.

Рупоры

Еще со времени изобретения фонографа и мегафона люди осознали роль рупора в придании звуку направленности. Фокусируя звуковую энергию, рупор позволяет добиться очевидного усиления.

Рупорная конструкция применяется для всех видов динамиков. Есть басовые рупоры, ставятся рупоры и на среднечастотные динамики, а для высокочастотных они стали практически стандартом. В басовых кабинетах рупоры должны иметь внушительные размеры (вследствие большой длины волны), поэтому применяются свернутые рупоры, позволяющие существенно уменьшить размеры корпуса. Увеличение эффективности системы за счет применения рупора составляет 1,5-30%.

Принцип действия рупора основан на концентрации энергии в заданном направлении. Таким образом, она не рассеивается во все стороны, и звук фокусируется в направлении, определяемом рупором.



Комбинация рупорной середины и фазоинверторного баса

Как и следовало ожидать, конструкторская мысль не остановилась на разработке колонок одного вида - появились системы, сочетающие в себе несколько технологий. Один из таких гибридов - колонки с басовым фазоинвертором и рупорной серединой. Конструкция идеально подходит для обычного применения и воспроизведения вокала - то есть, везде, где требуется хорошая перспектива звука. Эта довольно сложная система имеет тенденцию усиления отдачи на частоте разделения между рупорной и фазоинверторной частями.



Комбинация рупорного баса и закрытой середины

Использование корпусов с рупорным басом и закрытой серединой позволяет добиться мощных выразительных низов. Конструкция идеально для озвучивания басовых инструментов, барабанов и органов. Колонки имеют достаточно сложное устройство и менее эффективны по сравнению со среднечастотными рупорными кабинетами, но зато идеально воспроизводят низы.

Приведенная ниже таблица резюмирует достоинства и недостатки каждой из конструкций.

Таблица характеристик корпусов различных типов

Тип системы	Сложность конструкции	Отдача	Характеристика	Использование
Диполь Закрытый корпус	очень простая простая	проваленный бас ровный или проваленный бас	хорошая проекция плотный звук	гитарные комбо гитара, средние частоты, вокал
Фазоинвертор	сложная	ровная	мягкие верха и плотный бас	напольные мониторы, вокал
Рупор	очень сложная	ровный или проваленный бас	плотный бас середины низкочастотного диапазона	встроенные блоки
Комбинация (среднечастотный рупор)	сложная	увеличение отдачи рупорной составляющей	хорошая проекция	общее использование и вокал
Комбинация (рупорный бас)	очень сложная	усиленный бас	суперплотный бас	басовые инструменты

Теперь рассмотрим, как же использовать различные типы корпусов.

Раздельно расположенные порталы

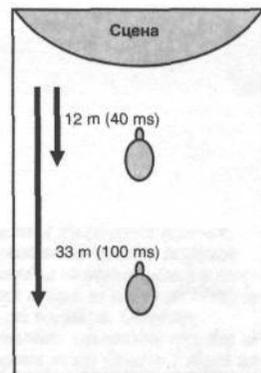
В большинстве случаев колонки располагают в виде двух отдельных порталов (слева и справа от сцены). Басовые бины монтируются внизу, так как имеют достаточно широкую направленность, на них устанавливаются среднечастотные колонки и рупоры (приблизительно на уровне головы слушателя вследствие их сравнительно узкой направленности).

Такая расстановка создает очевидную проблему - как добиться высокого уровня громкости в конце зала, не оглушив людей, сидящих перед сценой. Уровень громкости сигнала падает на 3 dB с очередным увеличением расстояния в два раза. Поэтому, если уровень сигнала на расстоянии 1 m равен 100 dB, то на расстоянии 32 m он упадет до 85 dB. Чтобы сопоставить эти величины, приведем жизненный пример. 100 dB - это уровень громко звучащей классической музыки или гитарного усилителя, находящегося в одном метре от вас, в то время как 85 dB - уровень акустической гитары.

Другая проблема - баланс между прямым (исходящим из динамика) и реверберационным (отраженным от различного рода поверхностей) сигналами. Реверберационный сигнал, образующийся из множества отраженных сигналов с различными временными задержками и частотной окраской, накладывается на прямой сигнал, размывает звук, делает его нечетким, а порой и неприятным. Единственный способ решить подобную проблему - повысить прямую составляющую суммарного сигнала. Этого можно достичь за счет расположения множества колонок вблизи каждой из частей зала, а в больших помещениях - установить их вдоль стен. За 1 ms звук проходит расстояние в 30 ст. ЭТОТ факт необходимо учитывать при коррекции временных задержек сигнала, позволяющих уменьшить эффект эха между локальными и удаленными колонками. В противном случае резко ухудшится качество звука. Расстояние в 12 m приводит к задержке в 40 ms, что воспринимается как эффект хоруса или искусственного дублирования треков. На 33 m задержка увеличится до 100 ms и будет восприниматься на слух уже как достаточно отчетливое эхо. Аля того чтобы сохранить направленную перспективу звука, локальные колонки должны иметь задержку чуть больше 1 ms на каждые 30 ст.

В качестве альтернативного варианта можно воспользоваться множеством широкополосных колонок с узкой дисперсией, монтируемых в задней части зала. Такая конструкция позволяет избежать отражений сигнала от поверхностей. Основной недостаток этого метода состоит в том, что для перекрытия всего пространства требуется большое число колонок и, если не уделить этой проблеме пристального внимания, возможно возникновение интерференционных явлений между ними.

Еще одно размещение - подвесные стеки колонок, каждая из которых озвучивает свою область зала. При такой инсталляции громкоговорители сосредотачиваются в ограниченном пространстве, что позволяет оптимизировать интерференционное взаимодействие различных частей системы. Для облегчения конструкции субвуферы можно расположить на уровне пола (низкочастотный звук обладает широкой дисперсией).

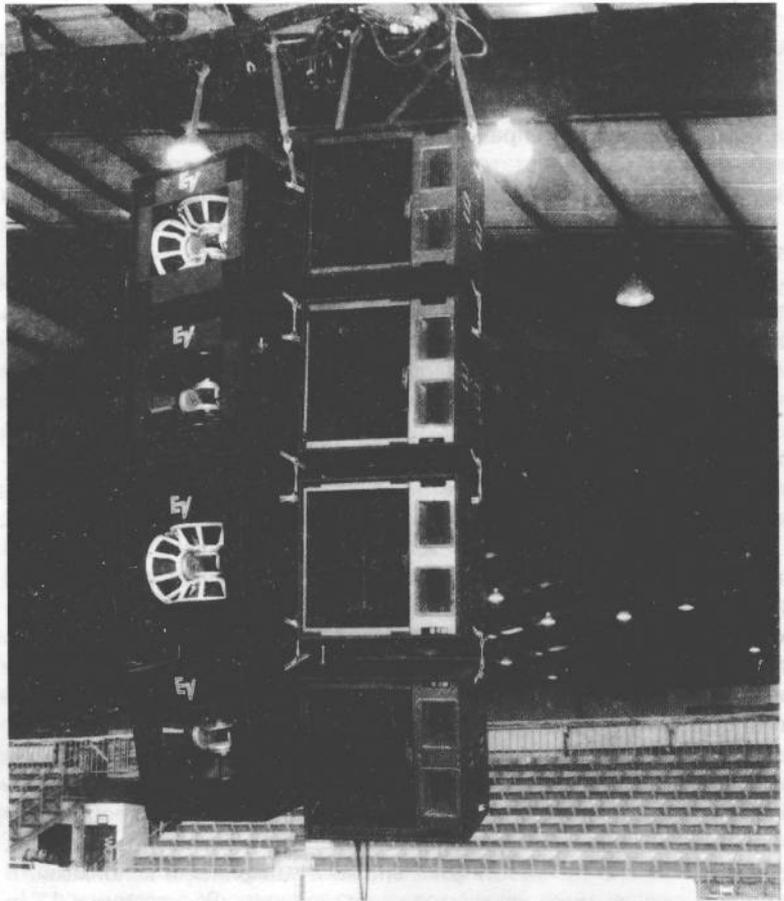


Примечание

Так как звук распространяется с ограниченной скоростью, он достигает конца зала с некоторым опозданием, поэтому может потребоваться компенсировать этот эффект задержки.

Примечание

Работа в условиях естественной реверберации ("живая" акустика) обуславливает применение узкодисперсных громкоговорителей. Это резко увеличивает число колонок, необходимых для озвучивания всего зала. Следовательно, особое внимание приходится уделять тому, чтобы между ними не возникло интерференции. Для залов с небольшой реверберацией можно использовать колонки с более широкой дисперсией, сосредотачивая их в одном месте и, таким образом, снижая общий уровень интерференционного взаимодействия.



Разделение (системы двухполосного усиления)

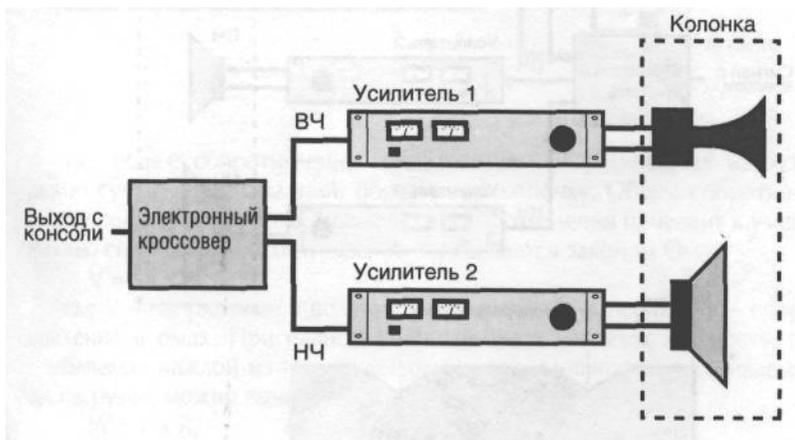
Еще один немаловажный аспект работы систем звукоусиления - качество и эффективность функционирования отдельных ее частей независимо друг от друга. Интерференция, возникающая между динамиками, имеет акустическую природу, однако аналогичные процессы свойственны и электронным компонентам системы.

Начнем с того, что не хотелось бы нагружать динамики теми частотами, для воспроизведения которых они вовсе не предназначены. Это сильно снижает эффективность системы, а зачастую приводит к катастрофическим последствиям. Например, попытка воспроизвести высокочастотный сигнал басовым драйвером (вуфером) не увенчается знаменательным успехом, а подача низкочастотного сигнала на высокочастотный динамик может привести к тому, что с ним (с динамиком) придется навсегда распрощаться.

В колонках обычно стоит пассивный кроссовер, распределяющий сигнал между соответствующими динамиками по частотным диапазонам. Для этого используются пассивные (без внешнего питания) емкостные и индуктивные фильтры, называемые пассивными кроссоверами. В дешевых системах могут стоять обычные резисторы, снимающие избыточную мощность с драйвера, однако это приводит к бесполезному расходу мощности усилителя и его нагреву. Пассивные кроссоверы

монтируются внутри корпусов колонок и находятся в электрической цепочке между усилителем мощности и собственно динамиками.

Пассивные кроссоверы слишком просты, чтобы ожидать от них высокой продуктивности. Гораздо больший эффект достигается за счет применения их активных электронных однофамильцев. Они позволяют более тонко разделять выходной сигнал консоли на частотные диапазоны, а затем обрабатывать каждую из частотных полос соответствующим усилителем, специально оптимизированным для работы с данным частотным спектром сигнала. Это означает, что усилитель работает только в том частотном диапазоне, для которого он был разработан, а перегрузки на других частотах никоим образом не скажутся на его работе, чего нельзя гарантировать в системах с пассивным разделением частот. Кроме того, это позволяет оптимальным образом использовать мощностные и переходные характеристики усилителя, значительно увеличивая эффективность системы по сравнению с широкополосным усилением.



Системы трехполосного усиления

Системы трехполосного усиления отличаются от вышеописанных систем только тем, что сигнал разбивается не на два, а на три частотных диапазона.

Усилители

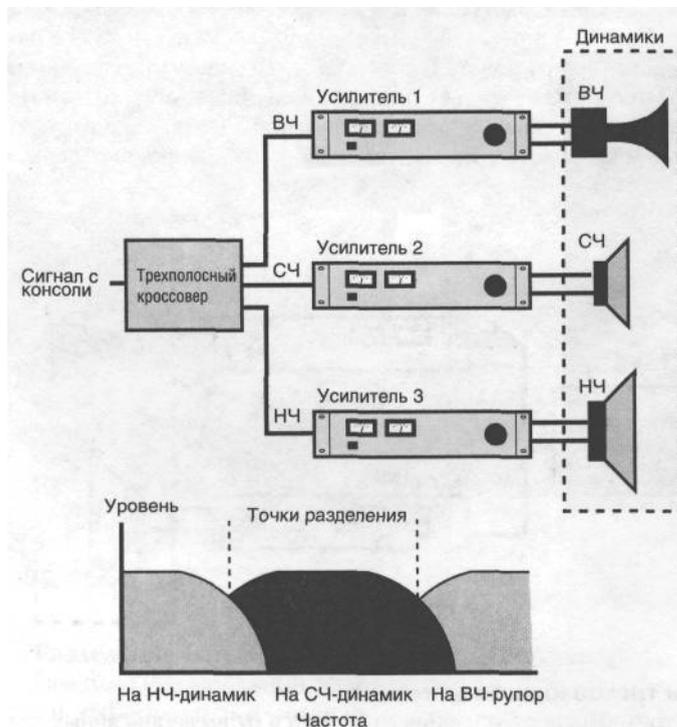
Кроссоверы разделяют сигнал на частотные полосы для отдельного усиления. Стереосигнал усиливается стереоусилителем, который в ряде случаев можно использовать для усиления двух моносигналов.

Согласование усилителей и динамиков

Одним из самых простых способов увеличения выходной мощности системы, не требующим дополнительных капиталовложений, является правильное согласование усилителей и динамиков по сопротивлению. Большинство усилителей рассчитаны на нагрузку в 4 Ohms, в то время как большинство динамиков имеют сопротивление 8 Ohms. Для того, чтобы по максимуму использовать запас мощности 4-омного усилителя, можно нагрузить его двумя соединенными параллельно 8-омными динамиками. Комбинация из двух работающих в паре динамиков увеличивает

ет звуковое давление примерно на 30%. Усилитель немного нагреется, но все же справится с такой нагрузкой. Этот нехитрый прием позволит на 42% увеличить выходную мощность усилителя, избавив вас от необходимости покупать более мощный. Фактически такой выигрыш эквивалентен 3 dB, которые не особенно сильно расширят динамический диапазон сигнала (но иметь их в запасе никогда не вредно).

Необходимо строго следить за тем, чтобы мощность усилителя и частотный спектр сигнала равномерно распределялись между динамиками, в противном случае возможна перегрузка и повреждение одного из



Примечание

Нагружая 100-ваттный усилитель, рассчитанный на нагрузку в 4 Ohms, 8-омным динамиком, мы можем снять с него около 70 W. Если же нагрузить тот же самый усилитель двумя 8-омными динамиками, соединенными параллельно, то можно отобрать все 100 W (по 50 W на каждой из динамиков).

них. В случае использования стереоусилителя мы можем подключить по два параллельно соединенных динамика к каждому из каналов (всего получится 4 динамика). Увеличение количества динамиков, подключенных к усилителю, позволяет ориентировать их в различных направлениях, увеличивая тем самым охватываемую зону. Это также снижает мощность, падающую на каждый из динамиков, поскольку при подобной конфигурации они становятся разделяемой по отношению к усилителю нагрузкой.

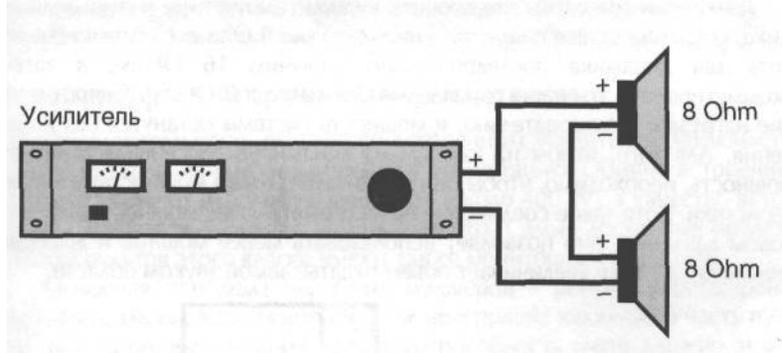
Однако не следует увлекаться и навешивать на усилитель слишком много динамиков, поскольку 4 Ohms на самом деле - предел для большинства усилителей. Некоторые знатоки утверждают, что можно снизить сопротивление нагрузки усилителя до 2 Ohms, однако к таким рискованным заявлениям необходимо относиться с большой осторожностью и, прежде чем сделать это, досконально изучить спецификацию прибора. Чрезмерное уменьшение нагрузки может сопровождаться потерей качества (понижение демпинг-фактора приводит к слабо контролируемому басу), а некоторые усилители могут попросту сгореть.

Последовательное и параллельное соединение динамиков

Если необходимо использовать несколько динамиков, не снижая при этом сопротивление нагрузки усилителя, то можно применить описанные ниже схемы соединения.

В соответствии с законами электротехники последовательное соединение двух сопротивлений (в нашем случае динамиков) приводит к увеличению общего сопротивления системы и вычисляется по формуле:

сопротивление последовательного соединения = $\Sigma R(i)$,



Два 8-омных динамика соединены последовательно. Такое соединение увеличивает общее сопротивление нагрузки. На каждом из динамиков рассеивается одинаковая мощность. Поскольку каждый из динамиков можно направить отдельно, дисперсия, вероятно, увеличится.

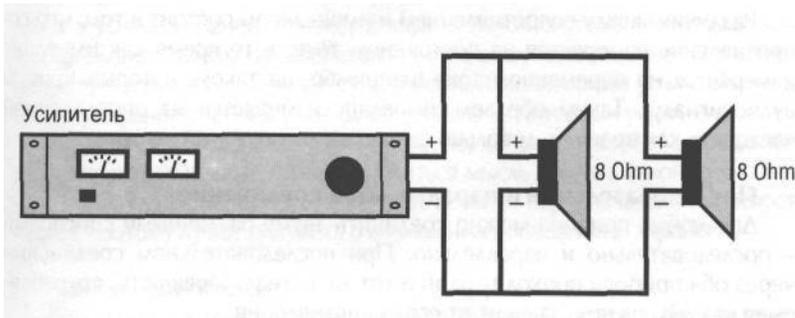
т.е. общее сопротивление последовательно соединенных нагрузок равно сумме сопротивлений, образующих цепочку. Общее сопротивление определяет силу тока. Увеличение сопротивления приводит к уменьшению силы тока. Их соотношение определяется законом Ома:

$$V = I \times R,$$

где V - напряжение в вольтах, I - сила тока в амперах, а R - сопротивление в омах. При равном сопротивлении нагрузок мощность, потребляемая каждой из них, будет одинакова. Мощность, рассеиваемую на нагрузке, можно вычислить по формуле:

$$W = I^2 \times R,$$

где W - мощность в ваттах.



Два 8-омных динамика подключены параллельно. Параллельное соединение уменьшает общее сопротивление и может потребовать дополнительной мощности от усилителя. Мощность распределяется равномерно между нагрузками, имеющими одинаковые сопротивления. Большинство усилителей рассчитано на нагрузку в 4 Ом, в то время как большинство динамиков имеют сопротивление 8 Ом, следовательно, параллельное соединение динамиков позволяет использовать мощность усилителя на все 100 %.

При параллельном соединении источник питает все нагрузки одновременно. В этом случае общее сопротивление R вычисляется по формуле:

$$R = 1 / (1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3 + \dots).$$

Если используются нагрузки с одинаковым сопротивлением, то картина будет следующей. Последовательное соединение двух динамиков увеличивает вдвое сопротивление нагрузки усилителя. Аналогично, если соединить четыре динамика последовательно, то сопротивление нагрузки увеличится в четыре раза. Если соединить два динамика параллельно,

Примечание

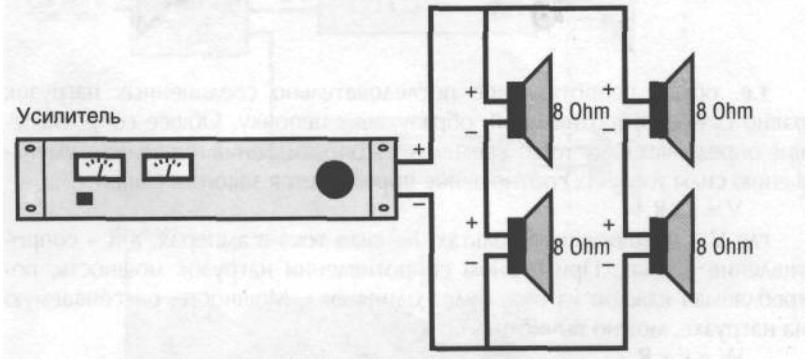
Есть простой метод приближенной оценки общего сопротивления параллельного соединения. Для этого необходимо определить нагрузку, имеющую наименьшее сопротивление, и осознать, что общее сопротивление будет еще меньше.

Комбинированное соединение нескольких динамиков. Заметим, что если соединить таким образом четыре пары 8-омных динамиков, то общее сопротивление системы составит 4 Ом.

то сопротивление системы уменьшится вдвое. Параллельное соединение четырех динамиков приводит к уменьшению сопротивления нагрузки усилителя в четыре раза.

На практике часто используется смешанное соединение. При этом две пары последовательно соединенных динамиков коммутируются параллельно между собой. Заметим, что если соединить таким образом четыре пары 8-омных динамиков, то общее сопротивление системы составит 4 Ohms.

Итак, если мы хотим подключить к усилителю четыре 8-омных динамика, сохранив общее сопротивление нагрузки 8 Ohms, то можно соединить два динамика последовательно (получим 16 Ohms), а затем скоммутировать эти пары параллельно (получится 8 Ohms). Сопротивление нагрузки, а следовательно, и мощность системы останутся без изменения. Для того, чтобы на каждом из динамиков рассеивалась равная мощность, необходимо, чтобы они имели одинаковые мощностные характеристики. Хотя такое соединение не дает выигрыша в мощности или звуковом давлении, оно позволяет использовать менее мощные и дешевые динамики, а также увеличивает объем охватываемой звуком области.



Импеданс и сопротивление

Различие между сопротивлением и импедансом состоит в том, что сопротивление измеряется на постоянном токе, в то время как импеданс измеряется на переменном токе (например, на таком, который присущ аудиосигналу). Таким образом, импеданс измеряется на определенной частоте и, как правило, довольно сильно зависит от этой частоты.

Последовательное и параллельное соединение

Два любых прибора можно соединить двумя различными способами - последовательно и параллельно. При последовательном соединении через оба прибора проходит один и тот же сигнал. Мощность, потребляемая каждым из них, зависит от его сопротивления.

При параллельном соединении сигнал разветвляется в двух направлениях в пропорции, определяемой сопротивлением каждого из приборов. Мощность, приходящаяся на каждый прибор, зависит от его сопротивления.

Внимание, кроссовер!

При коммутации систем с активным кроссовером следует быть предельно внимательным.

1. Активный кроссовер должен находиться между микшером и усилителем. Его нельзя подключать к динамикам или выходу усилителя, иначе вы навсегда распрощаетесь с этим прибором. В большинстве случаев разъемы не позволяют совершить подобную роковую ошибку, однако все же лучше быть повнимательнее.
2. Вы должны быть абсолютно уверены, что выходы кроссовера скоммутированы с соответствующими усилителями. Подача басового сигнала на высокочастотный драйвер может вывести его из строя, попытка воспроизвести высокочастотный сигнал басовым динамиком также не увенчается успехом.

Микшер со встроенным усилителем

Привлекательность пультов со встроенным усилителем заключается в том, что они значительно упрощают коммутацию. Обычно встроенные усилители имеют небольшую мощность (около 400 W), а качество встроенных эффектов оставляет желать лучшего. Самые достойные представители пультов этого класса имеют также мониторный усилитель.

Основная проблема подобных микшеров - ремонт и расширение функциональных возможностей. Если неисправна какая-либо часть пульта, то быстро восстановить ее работоспособность очень сложно, и в то время, когда пульт находится в ремонте, вы теряете всю систему звукоусиления, а не ее часть, которую можно было бы взять у кого-нибудь взаймы. Расширяемость пульта является одной из самых важных проблем, и путь ее преодоления тернист. Нелегко заполучить дополнительные входные каналы, возникают сложности использования более качественных внешних эффектов, порой невозможна коммутация внешних компрессоров, нереально увеличение мощности усилителя или использование двухполосных усилительных систем. Все сложности обычно обусловлены отсутствием достаточного количества коммутационных гнезд, необходимых для подключения дополнительного оборудования.

Например, если бы встроенный усилитель обладал возможностью перекоммутации, то его можно было бы использовать в качестве мониторного или для усиления одной из полос в двухполосной системе. Некоторые комбинированные пульты предоставляют такую возможность. Иногда в комбинированных пультах уже имеется встроенный мониторный усилитель, тогда при расширении системы у вас будет уже два мониторных усилителя.

Теоретически все это легко и просто, но, когда дело дойдет до реального расширения, у вас даже может зародиться мысль продать такой пульт. Если идти таким путем, то вы потеряете треть денег от первоначальной стоимости пульта, поэтому лучше подумать о возможных последствиях заранее*.

Системный подход

Описывая систему, практически невозможно обойтись без количественных характеристик, поэтому имеет смысл немного поговорить о них. Децибел (dB) определяется через логарифм отношения измеряемой величины к эталонной.

Если говорить о звуковом давлении (SPL), то, хотя самой маленькой различаемой на слух единицей является изменение в 1 dB, на практике



* Микшеры со встроенными усилителями подчас являются замечательным и единственно возможным решением (например, в малобюджетных проектах или в мобильных компактных комплектах аппаратуры). Что же касается ремонтпригодности - здесь все зависит от модели и производителя. - *Примеч. рел.*

чаще используется 3 dB. Чтобы увеличить SPL на 3 dB, необходимо вдвое увеличить мощность усилителя (то есть с 100 до 200 W или с 500 до 1000 W). Увеличение звукового давления на 10 dB воспринимается как двойное увеличение громкости звука. Для этого придется увеличить мощность усилителя в 10 раз. Звуковое давление 0 dB соответствует порогу слышимости (0,002 dyne/cm²).

Примеры систем

Системы звукоусиления для небольших помещений

Рассмотрим несколько примеров. Нам, необходимо обеспечить в помещении уровень громкости звука 96 dB, который вполне подходит для ресторанов (но не для рок-концертов). Напомним, что разговорная речь имеет уровень 70 dB, а болевой порог - 130 dB.

Размер помещения (в метрах) - $10 \times 10 \times 3 = 300 \text{ м}^3$

Допустим, динамики выдают 96 dB при мощности 1 W на расстоянии 1 м. Для того, чтобы обеспечить уровень в 96 dB на расстоянии 10 м от источника, необходимо дополнительно

$20 \lg(10/1) = 20 \text{ dB}$, т.е. уровень вблизи колонок должен быть на 20 dB выше.

Для того, чтобы вычислить, сколько это будет в ваттах, воспользуемся формулой

$$W = 10^{(db-96)/10} = 100 \text{ W}$$

Итак, $10^{20/10} = 100 \text{ W}$.

Это означает, что для того, чтобы добиться уровня в 96 dB в удаленном конце озвучиваемого помещения, нам потребуется усилитель мощностью 100 W.

Остается еще множество проблем, и одна из них - высокий уровень звука рядом с колонками. Кроме того, в таком небольшом помещении очень сложно бороться с отраженным сигналом. Проблема решается за счет подбора колонок. Если используются обычные стеки, то постарайтесь не направлять динамики на стены и попытайтесь сориентировать средне- и высокочастотные динамики на удаленную часть зала для обеспечения большего охвата. Во избежание интерференции колонки следует разносить достаточно далеко друг от друга и соответствующим образом ориентировать в пространстве.

При определении необходимой мощности усилителя следует учитывать еще один фактор: усилитель должен иметь запас по мощности около 10 dB. Это позволит чисто и без искажений воспроизводить пиковые сигналы. Принимая это в расчет, необходимо внести следующие коррективы в наши предварительные расчеты:

$$10^{30/10} = 1000 \text{ W}$$

Мощность 1000 W требуется только для чистого воспроизведения сигнала экстремального уровня. Это существенно повысит качество звучания системы. Напомним, что человеческое ухо воспринимает скорее не абсолютные уровни громкости, а их перепады, поэтому чистое воспроизведение пикового сигнала играет важную роль в восприятии общей звуковой картины.



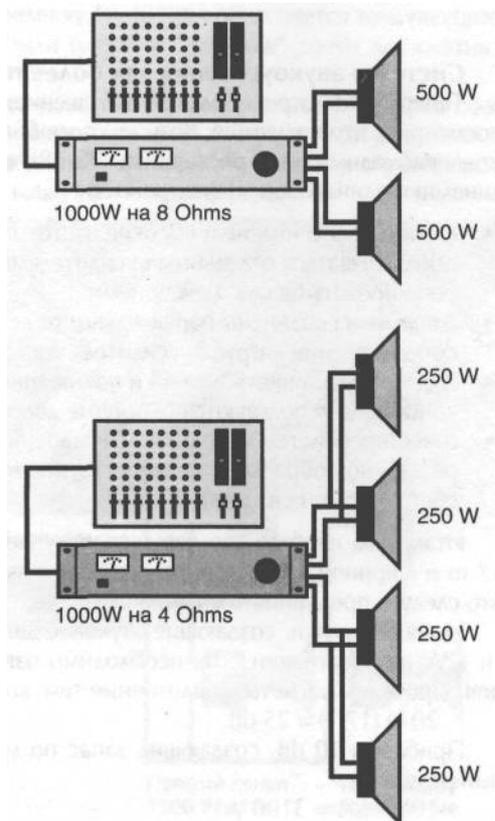
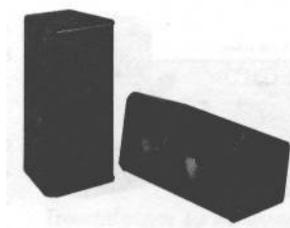
Помните, что запас мощности необходим только для повышения качества звука, а не для того, чтобы "насиловать" систему звукоусиления.

Динамики обычно рассчитываются таким образом, чтобы выдерживать кратковременные пятикратные перегрузки, поэтому очень важно знать - может ли усилитель работать в таких ситуациях без искажений. Однако существует риск вывести динамики из строя, если усилитель будет постоянно работать на повышенных уровнях, поэтому для улучшения надежности желательно использовать более мощные динамики. В целях экономии, принимая во внимание общепринятую точку зрения, можно обойтись динамиками с мощностью вдвое меньшей, чем мощность усилителя. То есть в нашем случае необходимы динамики мощностью 500 W при мощности усилителя 1000 W.

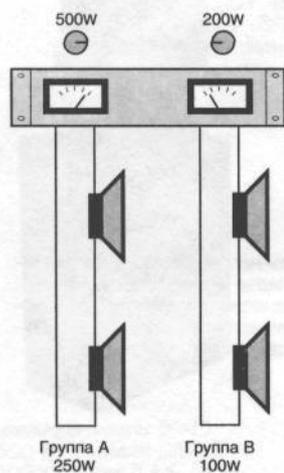
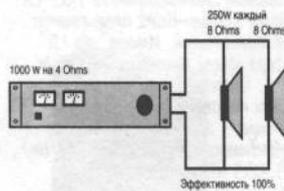
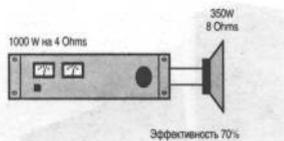
Итак, нам необходима мощность 1000 W. Допустим, мы имеем 1000-ваттный стереофонический усилитель, развивающий поканальную мощность 500 W при нагрузке 4 Ohms. Применяя на каждом канале 8-омные динамики, мы будем использовать мощность усилителя только на 70%, то есть поканальная мощность будет составлять 350 W. Для увеличения мощности системы можно либо использовать динамики с другим сопротивлением, либо соединить по два динамика параллельно, либо взять более мощный усилитель.

Если дополнительные динамики имеют различные характеристики, то можно отказаться от стереоусиления и усиливать каждую группу динамиков отдельно по каждому из каналов.

Параллельно соединенные однотипные динамики равномерно поде-



Типичная система звукоусиления для помещений ресторанаго типа (96 дБ). Отметим, что запас мощности необходим для повышения качества, а не громкости.



Использование стереоусилителя в монорежиме для управления группой динамиков различных типов

лят между собой мощность усилителя, т.е. на каждый из них придется по 250 W.

Если динамики действительно выдерживают пятикратную перегрузку, они могут быть заменены на 50-ваттные или, что более надежно, - на 100-ваттные. Конечно, предполагается, что вы эксплуатируете их в нормальном режиме: не забываете подключать оба динамика, следите за тем, чтобы усилитель не перегревался (в противном случае он может перегреться и вывести динамики из строя). Помните, что основная цель - добиться качественного контролируемого звука, а не нагружать чрезмерно усилитель, доводя его до белого каления.

Повреждения системы возможны также из-за различных инцидентов (например, падение микрофона может привести к безвременной кончине практически любого динамика). Защита динамиков от подобных случайностей будет рассмотрена позже.

Как упоминалось ранее, для обеспечения необходимой мощности 500 W при 8-омной нагрузке на каждом из каналов можно применить усилитель с более высоким коэффициентом усиления. Так как в этом случае эффективность системы составляет 70%, нам потребуется усилитель с поканальной мощностью ($500/0,7$) около 700 W и 500-ваттные динамики, поскольку каждый из каналов усилителя нагружен только одним 8-омным динамиком. Динамик мощностью 500 W - идеальный выбор, однако опять же (если мы используем систему со всеми предосторожностями) можно поставить и 100-ваттные динамики, памятуя о том, что они должны выдерживать кратковременную пятикратную перегрузку.

Системы звукоусиления для более просторных помещений

Теперь рассмотрим большее помещение, например, 17 x 13 x 5 т, и посмотрим, что получится. Возьмем полюбившийся нам уровень громкости, необходимый для ресторанов (96 dB), и договоримся использовать динамики одинаковой эффективности.

- Отметим, что низкие и высокие частоты будут обрабатываться отдельными усилителями, что позволит регулировать баланс между ними.
- Динамики соединены параллельно, то есть общее сопротивление нагрузки усилителя составит 4 Ohm.
- Для уменьшения отражений и повышения качества звука в конце зала используются рупорные колонки.
- Для стереосистем используются двояные усилители (для раздельной обработки низкочастотной и высокочастотной составляющей сигнала).

Итак, нам необходимо озвучить помещение высотой 5 т, глубиной 17 т и шириной 13 т, то есть довольно-таки большой зал. Посмотрим, что следует предпринять в таком случае.

Имея динамики, создающие звуковое давление в 96 dB при мощности 1 W на расстоянии 1 т, необходимо озвучить зал глубиной 17 метров. Проведем расчеты, аналогичные тем, которые были описаны выше: $20 \lg(17/1) = 25 \text{ dB}$.

Прибавим 10 dB, создающих запас по мощности, и получим конечный результат:

$$10^{35/10} \times 1 = 3100W.$$

Монстр в 3 kW развивает слишком большую мощность вблизи сцены, поэтому придется подумать об использовании колонок, размещаемых в разных местах зала, или (по крайней мере) установке более направленных порталов.

Не забывайте, мы говорим о качественной системе, работающей на средних уровнях и чисто воспроизводящей пиковые сигналы. Человеческое ухо ощущает скорее разницу в громкости звука, чем ее абсолютное значение, и более комфортно воспринимает четкий звук, чем громкий гул.

Для озвучивания большого помещения вряд ли можно обойтись одним динамиком, способным достаточно эффективно охватить всю область, поэтому необходимы рупоры, помогающие фокусировать звук в заданном направлении, снижающие влияние реверберационных процессов и нивелирующие эффект "бульдозера" (воздействие сигнала высокого уровня на людей, находящихся в непосредственной близости от порталов).

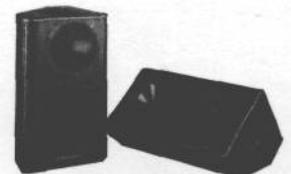
Имея дело с такой мощностью, неплохо бы подумать о двухполосном усилении, способном значительно улучшить качество звука и предоставить более комфортные условия для работы отдельных компонентов системы.

Если мы используем динамики с эффективностью 93 dB, то, для того чтобы добрать недостающие 3 dB, необходимо вдвое увеличить мощность усилителя и использовать систему колоссальной мощности в 6 kW. Помните однако о том, что эффективность динамика - это еще не все. Она может "плавать" в пределах 10 dB. Это объясняется тем, что при лабораторных испытаниях были выбраны "удачные" точки для снятия характеристик.

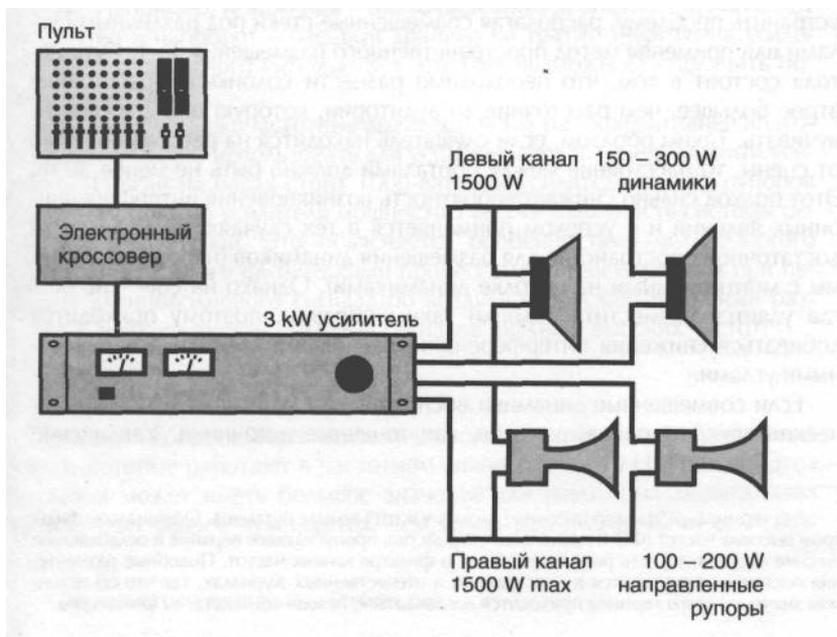
Если динамик не может качественно воспроизвести звук, то совсем неважно, какой громкости можно от него добиться, - он останется эффективным и громким, но плохим динамиком. В любом случае, последнее слово всегда за вами, ваши уши - главный судья.



Громкоговоритель для инсталляций TRC-81 фирмы Kenkus-Heinz. Имеет чувствительность 93 dB (1 W/1m), SPL 115 dB (cont. prog). 1" драйвер 40 W RMS, 8" вифер 90 W RMS, полоса частот 65 Hz - 20 kHz. Угол раскрытия - 90 H x 60 V (120 H x 60 V). Вес 7,7 кг, габариты 50,2 x 24,75 x 22,9 см.



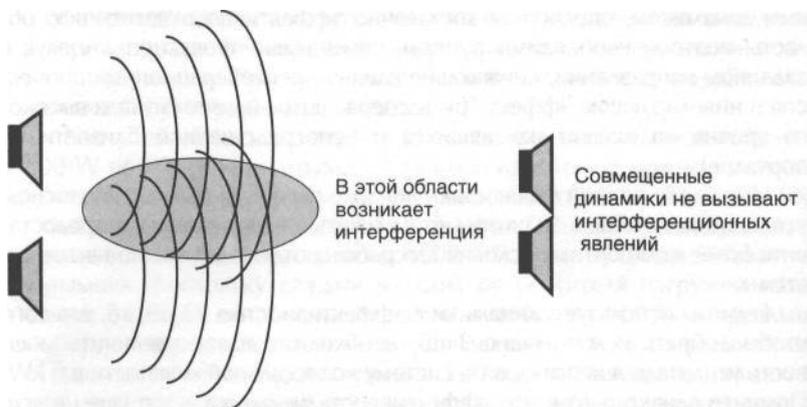
TRC-151 - мощный громкоговоритель для инсталляций, чувствительность 97 dB (1 W/1m), SPL 125 dB (cont. prog). 1" драйвер (40 W RMS), 2" драйвер (100 W RMS), 15" вифер (550 W RMS), полоса частот 40 Hz - 17 kHz. Угол раскрытия - 60 H x 40 V (90 H x 40 V). Вес 32,2 кг. Представляет компания А4: тел.: (095) 362-7590, 273-4081 E-mail: a4-moscow@online.ru



Устройства с несколькими динамиками

Если вы намереваетесь использовать систему с несколькими динамиками, то сначала необходимо решить ряд вопросов. В случае, когда динамики расположены в одном месте, они работают согласованно и мощности колонок складываются, образуя как бы один большой кабинет. Это всегда верно для низкочастотных колонок. С высокочастотной составляющей сигнала дело обстоит немного сложнее. Она имеет короткую длину волны, поэтому временные задержки, обусловленные расстоянием между драйверами, становятся критическими, и, возможно,

Размещение динамиков. При воспроизведении одинакового моно сигнала совмещенные динамики ведут себя подобно точечному источнику. Увеличение расстояния между динамиками может привести к фазовой интерференции.

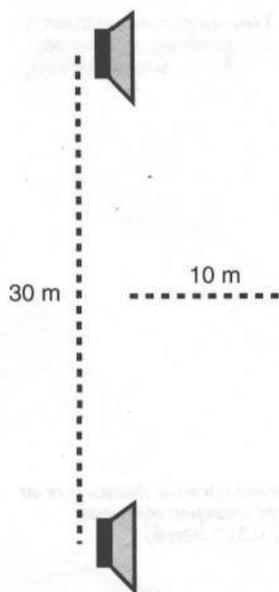


результатом интерференции будет так называемый "гребенчатый" фильтр высоких частот*. В этих случаях необходимо уделять особое внимание размещению колонок (под разными углами и на различных расстояниях) и выбору динамиков с требуемой дисперсией.

Расположение колонок на небольшом расстоянии друг от друга усиливает интерференционный эффект и также порождает проблемы с низкочастотной составляющей сигнала. Аля начала можно попытаться устранить проблему, располагая совмещенные стеки под различными углами или применяя метод пространственного размещения 3 : 1 . Суть метода состоит в том, что необходимо разнести колонки на расстояние втрое большее, чем расстояние до аудитории, которую они должны озвучивать. Таким образом, если слушатель находится на расстоянии 10 м от сцены, то расстояние между порталами должно быть не менее 30 м. ЭТОТ ПОДХОД СИЛЬНО снижает вероятность возникновения интерференционных явлений и с успехом применяется в тех случаях, когда имеется достаточное пространство для размещения динамиков (например, системы с монтируемыми на потолке динамиками). Однако на сцене не всегда удастся разместить колонки таким образом, поэтому приходится добиваться снижения интерференции, располагая колонки под различными углами.

Если совмещенные динамики воспроизводят одинаковый монофонический звук, то они ведут себя, как точечные источники. Увеличение

Таким образом, необходимо придерживаться правила – динамики должны быть либо совмещенными, либо достаточно удаленными друг от друга (использовать правило 3 : 1).



* С терминами "фильтр высоких / низких частот" вечная путаница. Официально фильтром высоких частот (ФВЧ) называется устройство, пропускающее верхние и ослабляющее нижние частоты, то есть речь скорее идет о фильтре низких частот. Подобные разночтения постоянно встречаются в иностранных и отечественных журналах, так что об истинном значении этого термина приходится догадываться, исходя контекста. - Примеч. ред.

расстояния между динамиками может привести к фазовой интерференции. Если разнести динамики на достаточно большое расстояние, то они становятся практически независимыми, что нивелирует эффект фазовой интерференции.

Системы двух- и трехполосного усиления

Система двухполосного усиления имеет два независимых усилителя (по одному на каждую из частотных полос), что позволяет управлять каждой из них отдельно. Наряду с разгрузкой компонентов системы такой подход позволяет получить более чистый качественный звук, поскольку каждая из частей системы может сконцентрироваться на выполнении своей специфической задачи.

В системе двухполосного усиления применяется кроссовер активно-го типа, который располагается между микшером и усилителем. Обычно частота разделения кроссовера устанавливается в 800 Hz*.

Частоты разделения систем двух- и трехполосного усиления

Полоса	Двухполосное усиление	Трехполосное усиление
Высокие		2,5 kHz - 20 kHz
Средние	800 Hz - 20 kHz	800 Hz - 2,5 kHz
Низкие	40 Hz - 800 Hz	40 Hz - 800 Hz

Двухполосное усиление уменьшает вероятность возникновения интерференции между различными частотными диапазонами, позволяет оптимизировать мощность усиления по каждой из полос и способствует снижению перегрузок. Для корректировки сигнала можно использовать компрессию на выходах кроссовера. Кроме того, системы двухполосного усиления обеспечивают более безопасную работу динамиков, так как искажения, возникающие в одной из частотных полос, не проникают в другую. Например, искажения в низкочастотном диапазоне не попадают на твиттер и наоборот - басовый драйвер не тратит энергию на усиление высокочастотного сигнала. Все это дает возможность получить более ровный звук.

Поскольку высокочастотные драйверы в 3-5 раз эффективнее низкочастотных, можно использовать для усиления верхов менее мощный усилитель. И если на басах стоит 1000-ваттный усилитель, то для рупоров вполне достаточно усилителя мощностью 200 W - мощность системы останется киловаттной. Это объясняется особенностями человеческого восприятия, а также физическими процессами, происходящими при передаче длинноволнового сигнала по воздуху и обуславливающими различие в эффективности усиления сигналов низких и высоких частот.

Суббасовые системы

Пассивные кроссоверы находят широкое применение в суббасовых басах, которые работают в частотном диапазоне от 40 Hz и ниже. Этот диапазон может иметь большое значение для некоторых музыкальных стилей - он скорее чувствуется, чем слышится. Желательно, если воз-

* Зависит от типа динамиков. - *Примеч. ред.*

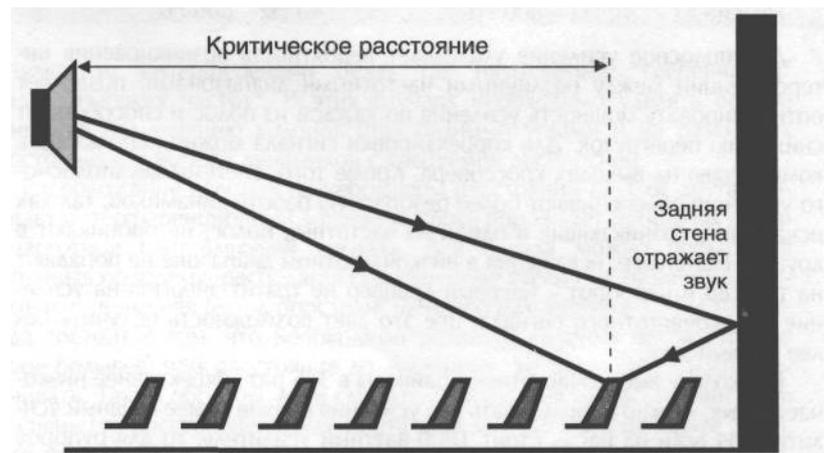
можно, отделять суббасовые частоты от обычных басовых динамиков, чтобы мощность усилителя и басового динамика не тратились напрасно для усиления сверхнизких частот. В противном случае бас может потерять выразительность и четкость. Если в системе нет суббасовых бинов, то желательно отфильтровать эти частоты с помощью обрезных фильтров микшера. Кроме того, суббасы могут стать причиной самовозбуждения из-за возникновения стоячих волн - здесь на помощь снова придут обрезные фильтры.

Критическое расстояние

Итак, мы имеем достаточно четкое представление о том, что творится в непосредственной близости от динамиков. Теперь самое время поинтересоваться, что происходит с аудиторией на другом конце зала. Меньше всего нас, конечно, интересуют прически сидящих там зрителей - гораздо интереснее знать, что они слышат на этих дешевых местах.

В чистом поле (или в специально изолированной безэховой комнате) вы слышите исключительно прямой звук. Здесь нет поверхностей, способных сформировать отраженный сигнал. Поэтому системы звукоусиления, работающие на открытом воздухе, должны быть более мощными и иметь больше динамиков. В условиях работы на уличных площадках проблемы, связанные с реверберационными эффектами, уходят, но появляются другие, речь о которых пойдет ниже.

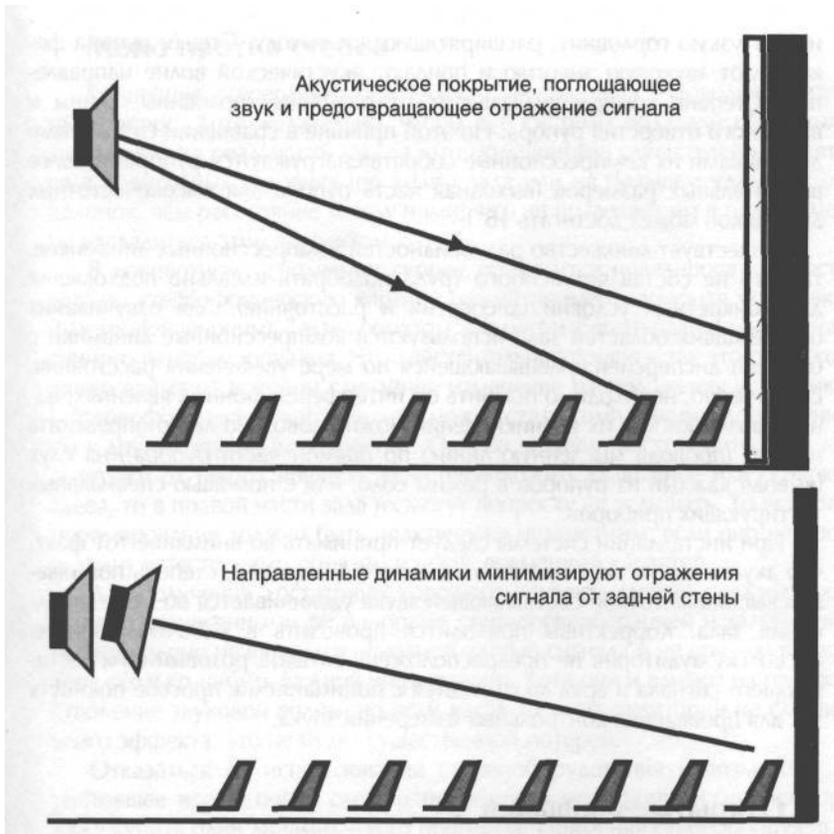
Критическое расстояние динамика. На этом расстоянии отраженный звук имеет громкость, сопоставимую с прямым сигналом. Это размывает звук, делая его нечетким. Величина критического расстояния в большинстве случаев составляет 7 м.



Работая в закрытом помещении, необходимо принимать в расчет, что зал имеет множество отражающих поверхностей (пол, стены, потолок), самым непредсказуемым образом влияющих на звук. Отраженный сигнал складывается из множества сигналов, имеющих различные временные задержки и различную частотную окраску (в зависимости от частоты поверхности по-разному отражают и поглощают звук). Все это приводит к тому, что мы получаем суммарный сигнал, качество которого далеко от совершенства.

Обычно отражения приобретают существенное влияние уже на расстоянии более 7 м от направленного источника (динамика). Это так называемое критическое расстояние*, т. е. точка, в которой прямой и

* Отечественный термин - "радиус реверберации". Примеч. рел.



Способы увеличения критического расстояния:
 (а) Уменьшить мощность отраженного сигнала за счет звукопоглощающих экранов и акустических свойств помещения.
 (б) Направить динамики на аудиторию более точно.

отраженный сигналы имеют одинаковую мощность.

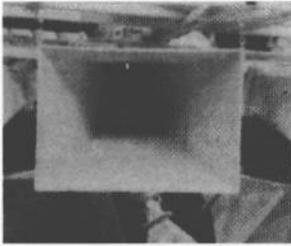
Есть два пути решения этой проблемы. Первый - изменить акустические свойства зала, снизив количество отраженных сигналов. Здесь трудность состоит в том, что это необходимо сделать для всего частотного спектра сигнала, а не только для его высокочастотной составляющей, поэтому маловероятно, что вам помогут занавески. Также можно попытаться улучшить качество отраженного сигнала и использовать его наряду с прямым. Однако все это заносит нас в сферу деятельности акустического дизайна, которая выходит за рамки вопросов, обсуждаемых в настоящей книге.

Второй способ решения проблемы отражений - применение узкодисперсионных динамиков, тщательно направляемых на слушателя, а не на отражающие поверхности. Тут нам потребуется применение компрессионных драйверов.

Компрессионные драйверы

Компрессионные динамики базируются на рупорной концепции, позволяющей сфокусировать звуковую энергию в определенном направлении. Сами рупоры можно сравнить со шлангом для полива огорода. Если выходное отверстие широкое, то поливаемая площадь невелика, если же увеличить давление за счет уменьшения отверстия, то можно увеличить и площадь орошения.

Компрессионные рупоры действуют по тому же принципу. Рупоры



Рупор имеет узкую горловину, расширяющуюся к выходу. Стенки рупора фокусируют звуковую волну, придавая ей направление.



Трехплоскостная акустическая система CE-3T фирмы Renkus-Heinz имеет LF-2x12" (2x350 W RMS), MF-2x6,5" (2x220 W RMS), HF-2x100 W RMS. Чувствительность 107 dB (1 W/1m), SPL 132 dB (cont. prog), полоса частот 50 Hz-18 kHz. Угол раскрытия 60° x 30°, вес 80 кг. Снято из подобной системы подвес.



Двухплоскостная акустическая система CE-3TMN фирмы Renkus-Heinz представляет собой mid/high секцию. Чувствительность 113 dB (1 W/1m), SPL 140 dB (cont. prog), полоса частот 250 Hz-18 kHz. Угол раскрытия 60° x 25°. Мощность MF-3x220 W RMS, HF-3x100 W RMS. Вес 74 кг. Представляет компания А4: тел.: (095) 362-7590, 273-4081 E-mail: a4moscow@online.ru

имеют узкую горловину, расширяющуюся к выходу. Стенки рупора фокусируют звуковую энергию и придают акустической волне направление. Степень компрессии зависит от размеров горловины, длины и выходного отверстия рупора. По этой причине в сравнении с обычными динамиками их компрессионные собратья нагружаются рупорами более внушительных размеров (выходная часть рупора для высокочастотных динамиков может достигать 18").

Существует множество разновидностей компрессионных динамиков, так что не составляет особого труда подобрать идеально подходящий для конкретных условий (дисперсия и расстояние). Для озвучивания близлежащих областей зала используются компрессионные динамики с большей дисперсией, уменьшающейся по мере увеличения расстояния. Естественно, необходимо помнить об интерференционных явлениях, однако возможность их возникновения можно довольно легко определить на глаз (проводя мысленную линию по прямой части рупора), на слух (выводя каждый из рупоров в режим соло) или с помощью специальных тестирующих приборов.

При инсталляции системы следует принимать во внимание тот факт, что акустические свойства зала меняются. Например, степень поглощения высокочастотной составляющей звука увеличивается по мере заполнения зала. Коррективы приходится проводить в рабочем порядке, поскольку аудитория не предрасположена слушать розовый шум тестирующего сигнала и вряд ли отнесется с пониманием к просьбе покинуть зал для проведения контрольных измерений звука.

Открытые площадки

Работа на открытом воздухе имеет свою специфику. Поскольку в этом случае нет отражающих поверхностей, ограничивающих распространение звука, нам придется руководствоваться следующим правилом - на каждого слушателя озвучиваемого пространства должно приходиться 2 W. Также надо быть готовым к тому, что публика, располагающаяся на большой площади, может хаотично перемешаться внутри озвучиваемого пространства.

Неожиданные сюрпризы, которые нельзя отнести к разряду приятных, вносят ветер и дождь. Последний порождает проблему защиты аппаратуры от воды, которая может вывести систему звукоусиления из строя, а ветер является причиной того, что звук "гуляет" по площадке.

В подобных условиях желательно применять звукоусиливающие системы, состоящие из большого количества динамиков небольшой мощности. Маловероятно, что у вас возникнут проблемы с настройкой линий задержки сигнала на открытом воздухе (отраженный сигнал практически отсутствует). Просто необходимо помнить, что звук распространяется со скоростью 0,3 м/мс. Как уже упоминалось ранее, для сохранения пространственной перспективы желательно давать чуть большую задержку, нежели это необходимо на самом деле.

При озвучивании мероприятий, проходящих на открытом воздухе, самое пристальное внимание следует уделять прокладке кабелей, их изоляции и защите. Поскольку публика практически не ограничена в возможности перемещения, эта проблема обретает особый, несколько зловещий смысл.

Моно против стерео

Концепция стереозвука при "живом" исполнении - довольно спорный вопрос. Хотя желательно, чтобы все системы обладали объемным звучанием, но реальность такова, что большинство слушателей находятся в невыгодных условиях (по краям зала или на большем удалении от колонок, чем расстояние между ними), что не позволяет им в полной мере насладиться этим эффектом.

В концертном исполнении скорее приходится нивелировать естественную стереофоническую картину (яркий пример - ударная установка 7-метровой ширины). Таким образом, следует избегать радикального статичного панорамирования. Что действительно хорошо - так это происходящее время от времени случайное изменение расположения источника в стереофонической картине, что может стать симпатичным дополнением к другим звуковым эффектам. Однако ведущие инструменты вряд ли выиграют от такого эффекта. Если расположить клавишные или скрипки слева, то в правой части зала их могут попросту не услышать. То есть панорамирование должно быть практически незаметным, если оно не происходит естественным образом и носит временный характер.

Для получения достаточно хорошего эффекта можно пользоваться широко разнесенными по панораме стереореверберацией и задержкой, поскольку они не являются основной частью сигнала и не приведут к потере сколько-нибудь важной информации. Хотя они и влияют на распространение звуковой волны, но если какая-то часть аудитории не слышит этого эффекта, это не будет существенной потерей.

Отказаться от использования стереооборудования невозможно. В настоящее время очень сложно приобрести монофонический прибор, даже купить один динамик - и то проблема. Применяя стереооборудование, мы фактически получаем "два прибора в одном".

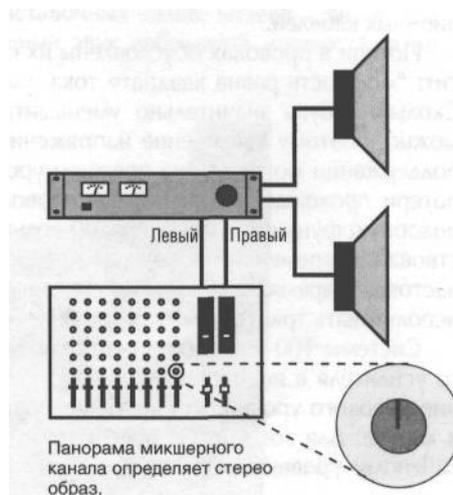
Разделение стереоусилителя на два независимых канала (один для высоких частот, другой - для низких) позволяет независимо управлять каждой полосой и приводит нас к истокам систем двухполосного усиления. Аналогично любой подлинно стереофонический прибор можно использовать как два моноприбора, если имеется возможность отключать стереорежим.



CE-3TLO - low секция, применяется вместе с CE-3TMM, имеет четыре 12" вифера общей мощностью 1400 W RMS. Чувствительность 106 dB (1 W/1m), SPL 137 dB (cont. prog), полоса частот 60 Hz-300 Hz. Вес кабинета 96 kg.



C-3SUB - субвуфер для титровой серии CE-3T фирмы Kenkus-Heinz. Имеет два 15" вифера общей мощностью 400 W RMS. Обеспечивает воспроизведение самых низких частот слышимого спектра - от 30 Hz до 100 Hz. Чувствительность 101 dB (1 W/1m), SPL 128 dB (cont. prog). Вес 64 kg. Представляет компания А4: тел.: (095) 362-7590, 273-4081 E-mail: a4moscow@online.ru

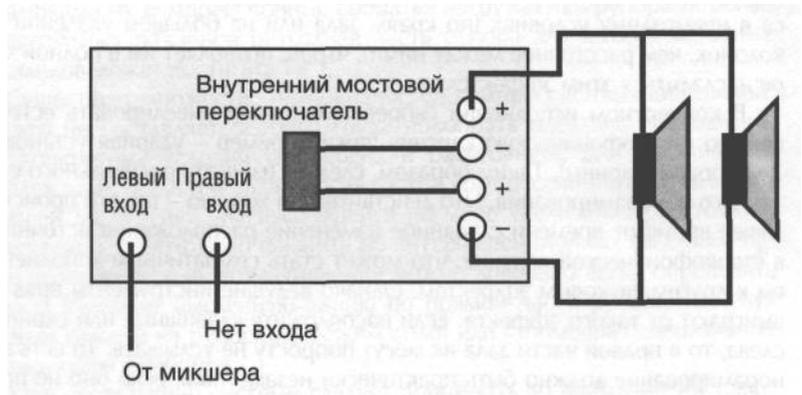


Стереофоническая система звукоусиления. Панорама микшерного канала определяет положение источника в общей картине

Мостовой режим

Некоторые стереоусилители имеют мостовой режим, позволяющий вдвое увеличить мощность усилителя при работе в монорежиме. Это очень удобная функция.

Мостовой режим усиления. Превращает стереофонический усилитель в монофонический, увеличивая его мощность в два раза. При коммутации таких усилителей необходимо строго придерживаться инструкции разъемов. Некоторые усилители могут суммировать два входа, а некоторые используют только левый канал.



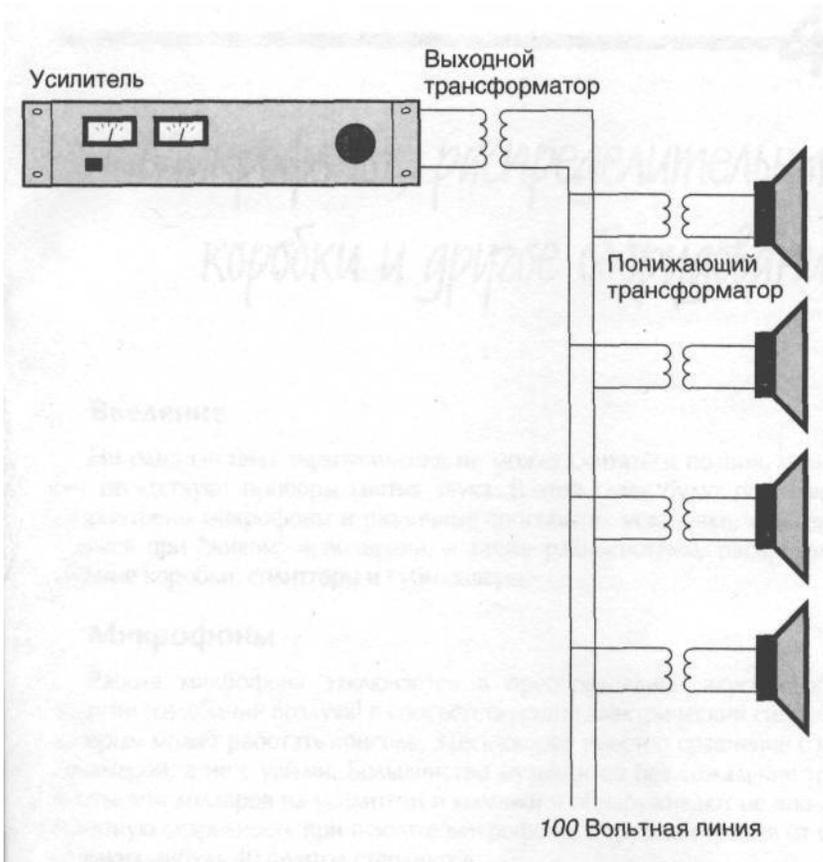
100-вольтные линии

В случаях, когда нет необходимости в громком звуке, можно применять распределенные системы со множеством маломощных динамиков, размещаемых равномерно по всему залу. Эти системы идеальны для озвучивания конференц-залов, пивных и помещений со сложной планировкой (например, имеющих форму буквы L). Для снижения интерференционного влияния динамиков друг на друга следует размещать их на расстоянии по крайней мере в три раза большем, чем расстояние до слушателя.

С другой стороны, увеличивается число усилителей, необходимых для управления динамиками (если в системе 50 динамиков, то потребуется 25 стереоусилителей). Это, естественно, не очень практично. Можно обойти эту проблему, применяя сложные последовательно-параллельные соединения динамиков, не меняющие общего сопротивления нагрузки усилителя. Но в этом случае возникнут осложнения, связанные с потерей мощности и высоких частот, так как резко увеличивается длина коммутационных кабелей.

Потери в проводах обусловлены их сопротивлением. Закон Ома гласит: "мощность равна квадрату тока, умноженному на сопротивление". Сколько-нибудь значительно уменьшить сопротивление кабеля невозможно, поэтому увеличение напряжения и уменьшение силы тока (при поддержании мощности на прежнем уровне) поможет снизить тепловые потери прохождения сигнала по проводам. Системы, осуществляющие подобную функцию, называют 100-вольтными линиями (термин позаимствован из времен ламповых усилителей, имевших высокий импеданс). В настоящее время для создания системы 100-вольтной линии мы можем использовать трансформаторы на обычных транзисторных усилителях.

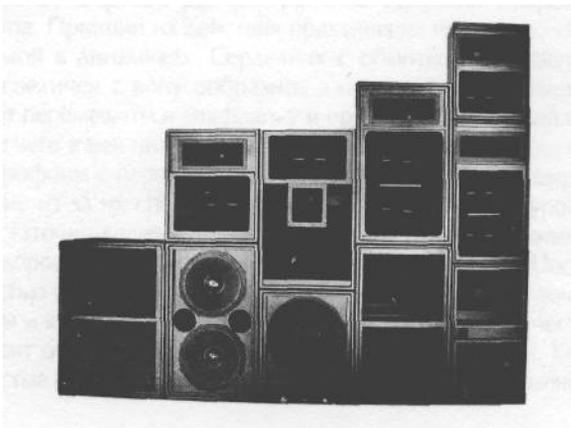
Системы 100-вольтной линии основаны на преобразовании обычного усилителя в высокоимпедансный усилитель, использующий напряжение высокого уровня. Эта методика позволяет снизить тепловые потери в кабеле. Для того чтобы преобразовать сигнал обратно к низкоимпедансному уровню, каждому динамику необходим понижающий транс-



Системы 100-вольтовой линии. Выходной трансформатор должен иметь высокое качество и обычно монтируется в специализированный усилитель, однако его можно установить и отдельно. Он преобразует низкосопротивляемый усилитель тока в высокоимпедансный усилитель напряжения, так что сопротивлением динамиков по отношению к сопротивлению самого усилителя можно пренебречь. Системы 100-вольтовой линии предназначены для конфигураций с большим количеством маломощных динамиков (около 30 W каждый), размещаемых на большой площади, и используют высокоимпедансные системы передачи. Каждый динамик питается от понижающего трансформатора, позволяющего согласовать сопротивление динамика с сопротивлением линии.

форматор. Поскольку эти трансформаторы маломощные, система не слишком дорога и громоздка, как это могло бы показаться на первый взгляд.

Эти системы идеально подходят для залов и конференц-холлов, в которых множество распределенных динамиков служат для незначительного усиления звука. Хороши они и при озвучивании железнодорожных вокзалов, пивных, ресторанов, выставочных залов, музеев - везде, где необходимо обеспечить качественный звук небольшой мощности, а не мощный рев роковых порталов.



Акустические системы серии Reflekt английской фирмы ASS. В своих АС фирма применяет различные типы картридгов, которые позволяют конфигурировать любую систему звукоусиления HI-класса в зависимости от назначения: дискотеки, концертные залы, стадионы и т.д. Представляет фирма C.S. Company: тел.: (095) 575-7444, 575-7508; факс: (095) 575-7444

Микрофоны, распределительные коробки и другое оборудование

Введение

Ни одна система звукоусиления не может считаться полной, если у нее отсутствуют приборы снятия звука. В этой главе будут подробнее рассмотрены микрофоны и различные способы их установки, применяющиеся при "живом" исполнении, а также радиосистемы, распределительные коробки, сплиттеры и субмикшеры.

Микрофоны

Работа микрофона заключается в преобразовании акустической энергии (колебаний воздуха) в соответствующий электрический сигнал, с которым может работать консоль. Здесь скорее уместно сравнение с кинокамерой, а не с ушами. Большинство музыкантов без сожаления тратят тысячи долларов на усилители и колонки и обнаруживают не вполне понятную скаредность при покупке микрофона, с трудом отрывая от себя каких-нибудь 40 фунтов стерлингов.

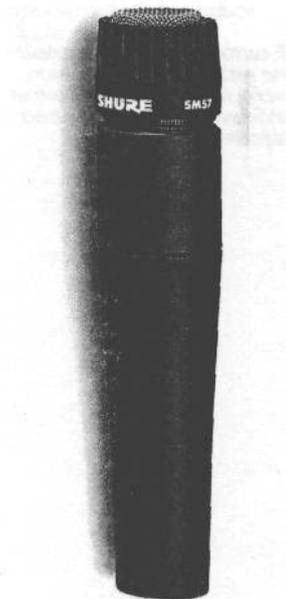
Типы микрофонов

Конструкцию микрофона принято рассматривать с точки зрения области его применения, и мы не будем нарушать этой традиции. Однако не следует забывать, что на практике знание принципа действия того или иного микрофона помогает понять возникающие физические проблемы, обусловленные различными типами этих устройств.

Микрофоны с перемещающейся катушкой (динамические)

Наиболее широкое распространение получили микрофоны именно этого типа. Принцип их действия практически противоположен идее, используемой в динамиках. Сердечник с обмоткой помещен в магнитное поле и соединен с конусообразной диафрагмой. Колебания воздуха заставляют перемещаться диафрагму и прикрепленную к ней катушку, в результате чего в ней индуцируется ток, соответствующий звуковой волне.

Микрофоны с перемещающейся катушкой получили широкое распространение из-за их способности выдерживать высокие уровни сигналов. Они достаточно дешевы, надежны и обладают качественным звуком. Наиболее дорогой моделью, по всей видимости, является Electrovoice RE20 стоимостью около 535 английских фунтов. Критическая точка соотношения цены и качества находится в районе 120 фунтов. Качество микрофона зависит от веса диафрагмы, ее жесткости и подвески. Короче говоря, это простые в использовании микрофоны широкого применения.



*Shure SM57 - считается хорошим инструментальным микрофоном для "живой" работы
Представляет фирма A&T Trade:
тел.: (095) 242-5325,
242-3703, 956-9069*

Микрофоны с перемещающейся катушкой основаны на принципе перемещения диафрагмы и прикрепленной к ней катушки под воздействием звуковых колебаний. Катушка расположена в магнитном поле, поэтому при перемещениях в ней индуцируется электрический ток.



Емкостные микрофоны

Емкостные микрофоны имеют несколько названий - конденсаторные, электретные и собственно емкостные. Названия происходят от первоначальной конструкции микрофонов и принципа преобразования энергии сигнала. По существу, емкостной микрофон состоит из двух пластин, одна из которых заряжена, а другая выполняет роль диафрагмы. Колебания воздуха заставляют диафрагму перемещаться. Это приводит к изменению электрической характеристики системы, называемой емкостью.

Эти микрофоны прекрасно воспроизводят яркие импульсные звуки, например перкуссии. Они неплохо звучат на малом барабане и акустической гитаре. Обычно конденсаторные микрофоны не используют для озвучивания источников сигнала большого звукового давления (например, бочки) - они нежнее динамических, чувствительны к ветру и влажности.

В емкостном микрофоне перемещение диафрагмы изменяет емкость между пластинами. Для повышения эффективности системы пластины заряжаются.



Эксплуатация подобного микрофона без ветрозащиты (она может быть встроенной) приводит к скоплению на нем капелек слюны, вылетающих изо рта вокалиста, обуславливая возникновение характерных потрескивающих, хрустящих шумов. Эта проблема легко преодолевается - надо просто поддержать микрофон некоторое время рядом с лампой или прожектором*.

AKG C1000 - пример хорошего вокального микрофона (встроенная ветровая защита) стоимостью около 230 фунтов. Критическая точка соотношения цены и качества микрофонов этого типа находится в районе

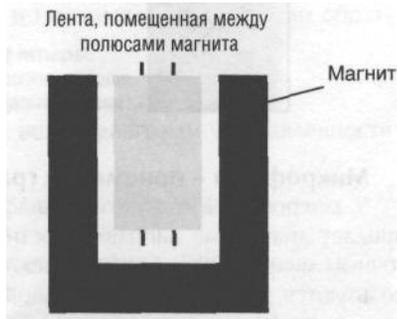
* Лучше этого не делать. В качестве мембраны в электретном микрофоне используется металлизированная полимерная пленка, и для ее криминальной деформации тепла прожектора может оказаться более чем достаточно. - *Примеч. рел.*

250 фунтов, а стоимость самых дорогих колеблется от 1200 фунтов (знаменитый Neuman U87, хотя он редко используется на сцене) до 2800 фунтов (Calrec Soundfield). В этих микрофонах применяются емкостные капсулы и сложнейшая электроника.

Для концертной деятельности обычно используются динамические микрофоны, но с появлением емкостных микрофонов повышенной надежности ситуация начала меняться. Имея хорошие возможности управления звуковым давлением, прекрасную чувствительность (а следовательно, динамику и громкость) и расширенный диапазон высоких частот, емкостные микрофоны постепенно завоевывают сцену. В большинстве современных пультов есть фантомное питание, необходимое для работы этих микрофонов, в противном случае можно использовать внешние источники.

Ленточные микрофоны

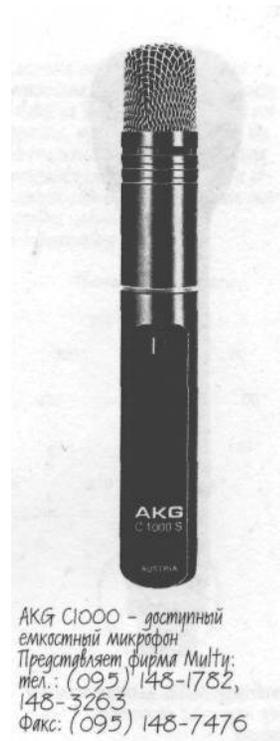
Микрофоны этого типа называются ленточными, так как их основная деталь - размещаемая в магнитном поле очень тонкая алюминиевая лента, позволяющая уловить тончайшие нюансы звука. Микрофоны этого типа идеальны для струнных, эмоционально насыщенного вокала и в качестве микрофонов общего плана. Они достаточно критичны к шумам, производимым при трении рук о микрофон, поэтому их не стоит использовать для работы с мобильными стойками (как на телевидении) и на открытых площадках (где сильно влияние ветра и других посторонних шумов).



Для концертной деятельности можно посоветовать специально разработанные Beyerdynamic M88 и M260. Критическая точка соотношения цены и качества находится в районе 200 фунтов.

Диаграммы направленности и типы корпусов

Решающую роль в определении диаграммы направленности микрофона (чувствительность в зависимости от направления) и его частотной характеристики играет расположение капсулы. Повинуясь физическим законам, микрофоны с большим по размеру капсюлем лучше воспроизводят низкие частоты (следовательно, для бочки лучше использовать AKG D12 и D112 и Electrovoice RE20), хотя существуют модели, способные работать с тем же качеством, имея малые размеры капсюля. Насколько хорошо они снимают звук или как четко обрабатывают импульсные сигналы - вопрос вкуса и тема для бесконечных споров.



AKG C1000 - доступный емкостный микрофон
Представляет фирма Милти:
тел.: (095) 148-1782,
148-3263
Факс: (095) 148-7476

Ленточные микрофоны имеют очень тонкую ленту, которая перемещается под воздействием звуковых колебаний



Beerdynamic M88 - замечательный пример надежного ленточного микрофона

Микрофоны - приемники давления

Основное, что необходимо знать об устройстве корпуса микрофона - то, что они бывают двух типов: приемник давления и приемник градиента давления. Это очень похоже на концепцию закрытого и фазоинверторного корпуса колонки. У микрофонов, работающих по принципу приема давления, капсюль открыт для звукового давления только с одной стороны (со стороны диафрагмы). В этом случае мы получаем круговую диаграмму направленности и микрофон одинаково чувствителен во всех направлениях. Преимущества такой конструкции - простота, невысокая цена, низкий уровень шумов от трения рук о корпус и хлопков, отсутствие эффекта приближения или окраски звука в зависимости от расстояния между источником звука и капсюлем. Все это делает микрофон идеальным, но, к сожалению, малоподходящим для сценической работы, где приходится много внимания уделять борьбе с самовозбуждением*.



Микрофоны - приемники градиента давления

У микрофонов этого типа диафрагма открыта с двух сторон, что придает диаграмме направленности вид восьмерки, свойственной ленточным микрофонам. Они обрезают звук с двух сторон и с успехом используются для его снятия с двойных источников, например с двух конгов, томов, с тома и тарелок. Также они пользуются популярностью на радио и в журналистской работе при интервьюировании.

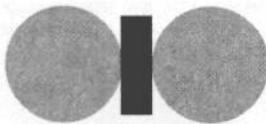


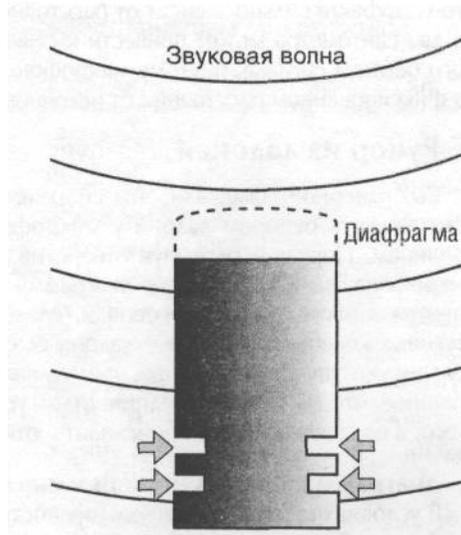
Диаграмма направленности в форме восьмерки

Комбинированные корпуса

В настоящее время используется смешанная технология, являющаяся комбинацией вышеописанных методов - задняя часть диафрагмы открыта не полностью. Такая конструкция придает диаграмме направленности кардиоидную форму (форму сердца), при этом наибольшая чувствительность - во фронтальной части микрофона, меньшая - по бокам и совсем незначительная - в задней части.

Система отверстий в корпусе микрофона сделана таким образом, что сигнал, попадающий на диафрагму с фронтальной стороны, находится в противофазе с сигналом, попадающим на обратную сторону диафрагмы. В результате оба сигнала складываются, усиливая колебания диафрагмы. Для сигнала, попадающего на микрофон с обратной сторо-

* И взаимопроникновением. - Примеч. ред.



Система отверстий в задней части микрофона позволяет волне воздействовать на обратную поверхность диафрагмы, причем в зависимости от расположения источника и капсюля меняется сдвиг фазы прямого и обратного сигналов. Это придает диаграмме направленности избирательную форму.

ны, ситуация меняется на противоположную - сигналы, имея одну и ту же фазу на разных сторонах диафрагмы, гасят друг друга.

Как и большинство явлений в области аудио, диаграмма направленности сильно зависит от частоты: бас предрасположен к круговой диаграмме направленности, а "верха" - к острой. Это обусловлено физической зависимостью эффективности работы капсюля от длины волны и соотношением длины волны и проходимого ею пути до обратной стороны диафрагмы.

Диаграммы направленности микрофона

Существует несколько основных видов диаграмм направленности микрофона:

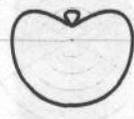
- Кардиоида - форма сердца, прием сигнала с фронтальной стороны и подавление с обратной.
- Суперкардиоида - сжатое по сторонам сердце с небольшим выбросом чувствительности на обратной стороне.
- Гиперкардиоида - еще более сжатое сердце с более ярким выбросом чувствительности на обратной стороне.
- Восьмерка - отбор звука с фронтальной и обратной стороны, часто используется для "живого" озвучивания томов.
- Круг - прием звука со всех сторон (за исключением закрытой части корпуса микрофона).
- Полусфера - прием звука с фронтальной и подавление с обратной стороны.

Эффект приближения

Эффект приближения - увеличение чувствительности микрофона к низким частотам по мере приближения его к источнику звука. Этот эффект объясняется тем, что для низкочастотного сигнала различие в фазах волн, приходящих на фронтальную часть капсюля и фазоинверторные отверстия, незначительно. Эффект приближения можно использовать для получения мощного теплого баса или увеличения коэффициента усиления на низких частотах без самовозбуждения системы. Однако глубина



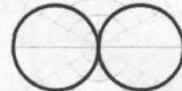
Кардиоида



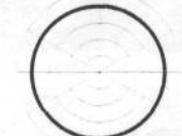
Суперкардиоида



Гиперкардиоида



Восьмерка



Круг



Полусфера

Диаграмма направленности



этого эффекта сильно зависит от расстояния, и перемещение микрофона на два сантиметра может привести к существенному изменению частотного баланса сигнала, поэтому микрофон необходимо жестко закрепить на фиксированном расстоянии от источника.

Рупор из ладоней

Вы, наверное, замечали, что система звукоусиления возбуждается, если сложить рупором ладони у микрофона. Это происходит по двум причинам. Первая - блокируя отверстия на обратной стороне головки микрофона, вы изменяете его диаграмму направленности, которая становится в этом случае круговой и, следовательно, принимает больше звуковых колебаний. Вторая - ладони сложены рупором и, значит, концентрируют звуковую энергию, увеличивая усиление. На практике единственное, что вы можете предпринять, - убедить исполнителей не делать этого, а если это все-таки происходит - отключить микрофон.

Диаграмма направленности и окраска звука

В условиях студии проникновение постороннего сигнала не вызывает особых проблем, поскольку находится в допустимых пределах и не портит звук. Здесь можно делать дубли и использовать экраны. Но при "живой" работе ситуация в корне меняется.

В системах звукоусиления чаще используются кардиоидные микрофоны, хотя неплохо себя проявляют супер- и гиперкардиоидные (к недостаткам последних можно отнести увеличение чувствительности с обратной стороны микрофона). Работая в условиях, предъявляющих жесткие требования к размещению микрофонов, следует отдать предпочтение строго кардиоидным микрофонам, поскольку выброс чувствительности с тыльной стороны микрофона может привести к менее приемлемой окраске звука, чем боковое проникновение.

Некоторые емкостные микрофоны предоставляют возможность работы с несколькими типами диаграмм направленности. Для переключения между ними используется специальная система, состоящая из двух капсулей, и реверсивные фазовые методы преобразования сигнала. Однако в концертной деятельности такие микрофоны используются довольно редко.

Применение микрофонов

Конструкция	Цена	Надежность	Качество	Отдача	Применение	Комментарии
Динамический	120	высокая	среднее	средняя	обычного использования, общего плана	эффект приближения/шелчки
Емкостной	200	средняя	высокое	высокая	перкуссия, вокал (с использованием ветрозащиты)	чувствителен к влажности
Ленточный	250	невысокая*	высокое	низкая	акустика, струнные	критичен по отношению к высокому звуковому давлению, ударам и ветру

* Некоторые производители выпускают достаточно надежные ленточные микрофоны. Яркий пример - Beyerdynamic M88, который с успехом может применяться для озвучивания как басового барабана, так и вокала. - Примеч. ред.

Применение широко распространенных микрофонов

Инструмент	Модель	Тип
Вокал, духовые, комбики	Shure SM58	динамический
	Shure Beta 58	динамический
	Shure SM87	конденсаторный
	Electrovoice N/D 457	динамический
	Electrovoice N/D 857	динамический
	AKGC1000	конденсаторный
	AKG D3700	динамический
	Beyer M88	ленточный
	Beyer M300	динамический
	Sennheiser 427	динамический
	Sennheiser 421	динамический
Акустическая гитара	Shure SM57	динамический
	Shure SM81	конденсаторный
	Beyer M201	динамический
	AKC C451	конденсаторный
Фортепьяно	Shure SM57	динамический
	Shure Beta 57	динамический
	Shure SM81	конденсаторный
	PZM	конденсаторный
Язычковые	Beyer M201	динамический
	Shure SM81	конденсаторный
Басовый барабан	AKG D12	динамический
	AKG D112	динамический
	Electrovoice RE20	динамический
	Beyer M88	ленточный
	Sennheiser MD421	динамический
Малый барабан	Shure SM57	динамический
	Beyer M201	динамический
	AKGC451	конденсаторный
Хэт	AKG C451	конденсаторный
Томы	Shure SM57	динамический
Общего плана	AKG C451	конденсаторный
	AKG C4T4	конденсаторный

Частотная характеристика и звуковая окраска микрофона

Выбор микрофона только на основе его спецификации - занятие практически бессмысленное. В настоящее время почти все микрофоны обладают хорошими частотными характеристиками и способны работать с сигналами высоких уровней. Однако для сиены, как упоминалось

ранее, лучше подойдут микрофоны с кардиоидной диаграммой направленности.

При выборе микрофона необходимо обращать внимание на следующие параметры:

- Звук (оценивается на слух).
- Высокая чувствительность микрофона, оставляющая запас для усиления в микшере.
- Частотная характеристика (должна быть пологой или иметь пики и провалы на необходимых частотах).
- Противодействие самовозбуждению и шумам.

Все эти характеристики необходимо проверить на практике. Конечно, можно сформировать некий список критериев, но все равно выбор того или иного микрофона зависит от стиля исполняемой музыки, артиста, который с ним работает, используемой системы звукоусиления и помещения, в котором проходит концерт. Разработчики микрофонов не в состоянии в полной мере учесть все эти факторы.

Ниже будут приведены сравнительные характеристики микрофонов различных фирм. Это поможет вам сузить круг поиска при выборе микрофона. Но необходимо помнить, что это очень личностная и приблизительная оценка - некоторые модели могут не соответствовать приведенным данным.

Характеристики микрофонов

	Теплота	Мощность	Четкость	Детализовка
AKG	***	**	**	***
Beyer	*****	***	*	*
Electrovoice	****	****	**	*
Sennheiser	*	*	***	****
Shure	**	**	**	*

При выборе микрофона рекомендуется учитывать особенности источника звука. Характерное звучание микрофона и источника должны контрастировать между собой. Например, если певец обладает "холодным" голосом, то ему лучше всего подойдет микрофон, придающий тембру теплую окраску. И наоборот, если тембр вокалиста отличается теплотой, то он, вероятно, выиграет от использования микрофона с детальным четким звуком. Аналогичный подход оправдывает себя и при выборе звукоусиливающей системы.

По мнению автора, система выигрывает, если состоит из компонентов различных производителей. Например, если используются синтезаторы фирмы Roland, то можно было бы использовать ревербератор компании Yamaha. То же самое относится к микрофонам и динамикам. Динамики различных производителей имеют свое характерное звучание, и принцип контрастности поможет добиться лучшего общего звукового баланса.

Конечно, хорошо иметь несколько микрофонов для использования их в различных ситуациях, но это, мягко говоря, не всегда возможно по финансовым соображениям, так что приходится выбирать универсальное оборудование, наиболее полно удовлетворяющее вашим представлениям о том, каким должен быть звук.

Усиление и самовозбуждение

Мы уже много раз упоминали об усилении, не вызывающем самовозбуждения системы. Чем выше искусственное усиление в системе, тем больше вероятность ее самовозбуждения. Следовательно, чем более высокий уровень могут воспроизвести микрофоны и динамики, тем меньше можно усиливать сигнал на микшере и усилителе. То же самое можно сказать и о глубокой эквалазации, увеличивающей возможность самовозбуждения на резонансных частотах. В дальнейшем мы еще вернемся к этой проблеме и обсудим ее более детально.

Специализированные микрофоны

При работе на сцене обычно применяются традиционные микрофоны и микрофонные стойки. В студиях радиовещания и при озвучивании конференций пользуются популярностью микрофоны других типов.

Петличный микрофон

Миниатюрный петличный микрофон обычно прикрепляется либо к одежде, либо к инструменту. Если не принимать во внимание тянущийся за ним кабель, то он выглядит абсолютно ненавязчиво и перемещается вместе с источником звука. Укомплектовав его радиосистемой, мы получаем действительно мобильный комплекс. К недостаткам петличного микрофона можно отнести проблемы, связанные с приемом звука на различных расстояниях от источника до микрофона. Вспомните эффект приближения, описанный ранее (усиление низких частот по мере приближения микрофона к источнику звука).

Дистанционные узконаправленные микрофоны-пушки (shotgun)

В некоторых ситуациях приходится снимать звук с удаленного источника. В этом случае на помощь приходят специальные дистанционные узконаправленные микрофоны. Применение узконаправленных микрофонов дальнего действия оправдано в тех случаях, когда источник звука лишен возможности перемещаться, а использование радиосистемы невозможно. Вследствие острой направленности микрофоны этого типа устойчивы к самовозбуждению и легко управляются. Спады уровня узконаправленных микрофонов часто порождают довольно странный звук, поэтому их лучше использовать не как основные, а как вспомогательные.

PZM (микрофоны зонного давления)

PZM-микрофоны (иногда их называют граничными микрофонами) следует отнести скорее не к специализированным, а к обычным, имеющим, однако, специальное размещение. Принцип действия микрофонов этого типа основан на том, что капсуль располагается на небольшом расстоянии от отражающей поверхности, в результате чего прямой и отраженный сигналы имеют практически одинаковую амплитуду, и суммарный звук образует некую зону давления, которая воспринимается микрофоном. Это означает, что отражательная поверхность становится как бы частью микрофона. Обычно микрофоны этого типа монтируются на небольших пластинах размером 150 мм, но их размер можно существенно увеличить, установив микрофон на какую-либо поверхность (пол, стена, экран).

Диаграмма направленности PZM-микрофона имеет форму полусферы-

PZM-микрофон превращает поверхность, на которой он установлен, в часть микрофона

Примечание

Чувствительность PZM-микрофона к низким частотам определяется размерами поверхности, на которой он установлен, поэтому для увеличения чувствительности микрофона к низким частотам необходим экран по крайней мере 1,2 м. Линейный размер экрана, на котором закрепляется микрофон должен быть около четверти длины волны сигнала (длина волны сигнала частотой 100 Hz равна 3 м, следовательно для сигнала с частотой 50 Hz - 1,5 м сторона экрана должна быть 750 мм).

Методы установки PZM-микрофонов. Отражающая поверхность усиливает низкие частоты



ры. Микрофон не воспринимает звук, проходящий из-за поверхности, на которой он расположен, и практически с одинаковой чувствительностью собирает звук, падающий с фронтальной стороны в диапазоне 180°. Это не исключает, но сильно затрудняет его использование для "живого" озвучивания окружающего пространства. Можно управлять избирательностью PZM-микрофона, используя V-образные экраны или даже устанавливая микрофоны на разные стороны отражающей поверхности для получения диаграммы направленности в форме восьмерки.

PZM-микрофоны собирают звук со всей окружающей их области. Это делает их идеальными для озвучивания конференций, поскольку сама трибуна становится как бы микрофоном. Увеличивается свобода передвижения докладчика без возникновения каких-либо нежелательных звуковых эффектов. PZM-микрофоны позволяют избежать проблем, связанных с интерференцией и балансировкой, которые возникают в системах с несколькими микрофонами, однако в случае их использования необходим жесткий контроль за самовозбуждением системы.

Обычно в микрофонах типа PZM используются миниатюрные емкостные капсулы (требующие фантомного питания), хотя это вовсе необязательно. Некоторые образцы немного шумноваты и имеют качество, сильно меняющееся в зависимости от модели и серии, так что при покупке того или иного микрофона необходимо уделять этому особое внимание. Некоторые компании, например Electrovoice, предоставляют покупателю возможность преобразования любого микрофона в PZM-тип.



Выбор микрофона

Для начала необходимо заметить, что не существует абсолютно универсальных микрофонов. Микрофон, идеальный для одного исполнителя, может совершенно не подойти другому. Единственное, что можно посоветовать в этой ситуации - полагайтесь на свой слух и вкус.

Однако есть общие принципы (основанные на физических явлениях), которые необходимо соблюдать при подборе микрофона для источника звука:

- Не используйте ленточный микрофон для озвучивания мощных перкуSSIONных инструментов (например, басового барабана), в противном случае вы рискуете его испортить.
- Микрофоны со встроенной ветрозащитой (наподобие плетеного мячика) обычно предназначены для вокала.
- Инструментальные микрофоны с плоской головкой вряд ли подойдут для озвучивания вокала (из-за шумов при трении ладоней о корпус и т.п.).
- Емкостные микрофоны лучше обрабатывают высокие частоты и импульсные сигналы, но им не хватает мягкости звучания.
- Выбирайте микрофон, который более всего устраивает вас по тембру воспроизводимого звука без эквализации.
- Используйте однотипные микрофоны для озвучивания всего вокала группы, что позволит проводить глобальную эквализацию общего выхода системы в целях борьбы с самовозбуждением. В этом случае можно применить один графический эквалайзер, а не крутить ручки на каждом канале.
- Изменение дистанции между источником звука и микрофоном может сильно отразиться на звуке.

При "живом" исполнении нет места эксперименту, так что займитесь этим на репетициях.

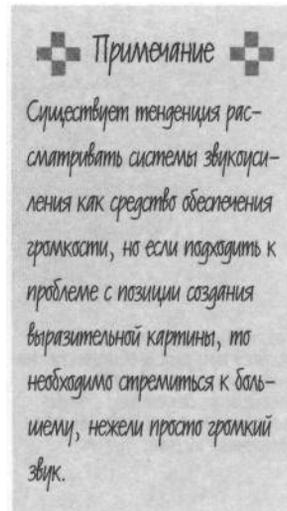
Техника владения микрофоном

И здесь нет строгих правил и методик - только интуитивное чувство микрофона. Основное: надо знать, откуда снимать звук.

Не вызывает сомнения, что источником звука являются многие поверхности инструмента. Источниками вокала, например, является не только горло, но грудная клетка и нос. Используя различные методики размещения микрофона (обычно для преодоления проблемы самовозбуждения и проникновения), мы невольно придаем инструменту различный характер звучания, усиливая ту или иную область частотного спектра сигнала.

Даже в очевидных ситуациях рекомендуется прослушивать инструмент с различных точек. В студиях иногда выделяют настраиваемый микрофон из мониторингового микса, для того чтобы звукоинженер мог слышать результаты того или иного размещения. Аналогичная методика может быть перенесена и на сцену, если вы установили звукорежиссерскую связь.

В студийных условиях есть возможность изменять расстояние между источником и микрофоном для получения необходимого звука. При работе на сцене единственная возможность - размещать микрофон под



различными углами, пытаясь добиться необходимого результата. Такая методика является мощным инструментом улучшения звука и получения сбалансированной картины. Это еще одна область применения направленных микрофонов. Используя их, можно перекрестно озвучить инструменты без риска столкнуться с проблемами самовозбуждения и проникновения.

Система из нескольких микрофонов

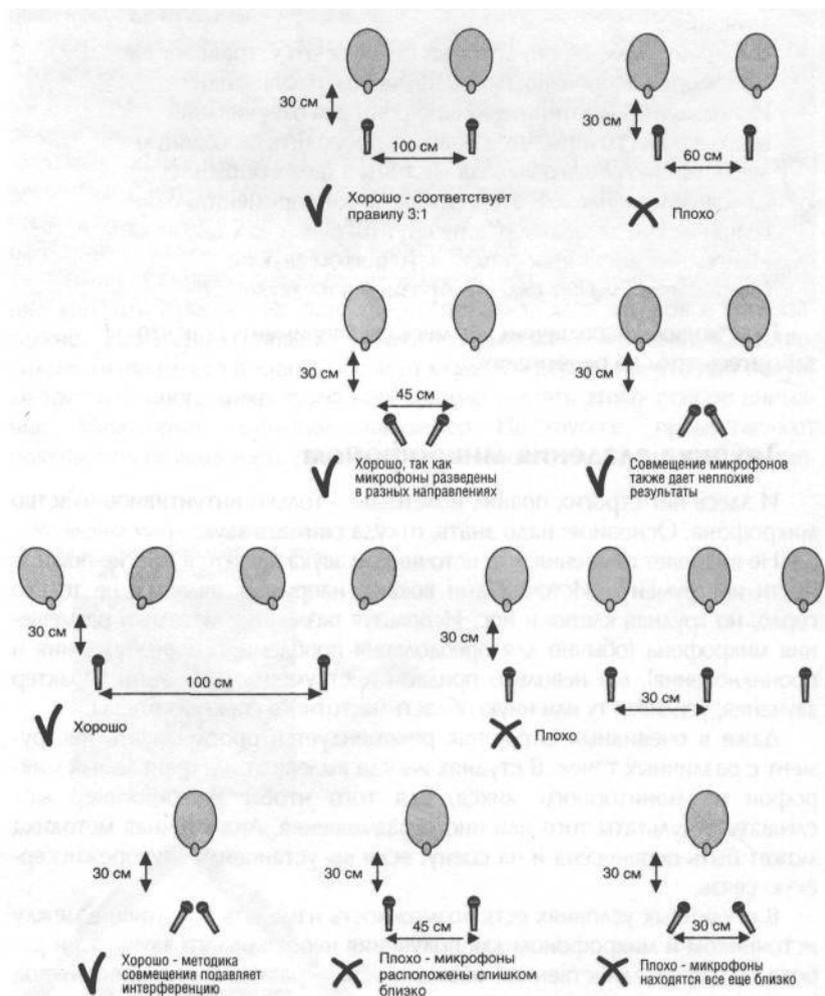
Для озвучивания одного инструмента можно применять несколько микрофонов. Однако в системах звукоусиления это сделать гораздо сложнее, чем в студии (сказывается близость сцены со всеми вытекающими отсюда последствиями - проникновение, самовозбуждение и интерференция).

При размещении микрофонов необходимо придерживаться следующего правила: необходимо либо совмещать микрофоны, направляя их под различными углами, либо располагать их в соотношении 3:1 (закон установки микрофонов "3:1" означает, что расстояние между микрофо-

Расстояние между микрофонами должно в три раза превышать расстояние до источника звука (или они должны быть совмещены), чтобы между ними не возникало интерференционных явлений.

Размещение кардиоидных микрофонов под различными углами позволяет сократить дистанцию между ними.

Озвучивание одного источника звука сдвоенными микрофонами применяется себя достаточно редко (конференции и прочее). Если же сигналы объединяются, то лучше придерживаться правила "3:1".



нами должно в три раза превышать расстояние от них до источника звука). Придерживаясь этих правил, вы избежите проблем, обусловленных интерференцией между микрофонами.

При озвучивании источников с противоположных сторон (например, верхний и нижний микрофоны для малого барабана) необходимо помнить, что они должны работать в противофазе, так как при ударе о барабан пластик по отношению к верхнему микрофону движется от него, а по отношению к нижнему - к нему. Забвение этого правила повлечет потерю низких частот суммарного сигнала.

Методы стереофонического размещения микрофонов

В ситуациях, когда на первом плане не стоит проблема обеспечения больших мощностей сигнала, можно использовать различные методики стереофонического размещения микрофонов, позволяющие создать объемное пространство или озвучить аудиторию при "живой" записи концерта.

В силу того, что при подобном размещении микрофоны охватывают большое пространство и резко увеличивается опасность самовозбуждения системы, эти методы не подходят для работы с серьезными мощностями.

Совмещенные XY

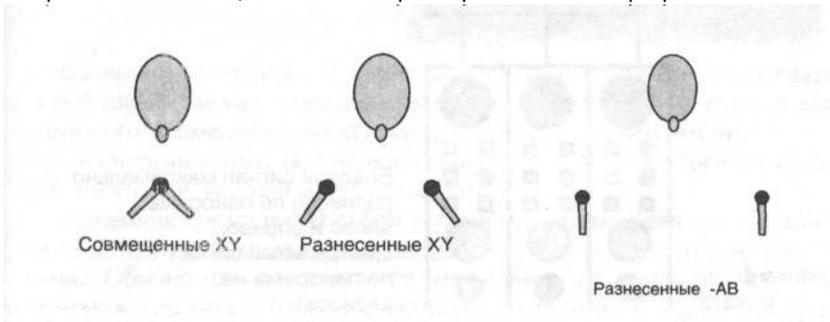
XY-совмещение - способ установки направленных (кардиоидных) микрофонов рядом под углом 90° . Поскольку микрофоны расположены вплотную друг к другу, проблем с их фазированием не возникает и обеспечивается хорошая монофоническая совместимость. При такой расстановке получается отличная стереокартина, но проваливается середина стереообраза.

Разнесенные XY

Разнесение микрофонов на расстояние меньше 30 см улучшает стереокартину, но вследствие фазовых эффектов нарушается монофоническая совместимость.

Разнесенные AB микрофоны

Размещая два микрофона с круговой диаграммой направленности на расстоянии нескольких футов друг от друга, мы можем получить хорошую стереокартину и монофоническую совместимость, однако это происходит за счет провала середины. Для заполнения середины можно применить совмещенные или остронаправленные микрофоны.

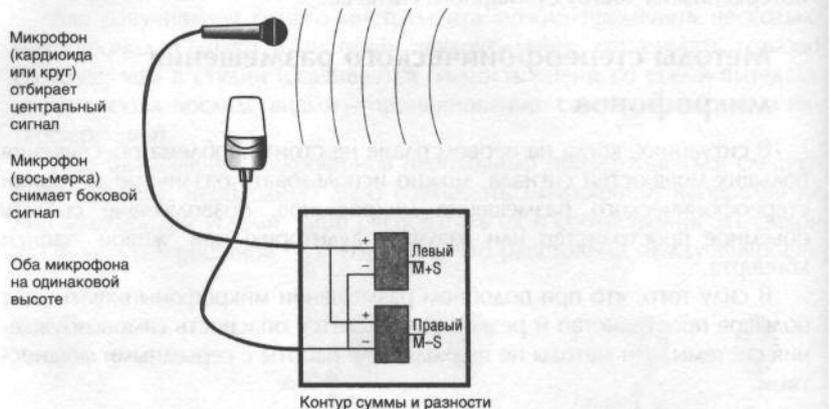


Стереофоническое размещение.
(а) Совмещенные XY. Допустимы углы $90^\circ - 180^\circ$. Обеспечивает синфазность, четкие стереограницы, дает менее конкретную середину стереообраза.
(б) Разнесенные XY. Позволяет получить улучшенную стереокартину, но проваливает моносовместимость вследствие фазовых эффектов.
(в) Разнесенные широконаправленные микрофоны дают хорошую стереокартину и моносовместимость, но за счет провала середины.

MS - Middle/Side (центр/сторона) (сумма и разность)

MS - интересная методика, предоставляющая дополнительные возможности по формированию стереокартины звука. Она основана на использовании центрального микрофона с любой диаграммой направленности для отбора фронтального (M) сигнала. Для снятия бокового (S) сигнала используется микрофон с диаграммой направленности в форме восьмерки. Моносовместимость сигнала обеспечивается центральным микрофоном. Для декодирования стереоэффекта требуется три

MS стерео – идеальная моносовместимость, так как присутствует центральный моносигнал. В результате получается хорошее центральное изображение с несколькими размытыми стереограницами.



микшерных канала или специальное устройство. S-сигнал поступает на два канала, причем на одном из них фаза инвертируется. Они разнесены по панораме в разные стороны, а затем объединяются с центральным M-сигналом. В результате мы получаем сумму $M + S$ с левой стороны и разность $M - S$ (по причине инвертированной фазы) с правой стороны. Изменяя уровень этих сигналов, можно регулировать ширину стереокартины.

Идентификация

Одна из серьезнейших проблем "живого" исполнения - определить, какой из микрофонов используется. Исполнители как нарочно пытаются схватить не свой микрофон и встать не на свою позицию, что делает поиск

MS декодирование



необходимого канала сушим кошмаром. Аля того, чтобы легко отличать один микрофон от другого на расстоянии, можно использовать ветрозащиту, ленту или кабели различных цветов. Наконец, если вы придерживаетесь определенного плана (например, коммутируете каналы пульта в том же порядке, в каком микрофоны стоят на сцене), ваши шансы вовремя поднять уровень требуемого микрофона существенно увеличатся.

Радиомикрофоны

Кабели - больное место любой системы. Они постоянно перепутываются, никогда не бывают достаточной длины и являются причиной различного рода недоразумений. Радиомикрофон - манна небесная, позволяющая устранить весь этот хаос и дающая музыканту возможность свободно бродить по сцене, не таская за собой шлейф микрофонных кабелей.

Типы радиомикрофонов

Существует три типа радиосистем: интегрированные с микрофоном (с большим корпусом и встроенным в него передатчиком), компонентные микрофоны (позволяют использовать любые типы микрофонов, но требуют передатчика, который закрепляется на поясе у исполнителя и соединяется кабелем с микрофоном) и компонентные инструментальные (предназначены для гитаристов и других инструменталистов).

Использование радиомикрофонов

Слабое место любой радиосистемы - батарейки, необходимые для питания передатчика. Они традиционно громоздки, поэтому передатчик прикрепляется к поясу, в то время как небольшой кабель соединяет его



Новая многоканальная беспроводная радиосистема фирмы AKG WMS 60. Представляет фирма Мити: тел.: (095) 148-1782, 148-3263 Факс: (095) 148-7476

с обычным микрофоном. С такой радиосистемой можно использовать любой динамический микрофон. Емкостные микрофоны не годятся для подобного применения, поскольку требуют фантомного питания (некоторые системы имеют источник питания на 5-9 V от внутренних батарей, но это все, чем они могут похвастаться).

Приемник представляет собой устройство, питающееся от сети, имеющее антенну и выходные разъемы для коммутации с другими устройствами. Обычно он располагается неподалеку от микшера, так что звукоинженер может отрегулировать все необходимые параметры при-

ема радиосигнала. Приемник имеет несбалансированные выходы линейного уровня, поэтому его можно коммутировать с линейными выходами консоли, минуя распределительные коробки.

Однако в некоторых залах существуют проблемы с приемом радиосигнала. Радиосистемы работают в ультракоротком (FM) диапазоне волн, которые распространяются по прямой, поэтому вы не в состоянии что-либо предпринять для подавления отражений радиосигнала от колонн и других препятствий. Не помогает и усиление мощности радиосигнала. Так как сигналы волн FM-диапазона распространяются в пределах прямой видимости, в целях улучшения качества радиосвязи принимающее устройство придется располагать вблизи сцены ИЛИ на СОЛИДНОЙ высоте.

Радиомикрофонная система Trantec состоит из микрофона, поясного передатчика и избирательного движущего приемника.
Представляет фирма A&T Trade:
тел.: (095) 242-5325,
242-3703, 956-9069



БОЛЬШИНСТВО современных радиосистем называют избирательными, поскольку они имеют две антенны. Переключение между ними происходит автоматически, в зависимости от того, какая из антенн принимает радиосигнал более высокого уровня. Такие устройства работают более стабильно, так как если одна из антенн закрыта каким-либо препятствием, то вторая может обеспечить качественный прием радиосигнала.

Исполнители, применяющие радиомикрофон, практически не ограничены в своих передвижениях по сцене, поэтому еще до начала представления необходимо выявить наличие и расположение на сцене "мертвых зон" (места плохого приема радиосигнала) и "горячих зон" (область устойчивой радиосвязи).

При использовании радиосистем необходимо помнить, что они работают на ограниченном количестве частот, поэтому возможны ситуации, когда несколько приборов вешают на одной и той же длине волны. Кроме того, на заре применения радиомикрофонов те же частоты использовали многие транспортные компании, хотя сегодня стандарт DTI несколько улучшил ситуацию.

Тестирование в некоторой мере поможет сгладить проблемы, но большинство неприятностей, как известно, начинаются в самое неподходящее время, так что к их появлению неплохо было бы подготовиться заблаговременно. Избежать подобных коллизий помогут приборы, работающие на двух частотах (чем дальше они разнесены по частотному диапазону, тем лучше). Неплохая подстраховка - обыкновенный кабельный микрофон.

Примечание

Золотое правило радиомикрофона: ставьте свежие батарейки перед концертом и используйте полуразряженные на репетициях.

Легальность использования радиосистем

С появлением в 1993 году стандарта DTI продажа и использование несертифицированных радиосистем стали нелегальными, а несоблюде-

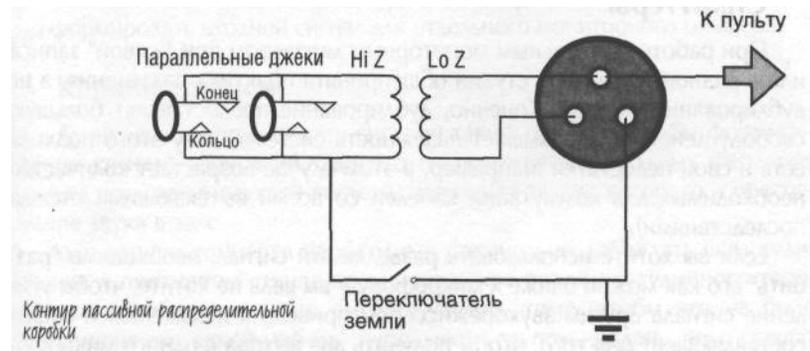
ние этого стандарта может повлечь за собой наказание в виде штрафа до 20000 фунтов стерлингов. Ответственность за нарушение правил эксплуатации радиосистем лежит на пользователях, поэтому было бы благоразумно дважды проверить свою систему на предмет соответствия спецификациям DTI. Необходимо проявлять бдительность, поскольку на рынке аудиопродукции появляются несертифицированные образцы. Помните, что незнание закона не освобождает от ответственности, поэтому мы еще раз призываем вас - будьте законопослушны.

Распределительные коробки (DI boxes)

Большинство систем звукоусиления имеют источники звука, которые необходимо озвучивать с помощью микрофонов. Это не относится к клавишным и гитарным системам с прямым выходом и другому подобному оборудованию. В большинстве сценических коммутаторов (stage boxes) используются микрофонные сбалансированные входы, поэтому необходимы специальные средства для подключения к ним источников сигнала линейного уровня. Не пытайтесь применять для этой цели обычные переходники! Вы рискуете спалить прибор, так как микрофонный кабель несет 50 V фантомного питания. К тому же несогласование уровня сигнала и сопротивления по входу и выходу незамедлительно скажется на качестве звука. Неприятательные распределительные коробки (direct injection boxes) согласуют входные/выходные разъемы, электрические параметры, а также защищают аппаратуру исполнителей от влияния фантомного питания.

Пассивные и активные распределительные коробки

Распределительные коробки бывают двух типов - пассивные и активные. Пассивные приборы привлекают ценой, но они грешат искажениями и ослаблением высоких частот, хотя в некоторых моделях звук вполне приемлем. В целом же качество пассивной распределительной коробки определяется ее основным элементом - трансформатором.



Активные распределительные коробки разрешают проблемы согласования с помощью активных (питаемых извне) электронных контуров. Однако плохая электроника портит сигнал гораздо сильнее, чем хороший трансформатор, так что в условиях ограниченного бюджета выбор неоднозначен. Лучшие из моделей активных распределительных коробок могут питаться как от внутренней батарейки, так и от фантомного питания, что уберет вас от лишней траты денег и нервов. Предпочтительнее питаться от 48 V, чем от 9-18 V.



LA Audio Pro Series MDS MkII - 8-канальный активный ди-бокс (сетевое питание).



LA Audio Pro Series DI2 MkII - 8-канальный активный ди-бокс (батарейное питание).

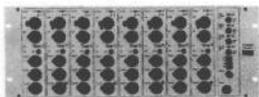


LA Audio Pro Series DIP MkII - 8-канальный пассивный ди-бокс.
Представляет фирма С.С. Стратц
тел.: (095) 575-7444,
575-7508;
факс: (095) 575-7444

Контур активной распределительной коробки

Примечание

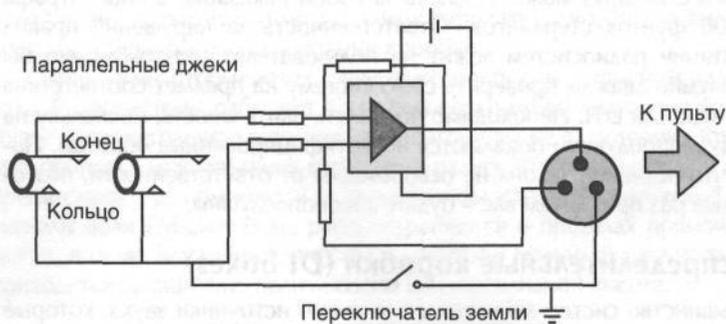
Очень часто причина отсутствия сигнала на выходе распределительной коробки – неправильная коммутация (выход инструмента соединен с высокоуровневым входом распределительной коробки). В этом случае сигнал на выходе распределительной коробки будет очень слабым.



LA Audio Pro Series 824 MkII –
инсталляционный 8-канальный
сплиттер.
Представляет фирма С.С. Стратипу
тел.: (095) 575-7444,
575-7508;
факс: (095) 575-7444

Примечание

Для того, чтобы отделить сигнал, приходящий на левый пульт, от общего микса, можно воспользоваться функцией мьютирования канала (если кнопка мьютирования находится в схеме канала после левых), или вывести фейдер канала, или использовать заглушку, вставляемую в гнездо разрыва (если оно находится в схеме канала после левых до фейдера) или использовать внешний смеситель.



Распределительные коробки обычно имеют переключатель "земли", позволяющий отключать "землю" прибора от "земли" консоли. Это необходимо для того, чтобы приспособляться к различным условиям заземления в том или ином помещении. Иногда стоит соединить "землю" прибора с консолью, а иногда это нежелательно. Чтобы определить необходимый в конкретном случае способ заземления, следует послушать уровень шума в обоих положениях переключателя и остановиться на более приемлемом варианте.

Некоторые распределительные коробки имеют дополнительные параллельные входы и микрофонные выходы (для сценических коммутаторов). Также они могут иметь специальные входы для сигналов высокого уровня. Это позволяет отбирать сигнал с предусилителя, не направляя его на динамики. Большинство усилителей рассчитано на работу с динамиками, а не с электроникой, тем не менее такая коммутация применяется довольно часто. Нередко приходится использовать оба выхода – микрофонный и усилительный. Не коммутируйте источники высокоуровневых сигналов с не предназначенными специально для этих целей входами распределительных коробок!

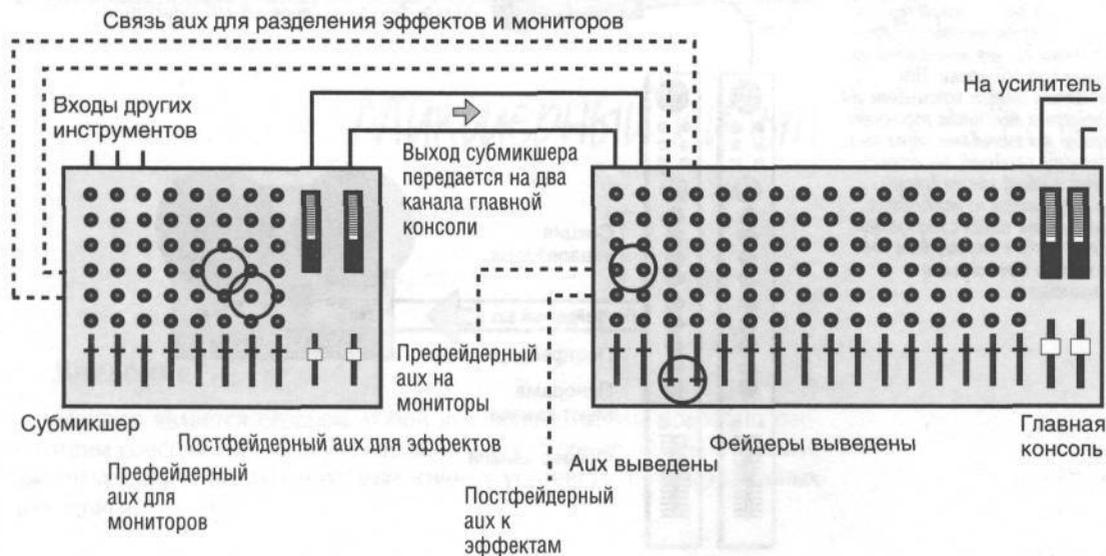
Сплиттеры

При работе с отдельным мониторным микшером при "живой" записи или в радиовещательной студии общепринята практика деления, а не дублирования сигнала. Конечно, дублирование предоставляет большую свободу действий и повышает надежность системы, но у этого подхода есть и свои недостатки (например, в этом случае возрастает количество необходимых для коммутации кабелей со всеми вытекающими отсюда последствиями).

Если вы хотите использовать разделяемый сигнал, необходимо "разбить" его как можно ближе к микрофону – вы ведь не хотите, чтобы усиление сигнала другим звукорежиссером привело к искажению и вашей составляющей? Аля того, чтобы получить два выхода с одного микрофона, применяются сплиттеры. Они обычно представляют собой трансформатор со сдвоенным выходом (или выполнены в виде электронной схемы). По существу, сплиттеры обеспечивают буферизованное питание и компенсируют рассогласование сопротивлений.

Субмикширование

Аля уменьшения нагрузки на основную консоль можно использовать принцип субмикширования. Например, субмикшеры для клавишных ин-



струментов помогут избавиться от дополнительных коммутационных кабелей и сэкономят каналы главной консоли. Это предполагает, естественно, что клавишник знает, чего он хочет, и может самостоятельно регулировать баланс. По крайней мере он должен знать, когда необходимо поднимать уровень сольных партий.

На субмикшер можно посылать сигналы с выходов главной консоли, с магнитофона, с выходов подгрупп, с дополнительных (аиш) выходов, с прямого выхода канала. Также можно использовать точки разрыва (канала или подгруппы). Разрывы обычно располагаются до фейдеров и после эквалайзера, таким образом, уровень отбираемого сигнала регулируется предварительным усилением канала, а частотная характеристика - канальным эквалайзером.

Аналогичным образом при отсутствии микрофонных сплиттеров можно формировать входной сигнал для отдельного мониторингового микшера.

Каналы записи

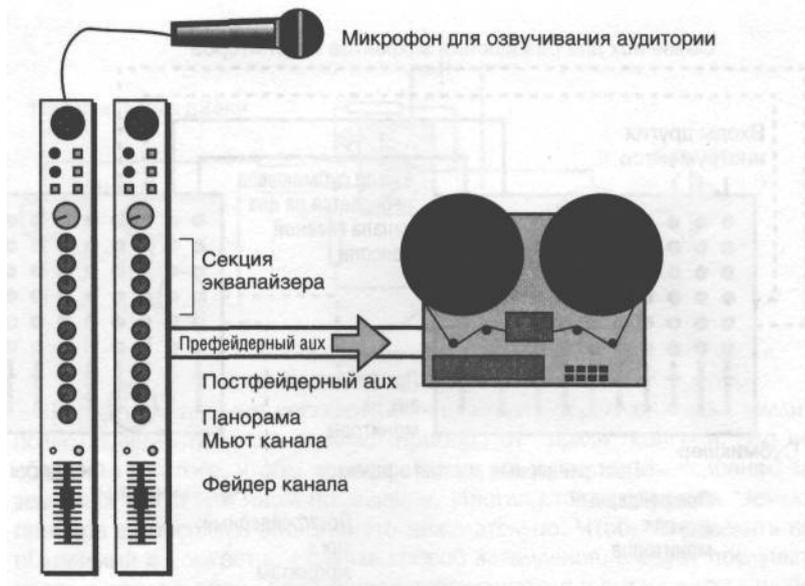
Лучше всего организовать систему таким образом, чтобы формирование сигнала записи не зависело от положения канальных фейдеров пульта звукоусиливающей системы, основная задача которого - обеспечение звука в зале.

Для записи концерта необходимо специально добавлять шум аудитории, в противном случае получится некое подобие студийного творчества. Особое внимание следует уделять тому, чтобы это не было озвучиванием какой-нибудь небольшой группы людей, чем грешат многие концертные записи. Хорошо, если вам удастся записать шум аудитории на резервный трек (в крайнем случае на кассетник или DAT), в противном случае необходимо быть уверенным, что ваш монитор находится на достаточном расстоянии от основных порталов, так что вы можете адекватно выставить баланс шума в зале. Если же вас одолевают сомнения, то в целях предосторожности можно позже провести дублирование.

Типичная система субмикширования использует два микшера для увеличения количества каналов при помощи направления основного выхода одного из микшеров на два канала другого. Два канала необходимы для стереозвука. Для разделения мониторинговых шин и шин эффектов используются еще два дополнительных канала, как показано на рисунке. Обратите внимание, что фейдеры этих каналов выведены. Для мониторинга используются префейдерные аиш, а для посылов на эффекты - постфейдерные аиш. На основной консоли регуляторы аиш и канальные фейдеры должны быть выведены.



Запись. Если запись контролируется отдельно, следует пользоваться префейдерными лях для независимого управления балансом записи. При стереозаписи следует использовать два префейдерных лях. Чтобы подключить микрофон для озвучивания шима зала, используйте каналный лях послыл (фейдер основной консоли выведен). Если запись никем не управляется, лучше снимать сигнал с постфейдерных лях, чтобы контролировать процесс хотя бы через систему звукоусиления.



Если кто-нибудь управляет записью, то теоретически для этой цели лучше использовать префейдерные аух-посылы, так как в этом случае обеспечивается независимое управление. Следуя по этому пути, необходимо опасаться скрытых источников сигнала (таких, как магнитофонные разрывы), которые могут быть убраны в основном миксе, но оставаться на канальном префейдерном аух. Это - самый верный способ "запороть" запись.

Если же записью никто не управляет, то лучше всего снимать сигнал с постфейдерного посыла аух, так как в этом случае звукорежиссер по крайней мере может попытаться выставить необходимые уровни. У вас все еще остается возможность раздельного контроля за счет регулировки аух, и при необходимости вы сможете установить баланс, отличный от баланса звукоусиливающей системы.

Аля многодорожечной записи используйте прямые (direct) выходы консоли или посылы с точек разрыва (то есть должны быть соединены коней джека и кольцо, а корпус - отсоединен), или (в идеале) отдельный микшер с дополнительными или разделенными микрофонами.

Звук видеокамеры

Запись звука видеокамеры существенно выигрывает при снятии сигнала с основной консоли. Хорошие результаты получаются при добавлении сигнала микрофонов, озвучивающих шум зала. Помните, что запись "живого звука сиены" иногда приводит к неудовлетворительным результатам, поскольку он может быть в некоторых случаях сопоставим по громкости со звуком собственно системы звукоусиления. Запись звука видеокамеры через консоль позволяет избежать механических шумов, производимых самой видеокамерой, которые собирает встроенный микрофон. Если запись с пульта не представляется возможной, то попробуйте по крайней мере использовать внешний микрофон для озвучивания сценического звука. Для этой цели лучше всего подойдет микрофоны типа PZM.

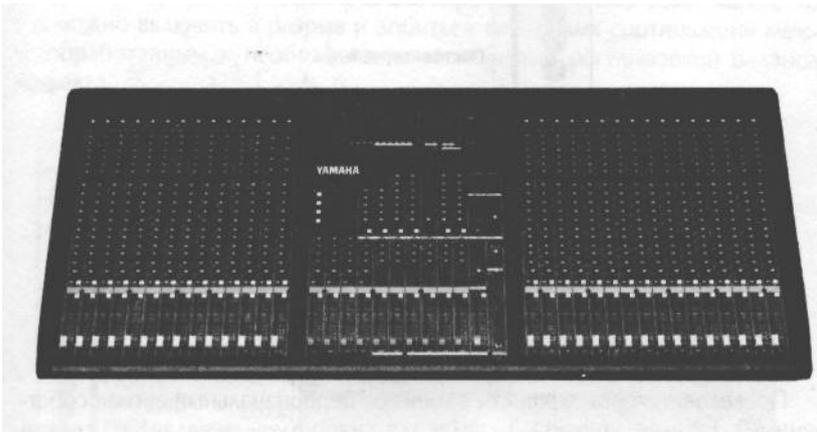
Микшерный пульт

Введение

Микшер является сердцем любой аудиосистемы. Мы подробно рассмотрим консоли систем звукоусиления и мониторные пульта и увидим, насколько они отличаются от аналогичных устройств, предназначенных для записи.

Микшерный пульт

На первый взгляд пульт выглядит довольно устрашающе, но не стоит пугаться, ведь фактически он состоит только из двух секций - входной и выходной. Входная часть пульта состоит из идентичных вертикальных линеек, называемых входными каналами. Если понять устройство одной линейки, то можно считать, что вы на 70% разбираетесь в устройстве всего пульта. Итак, начнем.



GA-32/12 & 24/12 - микшерный пульт нового поколения фирмы Yamaha. Благодаря универсальности и гибкости конфигурации (4 Matrix Out) может работать как FOM пульт, а также как мониторный. Производители считают, что он является лидером в своем классе. Представляет фирма Слава: тел.: (095) 924-0031

Входной канал пульта

Входной канал служит для подключения к пульту источников звука, таких как микрофоны и линейные источники. Он позволяет управлять уровнем громкости источника, осуществлять коррекцию частотных характеристик сигнала с помощью эквалайзера, направлять сигнал на выходы системы (основной и мониторный) и на приборы обработки звука.

Каналу необходимы средства выбора между различными источниками

ми (микрофонный/линейный) и возможность установки предварительного усиления по каждому из них. Канальный эквалайзер служит для управления частотной характеристикой входного сигнала (для коррекции или в творческих целях). Фейдер канала позволяет регулировать уровень сигнала. Возможно наличие коммутирующих переключателей, определяющих дальнейший маршрут прохождения сигнала и назначающих его на определенные выходные шины (группы для различных порталов, частей зала или подгруппы).

Кроме основных шин пульта есть и дополнительные (aux), позволяющие организовывать мониторинг и подключать приборы параллельной обработки. Любой aux является общим для всех каналов и направляется на один и тот же прибор. Это самый простой путь совместного использования каналами какого-либо прибора обработки звука или мониторинговых усилителей/колонок. Для последовательного подключения эффекта, действующего только на один канал, служат разрывы.

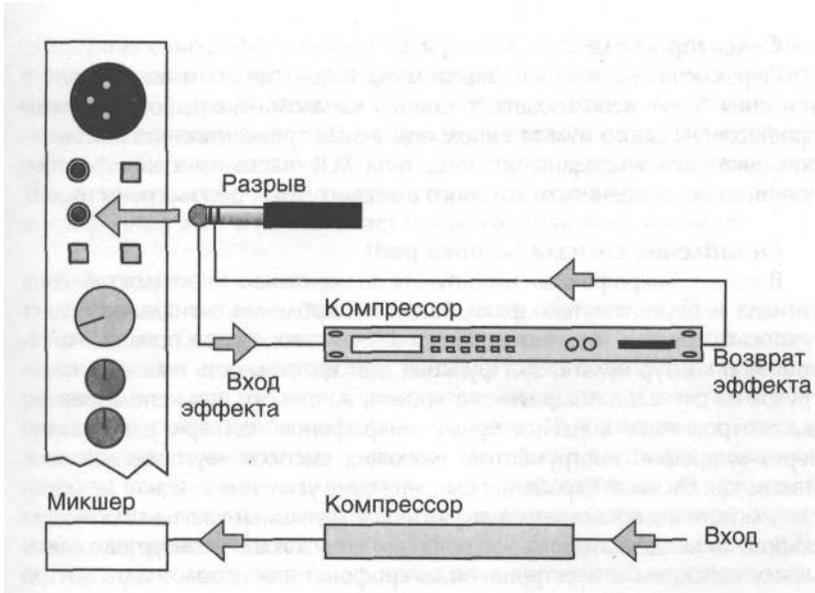


Последовательные и параллельные эффекты

Последовательные эффекты заменяют первоначальный сигнал собственным. Такими эффектами являются, например, эквалайзер, гейт и компрессор. Некоторые эффекты, основанные на задержке (например, хорус и флэнжер), также можно включить последовательно, если ими необходимо обработать только один источник звука. С другой стороны, для одновременной обработки нескольких источников последовательным эффектом можно подключить его через aux. Отметим, что в этом случае чистый необработанный звук можно, при необходимости, получить регулировкой баланса или глубины эффекта на самом приборе.

Параллельные эффекты смешивают исходный сигнал с эффектом в

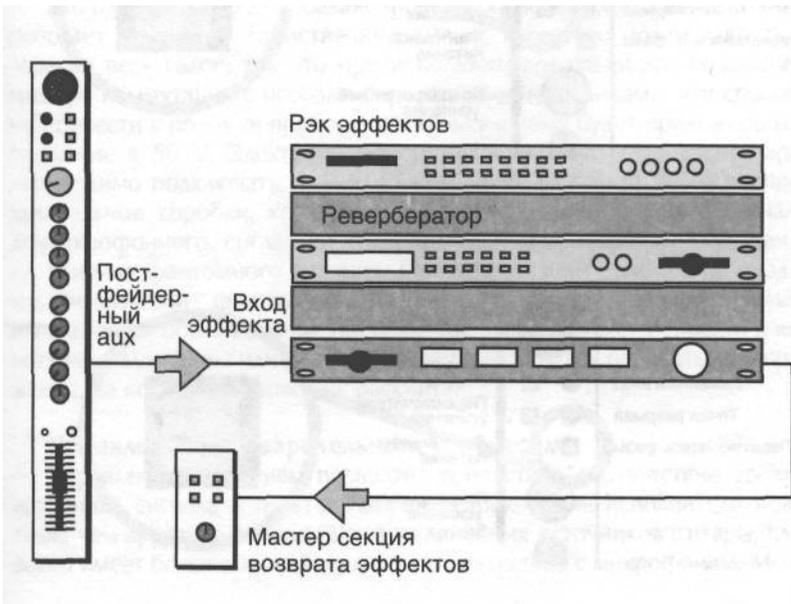
Последовательные эффекты (такие как компрессор, гейт, эквалайзер) заменяют входной сигнал звуком эффекта.



определенных пропорциях, не замечая его целиком. Параллельные эффекты чаще всего подключаются через аух, позволяя использовать их совместно всеми каналами. Если необходимо обработать эффектом только один канал, его можно включить в разрыв.

Необходимо соответствующим образом регулировать баланс эффектов. Для параллельных эффектов, скоммутированных через систему аух, баланс или глубина эффекта устанавливается на максимум, а количество обработки того или иного канала регулируется посылами. Если же требуется обработать параллельным эффектом только один канал, то его можно включить в разрыв и добиться требуемых соотношений между обработанным и необработанным сигналами регулировкой баланса эффекта.

Параллельные эффекты (такие как ревербератор и задержка) смешивают в определенных пропорциях исходный и обработанный сигналы.



Примечание

Работая с незнакомой консолью, не злоупотребляйте эквалайзером при "живом" исполнении. Для начала изучите все его особенности. Если вам приходится использовать микшер, который вы раньше никогда не видели, не паникуйте, а внимательно изучите линейки каналов, для того чтобы обнаружить знакомые вам органы управления. Не торопитесь и будьте последовательны при изучении нового пульта. Найдите характерные для всех консолей детали (например, эквалайзер, переключатель режима *bridge*, переключатели *pre/post* и переключатели коммутации групп). Тогда у вас не будет проблем. Затем изучите секцию главного выхода и первым делом найдите наиболее важные части, такие как регуляторы мастер-уровня, уровня групп, переключатель типа *mono*. Особое внимание уделите "опасным" кнопкам (например, *solo in place* и групповые *mute*), которые следует попробовать на практике, поскольку их действие не всегда очевидно.

Кнопки *pad* (вверху) и *phase* (внизу) кнопки *mute* предназначены только для микрофонного входа, но никак не для линейного. Отметим, что наряду со стереомикшированием панораля может использоваться для микширования канала по группам, то есть влево – для нечетных групп (1 и 3), вправо – для четных (2 и 4).

Селектор входа

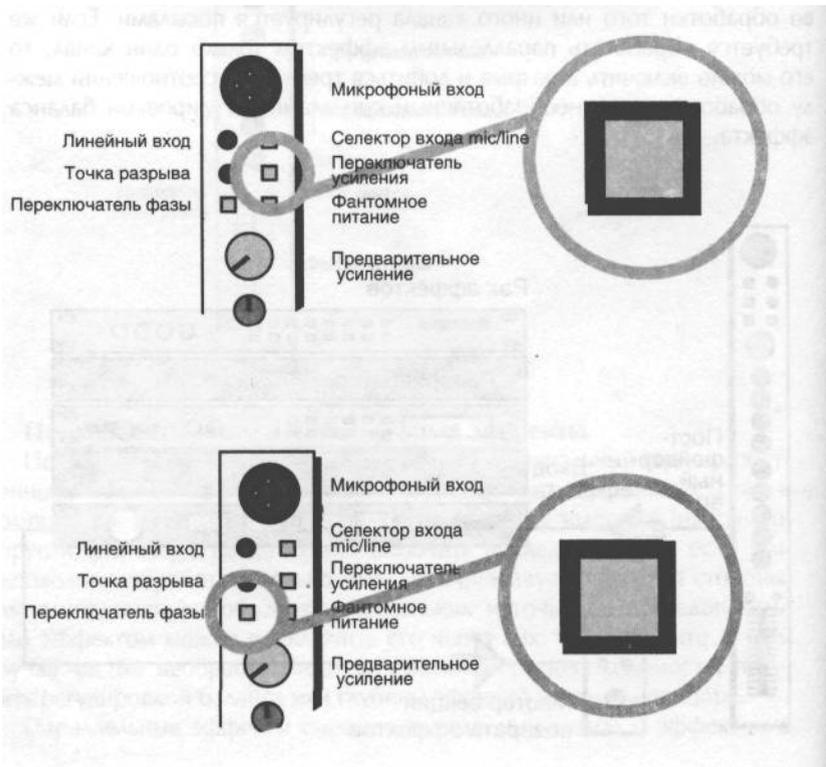
Переключатель *mic/line* определяет, какое гнездо и какой контур усиления будут использоваться данным каналом. Микрофонные входы профессионального пульта выполнены в виде трехконтактных сбалансированных низкоимпедансных гнезд типа XLR (часто имеющих фантомное питание, особенности которого в деталях будут рассмотрены ниже).

Ослабление сигнала (кнопка *pad*)

В идеале микрофонный вход пульта должен иметь кнопку ослабления сигнала и переключатель фазы. Кнопка ослабления сигнала позволяет понижать уровень (обычно на 20-30 dB) до того, как он попадет на какой-либо контур пульта. Эта функция дает возможность избежать перегрузок от сигналов повышенного уровня, например, при использовании высокоуровневых конденсаторных микрофонов или при озвучивании через микрофон инструментов, имеющих высокое звуковое давление (таких, как басовый барабан). Если снижение усиления в пульте не помогает, можно воспользоваться аналогичной функцией уже на самом микрофоне (в конденсаторных микрофонах понижающий контур находится между капсюлем и электроникой микрофона) или использовать другой микрофон, способный снимать сигнал высокого уровня.

Переключатель фазы

Переключатель фазы используется для исправления неправильной коммутации проводов или изменения фазы, когда размещение системы из нескольких микрофонов требует этого (например, при озвучивании малого барабана микрофонами, находящимися над и под ним, воздух по



отношению к микрофонам движется в разных направлениях, и при объединении два сигнала гасят друг друга, приводя к провалу низких частот). Если такого переключателя не предусмотрено, можно соответственно скоммутировать внешние кабели, применяя провода со специальной окраской, дабы впоследствии легко их идентифицировать. Заметим, что этот переключатель обычно воздействует только на сбалансированный микрофонный вход и не оказывает никакого влияния на линейный.

Фантомное питание

Фантомное питание - предмет отдельного обсуждения. Оно подается только на сбалансированные микрофонные входы и является источником питания для микрофонов конденсаторного типа или активных распределительных коробок. Своим названием фантомное питание обязано тому, что оно обеспечивает напряжение 48 V постоянного тока в линии без дополнительных проводов. На обычные сбалансированные приборы напряжение не оказывает никакого воздействия. Например, в случае динамических микрофонов с перемещающейся катушкой одинаковое напряжение подается на оба ее конца (контакты разъема 2 и 3), поэтому фантомное питание не приводит к протеканию через нее тока. В фантомном оборудовании напряжение снимается с контактов 2 и 3 (контакт 1 - "земля") и используется по назначению.



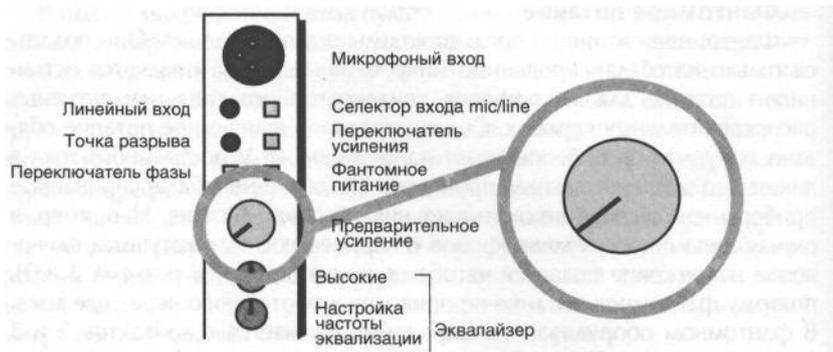
Это означает, что для сбалансированных систем фантомное питание работает незаметно. Единственный случай, когда оно может заявить о себе во весь голос, так это при использовании специальных кабелей или при коммутации с несбалансированными источниками, что способно привести к поломке прибора, поскольку к нему будет приложено напряжение в 50 V. Электронные источники сигнала (клавиши, гитара) необходимо подключать к микрофонным входам пульта через распределительные коробки, которые понижают уровень линейного сигнала до микрофонного, согласуют сопротивление и одновременно устраняют влияние фантомного питания. При коммутации прибора со входами, имеющими фантомное питание, будьте осторожны. Нельзя использовать обыкновенные провода, так как это может привести к короткому замыканию или к тому, что на прибор будет подаваться напряжение, на которое он вовсе не рассчитан.

Управление предварительным усилением

Управление усилением позволяет привести в соответствие уровни источника сигнала и пульта. Например, некоторые исполнители поют тише, чем другие, а выходной сигнал линейных источников (гитары, клавиши) имеет более высокий уровень по сравнению с микрофоном. Мож-

но добиться необходимого уровня и за пределами консоли, не регулируя усиление входа пульта должным образом, но в результате это может привести к повышению шума и искажениям.

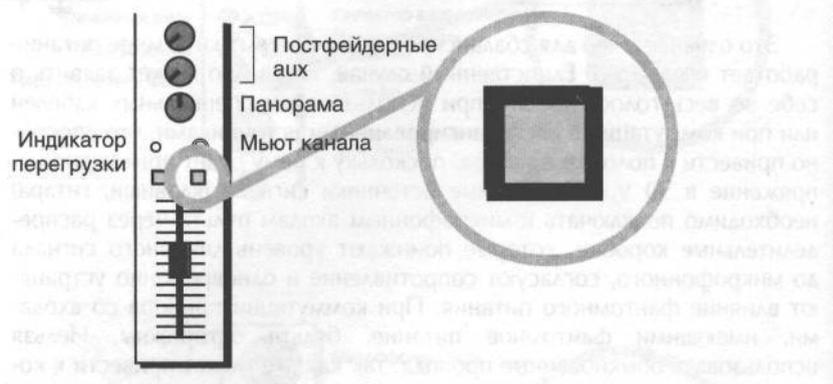
Предварительное усиление необходимо регулировать при нажатой кнопке solo, расположенной рядом с фейдером канала. Иногда эту кнопку называют cue или PFL (pre fade listen - дофейдерное прослушивание). Необходимо отрегулировать усиление по входу таким образом, чтобы на пиках индикатор уровня находился в красной зоне (0 VU). Од-



нако надо следить за тем, чтобы он не оставался в этой зоне длительное время. Такая установка обеспечивает оптимальный уровень для остальной части канала. И еще, о чем не следует забывать - эквалайзерное усиление также влияет на уровень сигнала и может потребовать снижения уровня предварительного усиления канала.

Кнопка solo

Кнопка solo позволяет выделить канал из общего микса, проверить уровень и качество звука канала независимо от общего микса. Она располагается в схеме канала до фейдера и обычно после эквалайзера*.



Эквализация

Эквалайзер действует аналогично регулировке тонального баланса обычных **Hi-Fi** систем, но предоставляет более широкие возможности управления.

* При наличии в серьезных пультах двух кнопок (PFL и Solo) кнопка Solo обычно обеспечивает прослушивание сигнала после фейдера и панорамного регулятора. - *Примеч. ред.*

Трехполосный и полупараметрический эквалайзер

Эквалайзер пульта обычно имеет три частотные полосы - низкую, среднюю и высокую. В более сложных устройствах (полупараметрические эквалайзеры) некоторые или все из этих полос связаны с регулируемой частотой, что позволяет более точно выбирать диапазон, с которым будет работать эквалайзер. Например, если вы хотите изменить тональный баланс басового барабана, можно настроить эквалайзер таким образом, чтобы он работал в частотном диапазоне именно этого инструмента. В противном случае приходится полагаться на частоту, определенную производителем прибора.

Принцип работы полупараметрического эквалайзера аналогичен радиоприемнику. Включив приемник и увеличив выходную громкость (на эквалайзере - усиление или подавление частоты), вы ищете на слух станцию (частоту), с которой будете работать. Существует несколько методов по определению оптимальной частоты, но все же в основном надо полагаться на свои уши.



Если это привычнее для вас, то можно рассматривать пультуевой эквалайзер и как графический. Управление тембром эквивалентно паре слайдеров графического эквалайзера, и это все, чем вы располагаете в данном случае. Имея полупараметрический эквалайзер, вы также ограничены в количестве слайдеров, но зато можете выбрать частоту, с которой хотите работать. Усиление или подавление с помощью эквалайзера пульта действует не только на настроенную частоту, но и на соседние с ней. Таким образом, вы как бы перемешаете несколько слайдеров графического эквалайзера. Количество зависимых таким образом слайдеров определяется добротностью (Q). И еще одно отличие пультуевого эквалайзера от графического - вместо слайдеров у него вращающиеся ручки.

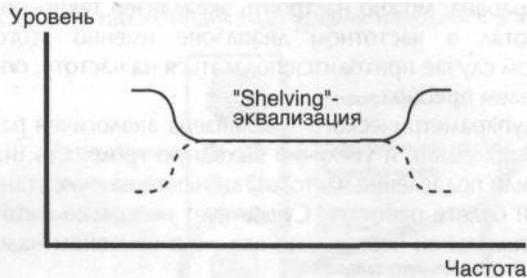
Эквалайзер находится в нейтральном состоянии, если вращающаяся ручка усиления/подавления установлена на 12 часов. Вращение ручки по часовой стрелке приводит к усилению выбранного частотного диапазона, а в обратном - к подавлению.

Наряду с усилением частот настоятельно рекомендуется применять и их подавление. Начнем с того, что постоянное усиление приводит к повышению уровня сигнала, проходящего через канал, а это в конце концов может привести к искажению звука. Чрезмерное усиление также сопровождается неприятным звоном или гудением и увеличивает веро-

ятность самовозбуждения системы.

Подавление частот эквалайзером часто оказывает более естественное влияние на тональный баланс, позволяя добиваться тех же самых результатов. Однако, для поиска частоты эквалаизации (в полупараметрическом эквалайзере) удобнее пользоваться усилением, а впоследствии, когда частота определена, можно применить подавление.

Кривые эквализации. Имея полупараметрический эквалайзер, пользователь может установить центральную частоту, вокруг которой будет проводиться эквализация. Полнопараметрический эквалайзер позволяет регулировать еще и ширину диализона, внутри которого происходит эквализация



Добротность параметрического эквалайзера Q . Низкая добротность (широкая полоса) охватывает целую октаву, высокая (узкая полоса) — только несколько нот.

Параметрический эквалайзер

Это наиболее сложный тип эквалайзера, имеющий еще один настраиваемый параметр - добротность* (Q), который связывается с каждым из частотных диапазонов. Величина добротности может регулироваться переключателем, а в идеальном варианте - вращающейся ручкой. Добротность определяет ширину диапазона частот (вокруг настраиваемой центральной частоты), внутри которого будет проводиться эквализация.

Обычные параметрические эквалайзеры имеют добротность в форме "колокола" (bell - регулировка центральной частоты эквализации), хотя существуют аналоги с добротностью в форме "полки" (shelving - регулировка частоты, с которой начинается эквализация), в которых регулируемый диапазон начинается с некоторой частоты и имеет форму полки.

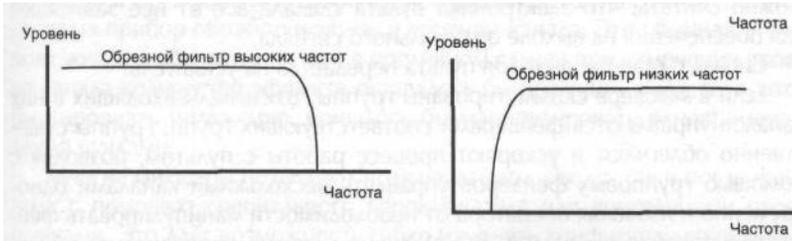
Фильтры

Фильтр - еще один тип эквалайзера. Основным параметром фильтра - частота, с которой он начинает свою работу.

Существует несколько типов фильтров:

* Добротностью называют величину, обратную ширине регулируемой частотной полосы: то есть широкая полоса эквивалентна низкой добротности и наоборот. При работе с полнопараметрическим эквалайзером следует обратить внимание на этот регулятор. Маркировка Band означает изменение ширины полосы. Маркировка Q - изменение добротности. - Примеч. рел.

LPF (low pass filter) пропускной фильтр низких частот* не воздействует на низкочастотную составляющую, подавляет высокие частоты.



HPF (high pass filter) пропускной фильтр высоких частот** действует аналогично фильтру LPF с точностью "до наоборот".

BPF (band pass filter) полосовой фильтр пропускает небольшой диапазон частот в районе частоты фильтра и подавляет все частоты, выходящие за границу данного диапазона.



BSF (band stop filter) режекторный фильтр действует аналогично фильтру BPF с точностью "до наоборот".

Фейдер канала

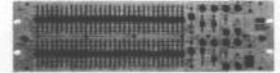
После эквалайзера сигнал поступает на фейдер канала. Слайдерная (движковая) конструкция фейдера весьма удобна для управления уровнем сигнала и наглядно отображает его уровень.

После фейдера в схеме пульта находится регулятор панорамы, определяющий баланс сигнала между правым и левым выходами. Панорамник обычно является источником для главного стереовыхода, однако в пультах, имеющих группы, с помощью коммутирующих переключателей один и тот же канал можно назначить на две группы. В этом случае панорамник канала может стать частью коммутации, определяя, поступает сигнал в левую группу, правую группу или в обе группы одновременно.

Фейдер обычно имеет маркировку его оптимального положения, составляющего некоторый запас для увеличения уровня, но в основном предусматривающий его уменьшение. Эта "центральная позиция" определяет и нормальный рабочий уровень для электронных контуров микширующей шины, на которой суммируются сигналы, что позволяет установить оптимальное соотношение сигнала, шума и искажений и обеспечивает необходимый запас громкости.

* Часто называется обрезным фильтром высоких частот, так как "режет" именно высокие частоты. - *Примеч. рел.*

** Часто называется обрезным фильтром низких частот, так как "режет" именно низкие частоты. - *Примеч. рел.*



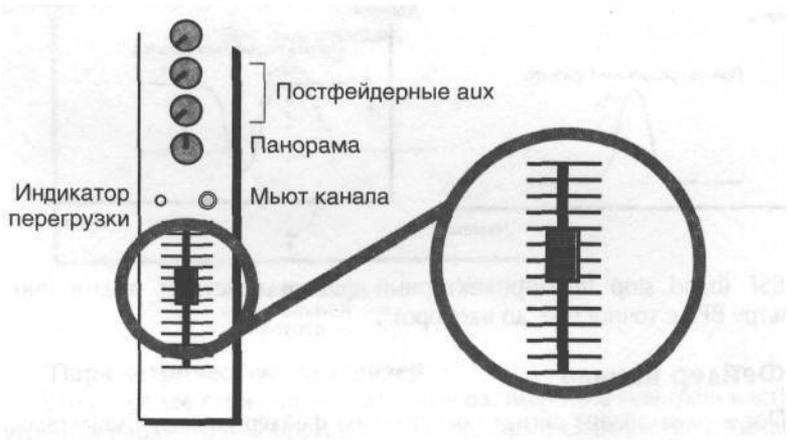
LA Audio Pro Series EQ2315PR -
2-канальный 1/3 октавный (31 по-
лосный) графический эквалайзер с
шелвинг и обрезными НЧ и ВЧ
фильтрами, лимитером и гейтом.
Представляет фирма С.С. Сопрапу
тел.: (095) 575-7444,
575-7508;
факс: (095) 575-7444

Если предварительное усиление каналов выставлено правильно (с помощью кнопки solo), а фейдеры находятся в идеальных положениях, можно считать, что электроника пульта сделала все от нее зависящее для обеспечения на выходе оптимального сигнала.

Сигнал с главных выходов пульта перелается на усилитель.

Если в микшере скоммутированы группы, то сигналы входящих в них каналов управляются фейдерами соответствующих групп. Группы существенно облегчают и ускоряют процесс работы с пультом, позволяя с помощью групповых фейдеров управлять несколькими каналами одновременно и избавляя оператора от необходимости манипулировать фейдерами отдельных каналов. Выход группы можно направить на общий стереомикс или на другие части системы.

Кроме вышеописанного пути прохождения сигнала через пульт существуют и другие. Например, сигнал канала можно снимать с аух выходов, располагающихся в схеме канала как до фейдера (префейдерный аух), так и после него (постфейдерный аух).



Префейдерные посылы

Префейдерные посылы (сигнал снимается до того, как он пройдет через фейдер канала) используются для организации мониторинга, поскольку в этом случае уровень отбираемого сигнала не зависит от положения фейдера канала, то есть системы мониторинга сцены и озвучивания зала становятся независимыми. Преимущество такого подхода состоит в том, что мониторный микс для артистов, находящихся на сцене, и звук в зрительном зале становятся независимыми и звукоинженер не должен беспокоиться об их взаимном влиянии. Недостаток такого подхода заключается в том, что при необходимости провести какие-либо корректировки звука в зале и на сцене приходится манипулировать как фейдером канала, так и префейдерными ручками аух.

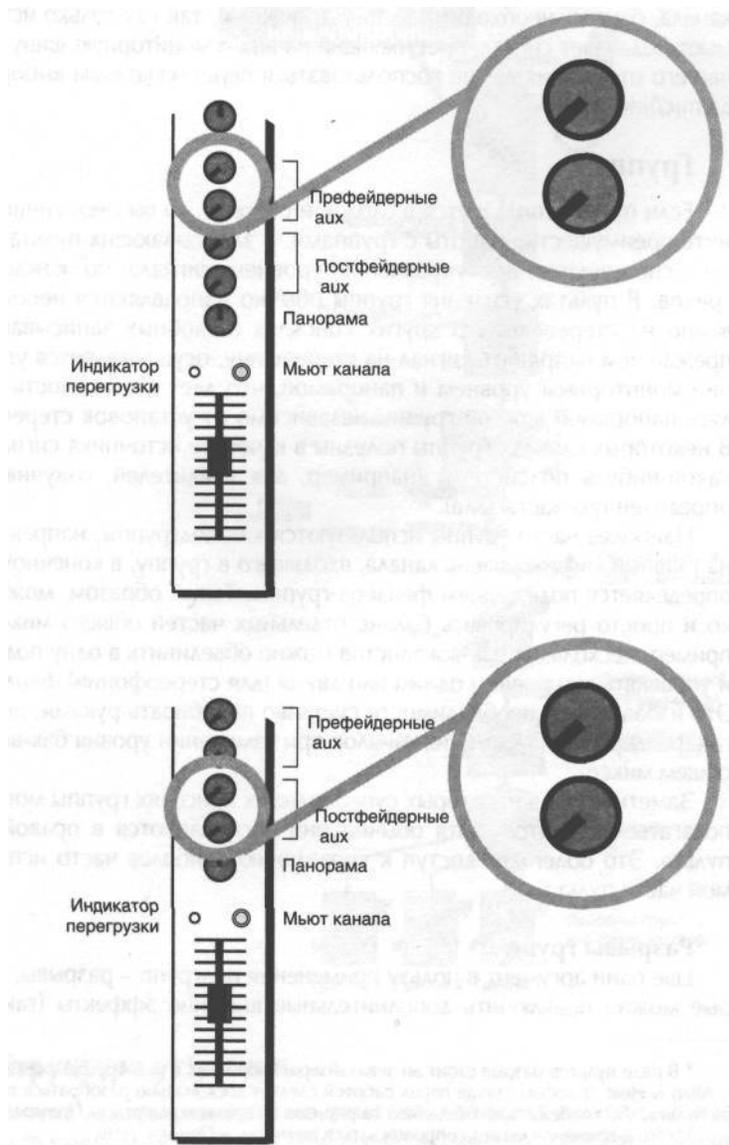
Необходимо помнить, что выведение в минимум фейдеров основного выхода консоли оставляет активными префейдерные аух, а следовательно, на мониторные усилители могут поступать нежелательные сигналы (музыканты, находящиеся на сцене, могут попытаться включить/выключить какое-нибудь оборудование). Так что если мониторный микс формируется с префейдерных аух, не забывайте выводить его в паузах.

Постфейдерный посыл

Постфейдерный посыл (сигнал снимается после фейдера канала) используется для эффектов, сохраняя пропорции между сигналом, подаваемым на прибор обработки звука, и уровнем канала. Это обычная схема подключения эффекта, так как в противном случае при изменении уровня канала количество эффекта оставалось бы прежним, а для того, чтобы выровнять положение, пришлось бы манипулировать одновременно двумя ручками.

Многие микшеры позволяют подключать аих как до, так и после фейдера с помощью специального переключателя или внутренними переключками. Это дает возможность гибко изменять конфигурацию пульта в зависимости от конкретной ситуации.

Обычно префейдерные аих снимаются после эквалайзера и до раз-



рывов*. Каждый из подходов имеет свои преимущества и недостатки. Если префейдерный аих берется до эквалайзера, то музыкант не слышит производимого им улучшения или ухудшения звука. Постфейдерный посыл обычно располагается за разрывами, что позволяет передавать на аих сигнал, уже обработанный внешними приборами, скоммутированными с ними.

Коммутация

Предоставляемые возможности коммутации меняются от пульта к пульта. Естественно, конечная цель - доставить сигнал на основной стереовыход для его последующего усиления, так что в самом простом варианте достаточно направлять сигналы непосредственно на стереошину.

В некоторых пультах есть кнопка *here to double*, аналогичная мьюту канала, однако, необходимо быть осторожным, так как только истинный мьют подавляет сигнал, поступающий на аих и мониторинговую шину. В случае его отсутствия лучше воспользоваться переключателем выбора входа *mic/line***.

Группы

Если пульт используется в сложной системе, то вы несомненно оцените преимущество работы с группами. В записывающих пультах группы используются для управления уровнем сигнала по каждому из треков. В пультах усиления группы обычно направляются непосредственно на стереошину. В других консолях (подобных записывающим), прежде чем направить сигнал на стереошину, осуществляется управление мониторингом уровнем и панорамой, что дает возможность управлять панорамой каждой группы независимо от установок стереошины. В некоторых случаях группы полезны в качестве источника сигнала для какой-нибудь подсистемы (например, для усилителей, озвучивающих определенную часть зала).

Наиболее часто группы используются как подгруппы, направляемые на главный микс. Уровень канала, входящего в группу, в конечном итоге определяется положением фейдера группы. Таким образом, можно легко и просто регулировать баланс отдельных частей общего микса. Например, нескольких бэк-вокалистов можно объединить в одну подгруппу и управлять их уровнем одним или двумя (для стереофонии) фейдерами. Это избавляет от необходимости суетливо перебирать руками, передвигая фейдеры по каждому из каналов при изменении уровня бэк-вокала в общем миксе.

Заметим, что в некоторых супербольших консолях группы могут располагаться в центре, хотя обычно они располагаются в правой части пульта. Это облегчает доступ к управлению наиболее часто используемой части пульта.

Разрывы групп

Еще один аргумент в пользу применения подгрупп - разрывы, в которые можно подключить дополнительные внешние эффекты (такие как

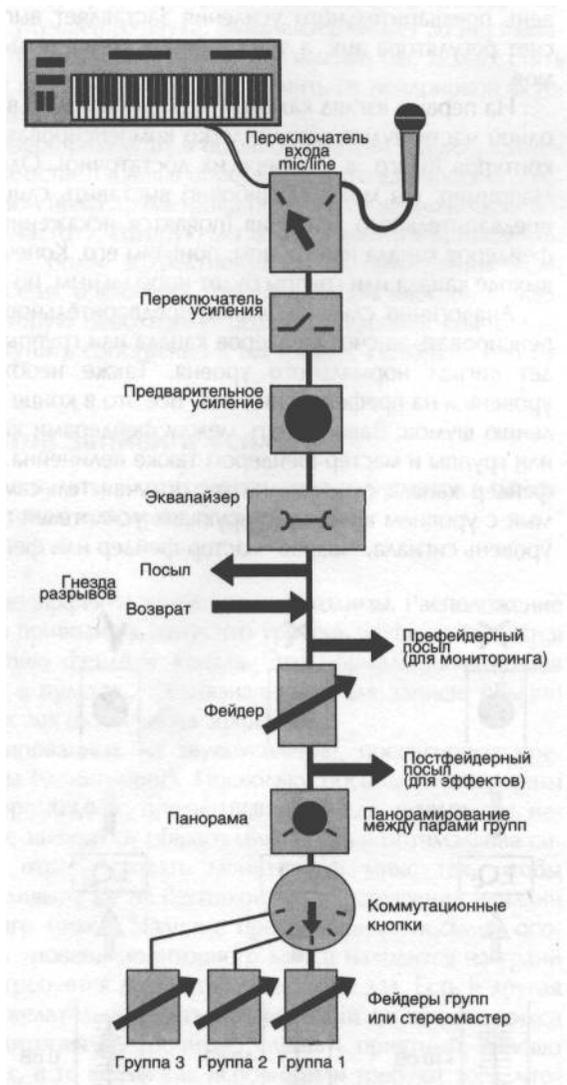
* В ряде пультов разрыв стоит до эквалайзера, например, в некоторых моделях Mackie и Allen & Heath. В любом случае перед работой следует досконально разобраться в структуре пульта, дабы избежать неожиданных сюрпризов во время концерта. - *Примеч. рел.*

** Что в принципе может сопровождаться щелчком. - *Примеч. рел.*

компрессор или эквалайзер). Таким образом, у вас появляется возможность обрабатывать одним эффектом все каналы, входящие в подгруппу, а не навешивать на каждый из них свой прибор. Согласитесь, это очень удобно.

Использование групп в качестве посылов на эффекты

Можно использовать групповой выход в качестве сигнала на дополнительный эффект, но при подобной коммутации мы не можем управлять уровнем сигнала по каждому из каналов, не изменяя общего баланса системы звукоусиления.



Структура усиления

Многие люди легкомысленно полагают, что пульт только смешивает звуки "в кучу", хотя на самом деле его функции много богаче, а влияние

на качество звука переоценить невозможно.

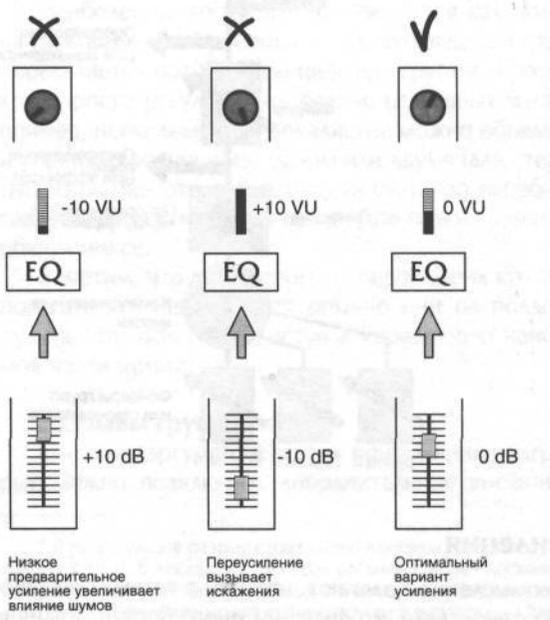
С помощью предварительного усиления мы не только устанавливаем оптимальный уровень сигнала, но и влияем на характер звука. Регулировка усиления зачастую влияет и на сопротивление контуров, вызывая тем самым изменение частотной характеристики сигнала, так как большинство электронных контуров не имеют идеальной линейной зависимости от уровня входного сигнала, что на разном усилении придает звуку характерную окраску.

Например, предварительное усиление определяет уровень входного сигнала для эквалайзера. Затем сигнал поступает на внешнее оборудование (эффекты или мониторинг) через аих. Недостаточно высокий уровень предварительного усиления заставляет выправлять положение за счет регулятора аих, а это сопровождается подъемом посторонних шумов.

На первый взгляд кажется, что неправильно выставленный уровень в одной части пульта можно легко компенсировать за счет последующих контуров (благо, в микшере их достаточно). Однако это вовсе не так. Например, мы можем ошибочно выставить слишком большой уровень предварительного усиления (появятся искажения) и затем, с помощью фейдеров канала или группы, понизим его. Конечно, уровень сигнала на выходе канала или группы будет нормальным, но искажения останутся.

Аналогично слишком малое предварительное усиление можно компенсировать за счет фейдеров канала или группы, так что на выходе будет сигнал нормального уровня. Также необходимо будет поднять уровень и на префейдерных аих. Все это в конце концов приведет к усилению шумов. Зависимость между фейдерами канала и группы, канала или группы и мастер-фейдером также нелинейна. Мы можем установить фейдер канала слишком низко, получая тем самым сигнал, сопоставимый с уровнем шума суммирующих усилителей пульта, а затем поднять уровень сигнала, "задрать" мастер-фейдер или фейдер группы. На выходе

Один правильный и два неправильных варианта усиления входного сигнала. Уровень выхода один и тот же для всех трех случаев.



мы получим сигнал нормального уровня, но и уровень шума будет выше, чем он мог бы быть на самом деле.

На микшерах обычно помечаются оптимальные положения фейдеров. Используйте кнопку Solo при регулировке уровня входного сигнала для микшера. Далее дело за тем, чтобы перемещая фейдеры, оптимизировать уровни для достижения желаемого звука. Например, некоторые эффекты звучат лучше при повышенном уровне сигнала, а для других в этом нет необходимости. Ну как, вам теперь нравится звук?

Регулировка настраиваемого эквалайзера

Эквализация, вероятно, предоставляет самые радикальные возможности по изменению и улучшению звука. Эквалайзер может до неузнаваемости изменить звук инструмента, так что размытый бас может стать четким, электрогитару невозможно будет отличить от нейлоновой акустики, а пианино превратится в клавишник.

В обычном эквалайзере результат в большой степени предопределен разработчиками, и нам остается лишь определить интенсивность его использования. С наличием полупараметрика появляется возможность более точно настраивать частоту, которую мы хотим усилить или подавить.

Подавление частот - более эффективный метод применения эквалайзера по сравнению с их усилением. Для того, чтобы настроить эквалайзер на частоту, которую необходимо подавить, удобнее сначала ее усилить, а затем приступить собственно к настройке. Поверьте, это будет проще и легче.

Различие пультов записи и усиления

Звукозаписывающие пульты и консоли усиления отличаются в основном по типам аух и методам использования подгрупп.

Аух

При записи внешние эффекты жизненно необходимы. Расположение посыла после фейдера приводит к тому, что уровень эффекта меняется пропорционально уровню фейдера канала. Это нормальная ситуация для эффекта, поэтому в пультах, предназначенных для записи, обычно больше постфейдерных аух (посылов на эффекты).

В пультах, ориентированных на звукоусиление, превалируют префейдерные аух посылы (мониторинг). Поскольку посылы расположены до фейдера, то мониторный микс, предназначенный для музыкантов, находящихся на сцене, не зависит от общего микса. Это - оптимальная ситуация, позволяющая отрегулировать мониторный микс так, чтобы музыканты были счастливы, а вы не беспокоились о нарушении идиллии регулировкой основного микса. Наличие префейдерных посылов особенно критично, когда уровень мониторного микса находится на грани самовозбуждения, но требуется добавить мощности в зал. Есть и другая причина, по которой желательно иметь независимый от общего микса мониторный микс. Аудитория предпочитает слышать приятный, хорошо сбалансированный звук, в то время как исполнители требуют того, чтобы было слышно именно их и ритмическую основу (бас и ударные), а не детали и нюансы композиции. Например, партия клавишных может сбивать и раздражать солиста, в то время как аудитория будет поражена необыкновенной гармонией голоса и синтезатора.

Однако следует помнить и о том, что существуют ситуации, в которых следует изменять баланс не только основного, но и мониторингового микса, например, во время сольных партий гитариста (ведь он тоже должен ошутить всю прелесть своего исполнения) или при самовозбуждении (скажем, когда исполнитель слишком сильно приблизился к колонкам). Самовозбуждение чаще всего возникает в мониторинговом миксе, а следовательно, нужно крутить ручки аух, а не хвататься за фейдеры главного выхода. И еще - нельзя забывать, что мониторы работают во время пауз, поэтому шумы от различных переключений аппаратуры или ударов по микрофону будут усиливаться мониторинговыми усилителями. Особую осторожность необходимо проявлять в случаях, когда на мониторы подается сигнал с магнитофона.

Группы

Для управления уровнем по каждому из треков многодорожечного магнитофона при записи используются группы. В случае систем звукоусиления группы можно использовать для управления различными усилителями/колонками, озвучивающими различные части зала.

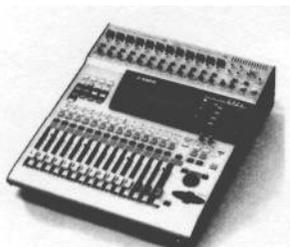
Однако чаще всего группы используются в качестве подгрупп. Это означает, что любой канал пульта можно включить в группу. Далее групповой выход может посылаться на главный стереовыход к усилителям. Каждая группа может управлять несколькими инструментами одновременно, например бэк-вокалом, ритмической основой или клавишными, избавляя звукорежиссера от необходимости манипулировать большим количеством фейдеров одновременно.

То же самое можно сделать и на записывающем пульте, установив переключатель *tapе/group* в положение *group* и, используя кнопку *monitor mix level* (уровень мониторингового микса), отправить сигнал на стереошину. В пультах, предназначенных специально для усиления, эти переключатели и кнопки могут отсутствовать, поскольку сигнал посылается на стереошину автоматически.

Мониторные пульта

Существует еще одна разновидность пультов, предназначенных для усиления, - мониторные микшеры. Они работают отдельно от основной консоли и служат исключительно для управления сценическими мониторами.

Мониторные консоли представляют собой пульта узкой специализации с множеством аух. Восемь аух (для таких микшеров это стандарт) позволяют организовывать различные мониторинговые миксы практически каждому исполнителю. За мониторным пультом должен сидеть специальный звукоинженер, которому необходим зрительный контакт с артистами и которого, в принципе, не должен волновать звук в зале. По этой причине звукоинженер, отвечающий за мониторинг, располагается где-нибудь на сцене, внимательно следя за поведением музыкантов и подаваемыми ими знаками.



Микшерный пульт Oliv фирмы Уатини обеспечивает 24 входных канала, специальная функция Link позволяет объединить 2 пульта вместе для 48-канального цифрового микширования.
Представляет фирма Слами: тел.: 924-0031

Микширование - искусство

создания "живого" звука

Введение

Микширование звука на "живом" концерте - это искусство без права на ошибку. Мы рассмотрим основные вопросы и методы работы в этой области, включая субмикширование, создание групп и мьютирование, а также психологические аспекты "живого" звука и маленькие хитрости, упрощающие жизнь звукоинженера.

Установка

Расставьте все оборудование по своим местам. Если корпуса приборов имеют метки, соответствующие их положению, то это значительно облегчит расположение оборудования по залу и на сцене, особенно в тех случаях, когда вы работаете с неквалифицированными помощниками. В идеале основная консоль должна располагаться в центре зала.

Скоммутируйте все кабели. Начинать надо с силовых, затем идут кабели колонок, за ними - микрофонные шнуры и в последнюю очередь - кабели приборов обработки. Для снижения уровня наведенного шума (фона) старайтесь размещать аудиокабели как можно дальше от силовых проводок и от проводов, ведущих к системам освещения, или по крайней мере располагайте их под углом 90° в месте пересечения. Кабели, по которым проходят сигналы высокого уровня, не должны складываться кольцами, поскольку это приведет к образованию своеобразных катушек индуктивности и их нагреву.

Старайтесь располагать сценические коммутаторы и все кабели сверху, чтобы их никто не пинал. Кабели, проложенные по полу, необходимо соответствующим образом защитить. Вы в ответе за безопасность системы и здоровье людей, так что примите все необходимые меры предосторожности, даже если вам кажется, что кабель нельзя не заметить. Неплохо обозначить отдельные части кабеля белым или флюоресцентным покрытием, чтобы они были заметны в темноте.

Включайте питание, начиная с наиболее близких к пульту приборов. Усилители необходимо включать в самую последнюю очередь, предварительно установив минимальный уровень выхода, чтобы избежать щелчков.

Запустите на магнитофоне известную вам запись, поднимите фейдер канала, мастер-фейдер и, наконец, немного поднимите уровень усилителя. Удостоверьтесь в нормальной работе усилителя, в исправности всех динамиков, отсутствии гудения и свиста, а также в том, что через систему не проходит постоянный ток. Только после этого можно поднять



POWER-Q - рабочая станция фирмы Sabine, 20-бит AD/DA. POWER-Q - двуканальный прибор. Каждый канал имеет 12 ФВХ фильтров для подавления АСС, 1/3-октавный эквалайзер (граница +/-15 дВ, ширина от 0,5 до 1 октавы), 31-полосный RTA, компрессор/лимитер (время атаки - от 1 мс до 100 мс, время восстановления - от 0,05 с до 5 с, экспандер/гейт, цифровую линию задержки (до 83,2 мс), генератор белого и розового шума. Представляет компания А4: тел.: (095) 362-7590, 273-4081 E-mail: a4moscow@online.ru

уровни кроссовера и усилителя до рабочего значения.

Проверьте работу микрофонов. Логичное расположение микрофонов на пульте (барабаны - рядом, вокальные - в соответствии с положением на сцене слева направо) поможет легче ориентироваться в каналах. Для начала проверьте - "дышит" ли микрофон, вводя его в режим солирования и прослушивая окружающий шум. Если у вас есть помощник, то он может помочь идентифицировать каждый микрофон, но если вы следовали логике расположения микрофонов на сцене и на пульте, то можете сделать это сами.

Проверьте работу мониторов, тоже начиная с минимального уровня. Самый простой способ проверки - запустить через них какую-нибудь запись. Далее можно приступать к регулировке эквалайзеров основной и мониторной систем.

Система эквализации

Если используется система многополосного усиления, то для начала необходимо установить точки разделения частот, а затем - уровень по каждой полосе. Независимо от того, используете вы систему многополосного усиления или нет, следует начинать со среднего уровня для конкретного помещения.

Затем надо отрегулировать общую эквализацию выхода, используя для этого 1/3 октавный 31-полосный графический эквалайзер (или пультовой эквалайзер, если это все, чем вы располагаете). Система эквализации должна решать две основные задачи: обеспечивать достаточно высокий уровень без самовозбуждения, а также устранять спектральные недостатки системы и выдавать желаемый тональный баланс.

Есть несколько методов решить проблему общей эквализации.

Метод 1

Это очень "жесткий" тест, поскольку микрофоны не будут находиться в таких плохих условиях, как в процессе настройки. Данный метод может привести к излишней эквализации, зато он очень быстр.

Установите микрофон в центре зала (на расстоянии по крайней мере вдвое большем, чем расстояние между колонками) на высоте динамиков таким образом, чтобы обеспечить сбалансированный звук ото всех колонок. Постепенно поднимайте уровень до тех пор, пока не возникнет самовозбуждение. Затем эмпирическим путем определите частоту возбуждения (для этого поочередно выводите в минимум фейдеры на все* полосах эквалайзера) и подавите ее до исчезновения самовозбуждения. Далее поднимайте уровень до тех пор, пока система опять не самовозбудится. Если она возбуждается на той же частоте - приберите ее снова. Повторяйте процесс, подавляя несколько частот самовозбуждения, однако особенно не увлекайтесь, поскольку излишняя эквализация пагубно сказывается на качестве звука. Этот метод можно распространить и на мониторы.

Метод 2

Возьмите вокальный микрофон и с помощью традиционного "один два, три" добейтесь максимальной ясности и четкости звука. При регулировке тонального баланса обращайтесь особое внимание на звенящие и трубящие звуки.

Метод 3

Поставьте хорошо знакомую вам запись и на слух отрегулируйте эквалайзер.

Метод 4

Установите микрофон аналогично первому методу и увеличивайте уровень до момента возбуждения. Затем, отключив сигнал кнопкой mute, подключите генератор розового шума и попытайтесь, насколько это возможно, убрать эквалайзером выбросы на анализаторе спектра.

Метод 5

Используйте микрофон для устойчивого снятия сигнала розового шума и установите графическим эквалайзером ровную линию на анализаторе спектра. Этот метод малоприменим к реальной действительности. Фактически регулировка эквалайзера по ровному розовому шуму дает сигнал, имеющий частотную характеристику с облегченными низами и тяжелыми верхами. К этому методу следует относиться как к предварительному, производя окончательную настройку на слух. Кроме всего прочего, зал будет наполнен (хотелось бы верить) людьми, а не анализаторами спектра*.

Контрольное тестирование звука (sound check)

И наконец, вам необходимо провести заключительную проверку звука с музыкантами. Процесс тестирования звука не должен выходить из-под вашего контроля и использоваться для репетиций. Как только проверка будет закончена, исполнители могут репетировать сколько душе угодно.

Если во время тестирования звука вы неожиданно столкнулись с какой-нибудь проблемой, то обойдите ее и вернитесь к ней позже - стоит сохранять поступательное развитие процесса, иначе все это надоеет музыкантам и они будут работать с ленцой.

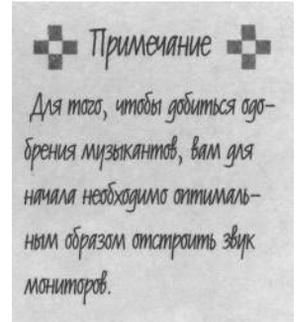
Можно быстро выставить предварительное усиление, используя кнопку Solo, и определить начальные установки эквалайзера. Смысл состоит в том, чтобы сделать что-нибудь быстро, насколько это возможно, а затем улучшить это во время репетиций.

Начинать проверку звука следует с тестирования каждого инструмента в отдельности, чтобы иметь возможность хорошо выставить эквалайзер и проверить качество и уровень входного сигнала. Затем необходимо проверить их вместе, подкорректировав установки эквалайзера и установив баланс между инструментами. При регулировке баланса сначала следует сконцентрировать свое внимание на самом громком источнике звука - вероятно, это будет вокал**, что позволит выравнять уровни остальных инструментов по отношению к нему, а не выбирать полностью запас по громкости, задирая все фейдеры до упора.

Далее наступает черед ударных, поскольку они являются основой большинства композиций. Затем необходимо отстроить бас и другие ин-

* В приводимом автором методе есть еще два неприятных момента. Во-первых, передвинув микрофон на 3-4 метра после настройки по анализатору, вы обнаружите, что все придется начинать сначала, то есть окончательную подстройку следует производить на слух с обходом всего зала. Во-вторых, мощность излучения розового шума должна быть минимальной, так как твиттеры могут не вынести длительной работы на номинальном уровне из-за перегрева катушки. - *Примеч. ред.*

** Как правило, гитаристы напористо оспаривают подобное утверждение. - *Примеч. ред.*



Sabine REAL-Q2 – адаптивный эквалайзер в реальном времени предназначен для автоматической поддержки заданной частотной характеристики системы звукоусиления. REAL-Q2 – аналоговый цифровой прибор (20-бит AD/DA), каждый канал имеет: компрессор/лимитер, цифровую линию задержки (до 0,05 сек, шаг 20 мкс), 1/3-октавный эквалайзер (глубина регулировки +/-15 дБ, ширина от 0,5 до 1 октавы, 19 пресетов памяти). Представляет компания А4: тел.: (095) 362-7590, 273-4081 E-mail: a4moscow@online.ru

струменты, составляющие ритмическую основу группы, потом - заняться оставшимися инструментами (клавиши, духовые и так далее).

Субмикширование и группы

Техника субмикширования облегчает процесс создания общего микса. Заранее разбивая источники звука на различные секции, вы уменьшаете количество фейдеров, необходимых для управления звуком системы. Субмикширование может проводиться извне, например, с субмикшера клавишника, или при помощи подгрупп на основном пульте.

Громкость

Громкость субъективно воспринимается на слух как разница между звуками различных уровней. Если человек находится долгое время под воздействием звука повышенной громкости, то постепенно его ухо адаптируется к сигналу высокой мощности, и через некоторое время он воспринимает его как нормальный. Таким образом, чтобы добиться большего эффекта, необходимо достаточно длительное время сохранять звук малой громкости перед кульминацией.

Кроме очевидного эффекта усиления выразительности композиции такой подход позволяет избежать звуков, воспроизведение которых находится на грани возможности системы звукоусиления и способствует получению более чистого общего микса, устраняя нежелательные шумы и искажения.

Спектральное микширование

В общем, качество конечного микса определяется на слух, однако за многие годы практической деятельности были разработаны основополагающие методы, которых следует придерживаться в работе. Концепция спектрального микширования предлагает располагать каждый звук в своем частотном диапазоне таким образом, чтобы границы диапазонов не пересекались. С помощью эквализации звуки разносятся по разным частотным диапазонам, что устраняет конкуренцию звуков в борьбе за энергию в рамках одной частотной полосы.