

А.НИСБЕТТ

ЗВУКО: Я СТУДИЯ

**техника
и методы
использо: .**

ALEC NISBETT

**THE TECHNIQUE
OF THE SOUND
STUDIO**

**For Radio,
Television
and Film**



FOCAL PRESS
London and New York

А. НИСБЕТТ

ЗВУКОВАЯ СТУДИЯ

**техника
и методы
использования**

Перевод с английского
под редакцией Б. Г. Коллендера



МОСКВА «СВЯЗЬ» 1979

32.871
Н69
УДК 681.84.087.7

Нисбетт А.

Н69 Звуковая студия. Техника и методы использования: Пер. с англ./Под ред. Б. Г. Коллендера. — М.: Связь, 1979. — 464 с., ил.

В пер.: 2 р. 60 к.

В книге рассмотрены техника и методы использования звуковых студий в радиовещании, телевидении и кино. Приведены многочисленные сведения — от природы звука, принципа действия микрофонов и другого оборудования студий до приемов создания разнообразных звуковых эффектов радио- и телепостановок различного жанра.

В основу книги положен обширный опыт автора, много лет проработавшего в звуковых студиях Британской радиовещательной корпорации. Книга адресована, в первую очередь, звукорежиссерам, звукооператорам, редакторам и постановщикам радио- и телепередач. Она может быть полезна всем, кто занимается звукозаписью в студиях, формированием и передачей звуковых программ.

30403—170
Н **045(01)—79** **43—79**

2402030000

ББК 32.871

6Ф2.7

Переводчик: А. П. Алешкин

© Focal Press Limited, 1974.

© Перевод на русский язык, предисловие, сноски, словарь терминов.
Издательство «Связь», 1979 г.

ПРЕДИСЛОВИЕ К РУССКОМУ ИЗДАНИЮ

Предлагаемая вниманию читателей книга написана сотрудником Британской радиовещательной корпорации (Би-Би-Си) Алем Нисбеттом, много лет проработавшим в ее звуковых студиях, начиная от простого ассистента звукорежиссера, кончая ответственным за все радиопрограммы на английском языке, передаваемые на другие страны. Свой опыт и выработанные в практике Би-Би-Си приемы и методы работы он стремится передать звукорежиссерам и операторам, режиссерам и редакторам звуковых программ, сценаристам и радиожурналистам — всем тем, кто так или иначе связан с созданием передач в звуковых студиях.

Материал книги охватывает обширные сведения о технике звуковых студий. Природа звука и принципы его преобразования в электрический сигнал, расстановка микрофонов в студии и приемы обработки сигнала при записи различных жанров музыкальных и литературно-драматических произведений, оборудование студий — микшерные пульта, устройства коррекции сигнала, магнитофоны, ревербераторы — и многое, многое другое рассматривается в этой книге. Особое внимание уделяется подготовке и созданию звуковых программ, методам ведения радио- и телепередач, звукозаписи.

На протяжении почти всей книги автор обращается к звукорежиссеру и его работе. И это понятно, звукорежиссер — центральная фигура в звуковой студии, а его работа определяет конечный продукт ее деятельности.

Главная задача звукорежиссера состоит в том, чтобы с помощью имеющихся технических средств передать слушателю искусство исполнителя и ощущение окружающей это исполнение обстановки. Он должен создать в месте прослушивания передачи звуковую картину, которая во всей своей полноте и во всем многообразии донесет до слушателя творчество автора произведения, исполнителей и самого звукорежиссера. Такая звуковая картина подчас является не просто уменьшенной «радиокопией» живого исполнения какого-то произведения в концертном зале или на сцене театра, а результатом сложнейшей радиофонической работы, которую можно осуществить, только привлекая богатый технический арсенал звуковых студий. Положительный эффект непосредственно связан с художественным вкусом звукорежиссера, с его способностью правильно прочесть музыкальную партитуру

или литературный сценарий, с его умением работать с исполнителями и техническим персоналом студий.

Другая, не менее важная сторона звукорежиссерского искусства заключается в использовании возможностей техники. Именно техника позволяет создавать и передавать слушателю звуковую картину и, вместе с тем, накладывает существенные ограничения на передаваемый звуковой сигнал и его запись. Любая звуковая программа должна создаваться, обрабатываться и передаваться так, чтобы уложиться в «прокрустово ложе» звукового канала. Это одна из основных проблем звукорежиссерской работы: передать, несмотря на ограничения техники, произведение искусства звука, созданное с ее же помощью.

Данная книга как раз и посвящена вопросу владения техникой. А. Нисбетт показывает, каковы ее возможности и ограничения и как нужно учитывать их. Он неоднократно подчеркивает: техника — это средство и надо уметь пользоваться им.

Книга написана, выражаясь кратко, звукорежиссером для звукорежиссеров, а ее содержание является, прежде всего, изложением знаний автора и его опыта. Поэтому, отнесясь к ней с должным вниманием, не следует все принимать безоговорочно — скорее, наоборот, необходимо критически подходить к излагаемому материалу, выделяя полезное, творчески перенося его опыт в наши условия. Так, например, автор чрезмерно увлекается использованием ленточного микрофона, приписывая ему богатые технические возможности. В наших условиях микрофон этого типа не нашел широкого применения. Весьма осторожно следует принимать рекомендации по расстановке микрофонов в студии для получения речевого и музыкального баланса, большинство этих советов пригодно лишь частично и только после предварительного опробования. То же самое относится и к звуковым эффектам (гл. 8). Вряд ли советский читатель глубоко заинтересуется так называемой «конкретной музыкой» (гл. 12), однако методы и приемы обработки звукового сигнала, используемые при ее создании, несомненно полезны для расширения возможностей техники и безусловно привлекут внимание звукорежиссеров.

В предисловиях к разным изданиям своей книги А. Нисбетт указывает как на достоинство ее нетехнический язык, позволяющий, по его мнению, сделать книгу доступной для широкого круга редакционных работников радио и телевидения, не имеющих специального технического образования. Но обращаясь свободно с техническими понятиями, исключив, как он пишет, «сухой язык техники», автор описывает многие физические явления (главным образом, в гл. 1) и технику упрощенно. Отдельные технические положения изложены не полно и не совсем точно, поэтому при подготовке русского издания редактором были сделаны, там где это было возможно, соответствующие примечания.

Книга снабжена обширным терминологическим словарем, который является неотъемлемой частью изложения, так как многие

понятия и термины, недостаточно разъясненные в основном тексте, более точно определены в словаре. Вместе с тем, при подготовке русского издания книги, учитывая неадекватность английских понятий и терминов нашим, этот словарь был переработан на основе принятой в СССР терминологии. В нем были сделаны также уточнения отдельных положений книги, поэтому, на наш взгляд, он может представлять самостоятельную ценность при изучении звукорежиссерской техники.

Читая эту книгу, неискушенный читатель увидит, как сложна и многообразна работа в звуковых студиях, какова технология создания звуковых программ вообще и в частности на Би-Би-Си. Специалисты найдут в ней много ценных советов и рекомендаций к лучшему осуществлению своих замыслов.

Редактор

ПРЕДИСЛОВИЕ К ТРЕТЬЕМУ ИЗДАНИЮ

Принципы, которыми обычно руководствуются при звукозаписи, довольно постоянны, однако аппаратура и ее возможности изменяются с каждым годом. Поэтому эта книга, впервые выпущенная в 1962 г., переработана, чтобы учесть изменения, происшедшие в области звукозаписи за истекший период.

Усовершенствование оборудования усложняет его описание. Но это противоречит первоначальному замыслу автора: все объяснять просто, языком, понятным людям творческих профессий, которые участвуют в создании программ. Изложение книги должно быть таким, чтобы оно было одинаково ясным и исполнителям, писателям, артистам и тем, кто обслуживает технику. Анализ деятельности людей этих групп показывает, что это возможно.

Для тех, кто использует эту книгу как учебное пособие, очевидно, было бы нежелательно вносить большие структурные изменения в программу обучения в соответствии с ее новым изданием. По этой причине расположение материала в книге по возможности оставлено таким же, как во втором издании, хотя его содержание несколько изменено.

Методика изложения материала сохраняется неизменной с первого издания книги и состоит в том, что общим принципам уделено большее внимание, хотя иногда более подробно объясняют-ся и отдельные вопросы.

По-прежнему первостепенное значение придается субъективной оценке и слуховому восприятию профессионалов. Поэтому в данной книге техника и методы использования звуковых студий рассматриваются с той точки зрения, как организационные или технические операции сказываются на качестве звука.

Алек Нисбетт

«У нас также есть Дома Звука, где мы упражняемся в получении всевозможных звуков и их сочетаний. Мы знаем гармонии, которые вам неизвестны; они построены на четвертях тонов с едва заметными переходами от одной ноты к другой. Музыкальные инструменты не похожи на ваши, и звучат они гораздо мелодичнее; слушать, как они играют вместе с колокольцами, — утонченное наслаждение. Звуки слабые мы представляем как величественные и глубокие, а громкие звуки ослабляем и придаем им остроту. Мы создаем иные созвучия и трели, которые сами по себе совершенны. Мы можем имитировать звуки человеческой речи, голоса зверей и пенье птиц. У нас есть особые устройства, которые помогают уху слышать все это. Мы можем также создавать необыкновенное эхо, в котором голос отражается многократно и как бы повторяется неизменно, причем можно сделать и так, чтобы отраженный голос был или громче, чем истинный, или пронзительнее, или, наоборот, глуше. Есть даже возможность создать человеческий голос, составляя его из искусственных звуков. Мы можем передавать звук по особым трубам на удивительно большие расстояния.»

Из «Новой Атлантиды» Фрэнсиса Бэкона
1624 г.

ГЛАВА ПЕРВАЯ

НЕКОТОРЫЕ СВЕДЕНИЯ О ЗВУКЕ

Многие читатели этой книги, вероятно, имеют представление о том, что такое звук. Другие знают о нем мало, да и возможно не хотят знать, поскольку их интересует исключительно его использование. «Для того чтобы рисовать, надо ли знать, как производятся краски?» — говорят они.

Такие читатели могут пропустить эту главу и приступить к изучению следующих, посвященных применению различной аппаратуры и методам звукозаписи, к практическим задачам и их решениям, что, собственно, и является главной темой книги.

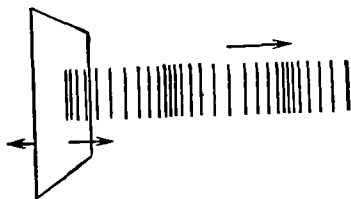
Читатель, не имеющий технического образования, вряд ли встретит при чтении непреодолимые трудности, хотя иногда ему придется обращаться к словарю терминов, приведенному в конце книги. Впрочем, часто этого не требуется, так как смысл новых понятий ясен из контекста.

Данная глава введена, во-первых, для полноты охвата темы, а, во-вторых, для тех, кто хотел бы упорядочить свои познания о звуке. Здесь дается краткое введение в физику звука и приводятся основные законы стереофонии.

Природа звука

Звук, по сути, — простое явление, которое вызывается вибрацией тел. Допустим, что тонкая деревянная доска вибрирует, тогда она воздействует на находящиеся рядом с ней частицы воздуха и заставляет их колебаться. Если такие колебания происходят десятки и даже десятки тысяч раз в секунду, то подвергающийся их воздействию воздух обнаруживает упругость, которая не проявляется при меньшем числе колебаний в секунду.

Сделаем, например, движение рукой туда и обратно за одну секунду — с воздухом при этом не произойдет ничего особенного, кроме того, что его частицы сместятся в пространстве. Но если бы нам удалось махать рукой сто раз в секунду, то с воздухом произошло бы совсем другое: «у него не было



Звуковая волна. Колеблющаяся поверхность создает в воздухе волны сжатия и разрежения.

бы времени» освобождать путь движущейся руке. Воздух стал бы сжиматься, когда рука двигалась вперед, и разрежаться, когда она возвращалась.

Благодаря упругости в процессе таких колебаний при движении поверхности тела вперед каждая частица воздуха толкает находящуюся впереди частицу, та — следующую и т. д., тем самым создается волна сжатия. При обратном движении поверхности тела сжатие сменяется разрежением, за которым опять следует сжатие, и т. д. Упругая среда передает волны сжатия и разрежения от одного своего участка к другому со скоростью, зависящей от материала среды. Эта скорость определяется не просто материалом, а его плотностью, т. е. тем, насколько близко расположены друг к другу его атомы и молекулы¹. В случае, который мы рассматриваем, распространение звука в воздухе — скорость — зависит еще и от его температуры. В нормальных условиях скорость звука приблизительно равна 340 м/с.

Скорость звука в воздухе совершенно не зависит от числа колебаний поверхности тела. Мы рассматривали вибрацию при 100 колебаниях в секунду, но с равным успехом их могло быть 20 или 20 000. Число полных колебаний, образующихся в 1 с, называется частотой и измеряется в периодах в секунду. Один период в секунду называется герц (Гц).

Возвращаясь к примеру с рукой, движущейся туда и обратно с частотой 100 Гц, отметим, что такой источник звука несовершенен, так как часть воздуха при движении руки будет обтекать ее сбоку. Чтобы предотвратить это явление, характерное для текучих, подобно воздуху, веществ, источник звука должен быть по своим размерам гораздо большим. Например, источник, имеющий размер деки фортепиано, был бы более эффективен, поскольку потери на ее краях невелики. Если же вибратор размером с руку колеблется очень быстро, то воздух также не успевает растекаться по сторонам. Следовательно, для очень высоких частот даже малые поверхности могут являться эффективными излучателями звука.

В действительности звуки порождаются источниками всевозможных форм и размеров, колеблющихся по очень сложным законам, и сами становятся сложными. Кроме того, звуковые волны усложняются своими отражениями от различных поверхностей. Все это, пожалуй, вносит существенный корректив в наше первоначальное утверждение, что звук — простое явление.

Рассмотрим одну-единственную частицу воздуха в середине звукового поля. Многочисленные звуковые волны заставляют ее двигаться в разных направлениях и исполнять своеобразный «танец», отражающий характеристики звуков, распространяющихся в воздухе. Точность отображения должна быть высокой для того,

¹ Скорость звука зависит от плотности только в твердых и жидких средах. В газах плотность не оказывает влияния на эту скорость. (Здесь и далее прим. ред.).

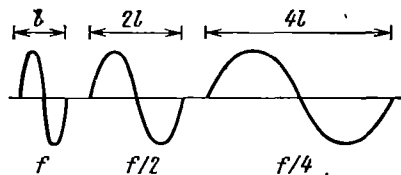
чтобы частица была в состоянии передать информацию о звуке следующим после нее частицам. Таким образом, все, что нам надо знать о звуке, сконцентрировано в движении одной частицы, хотя оно может быть и сложным. Однако важно определить усредненное движение, которое является весьма грубым по сравнению со случайными малейшими вибрациями и беспорядочными движениями отдельных частиц, происходящими вследствие различной силы соударения частиц в процессе продвижения волны давления.

Вопрос о движении частиц следует рассматривать в связи с работой барабанной перепонки человеческого уха, которая в результате эволюции достигла определенного совершенства. Ухо не реагирует на все движения частицы в различных направлениях, оно просто измеряет давление воздуха. Это приводит нас к мысли, что для изучения звука нужно устройство, которое измеряет давление с помощью мембраны, сравнимой по размеру с барабанной перепонкой. Такое устройство было бы хорошим приспособлением для описания всего, что нам надо знать о звуке.

Длина волны

В любой среде при определенных условиях волны давления распространяются с постоянной скоростью. Если нам известна частота звука, т. е. количество волн в секунду, то мы можем вычислить расстояние между соответствующими соседними точками распространяющихся волн. Это расстояние называется длиной волны.

Частота и длина волны. Скорость распространения волн в однородной среде определена, поэтому если длина волны λ увеличивается, то частота колебаний f — число полных изменений давления, проходящее через данную точку за 1 с, — пропорционально уменьшается.



Если скорость звука равна 340 м/с, а его частота — 340 Гц, то длина волны равна 1 м. Иногда удобнее рассуждать, используя понятие частоты, а иногда — длины волны¹. Вместе с тем скорость звука зависит от среднего давления воздуха, поэтому любое соотношение между длиной волны и частотой, не учитывающее этого, является приближенным. Впрочем, на практике, например при расчете толщины звукопоглотителя, необходимого для ослабления звука определенного диапазона частот, или для оценки

¹ Там, где рассматривается восприятие звука или его передача через электрические цепи, удобно пользоваться параметром звука — частотой. В звуковом поле, где воздушная волна взаимодействует с различными телами, их формой и размерами, огибая их, отражаясь или поглощаясь ими, целесообразнее использовать другой параметр — длину волны.

размера мембраны микрофона, при приеме звуков высокой частоты, такого приближенного соотношения вполне достаточно.

Музыкальным нотам соответствуют вполне определенные частоты и, следовательно, длины волн, а их диапазон для всех музыкальных звуков весьма широк. Например, верхняя октава фортепиано создает звуки, длина волны которых приблизительно равна 2 см. Эти звуки лежат на пороге слышимости человеческого слуха, а приведенная длина волны косвенно определяет размеры высококачественных микрофонов¹. Длины волн нижней части диапазона приблизительно равны 10 м. Дека фортепиано может генерировать эти звуки, хотя не столь эффективно, как значительно большие по размеру органные трубы нижнего регистра.

Отметим также, что связь звуковых колебаний с размерами источника звука, которые мало изменяются с температурой, не означает постоянства их частоты, так как последняя зависит от скорости звука, растущей с повышением температуры², и если при этом струны скрипки можно подстроить, то вибрирующий столб воздуха в большинстве духовых инструментов подстроить нельзя. Так, например, у флейты высота звука увеличивается на полтона при повышении температуры на 15°C.

Волны и фаза

Рассматривая, как и ранее, одночастотный тон, можем найти несколько других параметров звуковой волны.

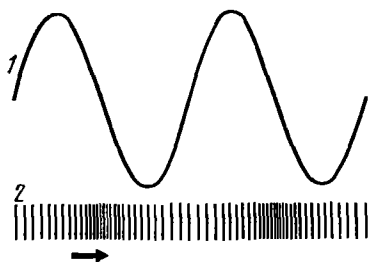
Определим скорость частицы, от которой зависит степень ее подвижности. Скорость пропорциональна давлению, поэтому закономерности изменения давления и скорости аналогичны. Мало того, там, где одна закономерность имеет подъем, другая также имеет подъем, где давление равно нулю, там и скорость равна нулю. В этом случае говорят, что колебания давления и скорости находятся в фазе.

Другой характеристикой является градиент давления, показывающий степень изменения давления вдоль волны. Так как градиент зависит от изменения давления, то формы их колебаний совпадают, однако там, где давление достигает максимума или минимума, градиент равен нулю. Поэтому одно колебание относительно другого смещено на четверть периода, т. е. находится не в фазе.

¹ Микрофон, внесенный в звуковое поле, естественно, не должен его нарушать. Это возможно, когда его размеры намного меньше длины распространяющихся волн. Напротив, когда размеры микрофона становятся соизмеримыми с длиной волны, картина поля резко изменяется. Аналогично волны на воде огибают предметы, соизмеримые и не соизмеримые с длиной волны. Высококачественный микрофон должен мало изменять поле и воспринимать все колебания, существующие в нем.

² Здесь автор не разъясняет тот факт, что в духовых инструментах звуковые колебания возникают в воздушной полости инструмента, а их частота зависит от размеров полости и скорости истечения воздушных масс из нее.

Есть еще одна характеристика с подобной волновой зависимостью — смещение частицы. На рисунке показано, как далеко частица воздуха смещается в ту или другую сторону от положения равновесия. (Подобную волновую картину можно наблюдать на поверхности воды.) Смещение частицы пропорционально градиенту давления и поэтому находится с ним в фазе. Смещение непосредственно связано с амплитудой колебаний.

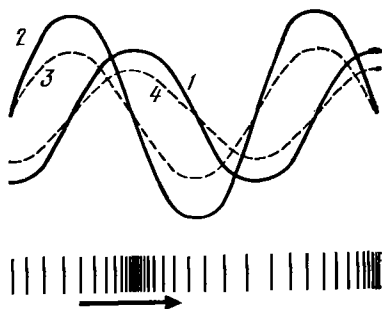


Волны. Для наглядности волны давления изображаются графически в виде поперечных волн. Кривая 1 показывает смещение частиц воздуха относительно среднего положения. На самом деле частицы воздуха движутся вперед и назад вдоль направления распространения звуковой волны, что изображается диаграммой 2.

Рассмотренные понятия используются при знакомстве с микрофонами. Например, по принципу действия они являются или скоростными, или амплитудными. Это означает, что электрический сигнал на выходе микрофона в первом случае будет пропорционален скорости движения его диафрагмы, а во втором — амплитуде ее колебаний¹. К скоростным относятся микрофоны электродинамического и ленточного типов, к амплитудным — конденсаторного, пьезокристаллического и угольного типов. Для звукооператора различия по принципу действия не имеют особого значения, поскольку среди обеих категорий есть как высококачественные микрофоны, так и посредственные. Эти различия упомянуты нами лишь для того, чтобы вы знали, о чем идет речь, когда данные о них найдете в каталогах или справочниках. Однако для разработчиков микрофонов они крайне важны.

Гораздо чаще можно услышать о другой классификации микрофонов — микрофонах давления и градиента давления, — поскольку такое деление приводит к важным различиям в их применении (см. гл. 5).

Фаза сигнала на выходе микрофона зависит от его принципа действия и, очевидно, не всегда такая же, как у звука, воздействующего на ухо. Но так как слух практически невосприимчив к фазе, то в подав-



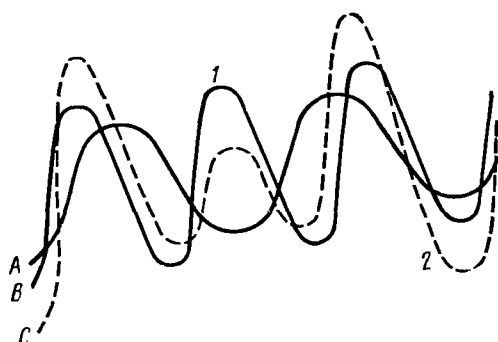
Волновые зависимости: 1 — волна давления; 2 — волна смещения частиц; 3 — волна градиента давления; 4 — волна скорости частицы.

¹ Здесь затрагиваются вопросы, не относящиеся непосредственно к рассматриваемым звуковым колебаниям. В частности, принцип преобразования колебаний диафрагмы микрофона в электрические колебания прямо не связан с параметрами звуковой волны.

ляющем большинстве случаев фаза сигнала на выходе микрофона не существенна, а микрофоны разных видов могут взаимозаменяться.

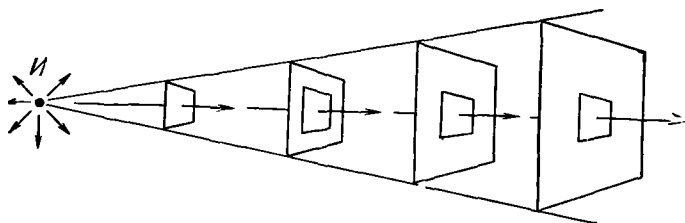
Проблема, которая могла бы все-таки возникнуть из-за фазы, связана со смешиванием одинаковых по форме, но различных по фазе сигналов. Так, когда фазы одинаковых синусоидальных сигналов противоположны, их сумма равна нулю. Обычно же на практике звуковые сигналы имеют настолько сложные и отличающиеся формы (даже в одной студии), что микрофоны различных типов могут быть использованы совместно без какой-либо опасности влияния различия в фазах.

Нечто аналогичное происходит и со звуковыми волнами в воздухе. Если несколько сигналов действует на частицу воздуха одновременно, то все ее перемещения суммируются, поскольку одна



Суммарное звуковое давление. В каждой точке пространства звуковое давление представляет собой сумму давлений всех волн, проходящих через эту точку. Результатом сложения простых волн *A* и *B* будет кривая *C*. В точке *1* происходит частичная компенсация, а в точке *2* — увеличение давления. Очевидно, что форма результирующей кривой более сложная, чем исходных колебаний.

и та же частица в каждый момент может находиться лишь в одном месте пространства. Если несколько волн накладывается одна на другую, частица воздуха совершает сложный путь, который представляет собой результат сложения волн. Это сложение не всегда способствует повышению давления. В точках, где фазы волн противоположны, происходит частичная (а если сигналы равны — то и полная) компенсация сигналов.



Интенсивность звука — это энергия, проходящая через единичную поверхность в 1 с. Мощность источника определяется энергией, которую он излучает во всех направлениях за единицу времени.

Энергия колебаний

Энергия источника сигнала зависит от амплитуды колебаний: чем шире размах, тем больше энергии отдает источник. Интенсивность звука в каком-либо месте пространства измеряется по акустической энергии, проходящей через единичную поверхность за одну секунду. Для того чтобы преобразовать энергию источника звука в акустическую энергию в воздухе, необходимо обеспечить соответствующую связь источника с воздушной средой, так, чтобы его собственные колебания по возможности вызывали максимальные колебания воздуха.

Небольшие или тонкие по сравнению с длиной волны объекты, например камертон или струны скрипки, передают воздуху слишком малую часть энергии своих колебаний, так как воздух свободно обтекает края ножек камертона или струны. Если камертон ударить и свободно подвесить, то он будет тихо вибрировать продолжительное время. Однако если его основание укрепить на деревянной панели, то панель начнет колебаться с частотой камертона и эти колебания передадутся воздуху. Амплитуда колебаний камертона постепенно будет уменьшаться, так как их энергия теряется в воздухе.

Если собственная частота колебаний панели почти та же, что и у камертона, то энергия, передаваемая панели, излучается вследствие резонанса гораздо больше. Впрочем, закрепленная деревянная панель не имеет отчетливо выраженных частот, на которых она резонирует: если ударить по ней, то нельзя будет услышать какие-либо музыкальные звуки. Вместо них получится глухой звук, хотя иногда может показаться, что раздается какое-то музыкальное звучание.

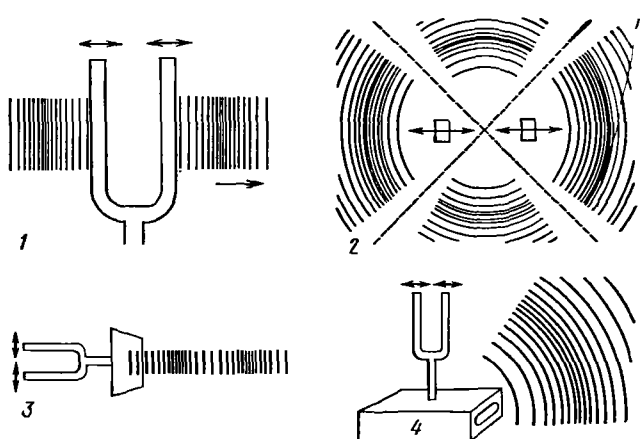
Дека скрипки сделана неодинаковой толщины и сложна по форме, для того чтобы все звуки имели равную силу и ни одна нота не выделялась среди других. Возбужденная смычком струна непосредственно отдает воздуху очень мало своей энергии, но ее колебания передаются через кобылку на дека скрипки, которая и излучает основную энергию.

Следует заметить, что излучающие панели могут быть значительно меньше по размеру не только струн инструментов, но и длин волн, которые они создают. Тем не менее, панели возбуждаются на довольно низких звуках. Чтобы объяснить это обстоятельство, рассмотрим еще несколько характеристик музыкальных звуков и инструментов.

Обертоны, гармоники и форманты

Обертоны — это дополнительные, более высокие, чем основной тон, частоты, которые возникают одновременно с ним, например при колебаниях струны или воздуха в органной трубе, и придают источнику звука характерное звучание — тембр.

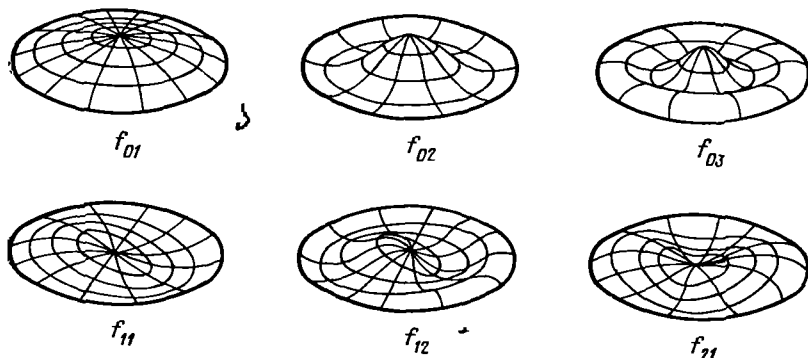
При производстве некоторых музыкальных инструментов, например колоколов, известную трудность представляет достижение такого звучания, при котором его обертоны находились бы между собой в гармоническом соответствии (часто самая низкая нота



Камертон:

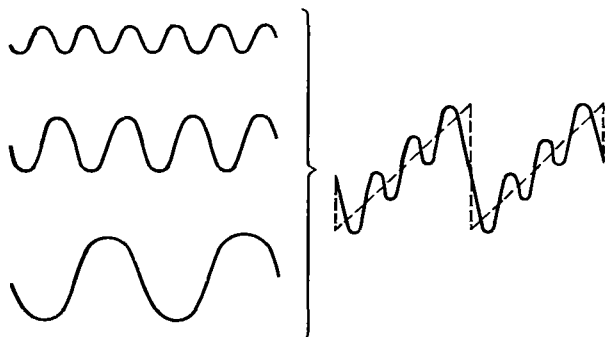
1 и 2 — каждая ножка колеблется с определенной собственной частотой, но излучаемый звук слаб; 3 — если установить камертон на деревянную панель, то колебания будут передаваться воздуху более эффективно, звук усилится; 4 — если вместо панели использовать ящик с собственной частотой резонанса, равной частоте камертона, то звук станет очень громким.

колокола даже не является основным тоном). У других инструментов, например барабана, основной тон очень мощный, а обертоны придают ему сочность, хотя и не находятся с ним в гармоническом соответствии. Цимбалы и треугольники имеют большое богатство тонов и весьма хорошо звучат практически с любыми инструментами.



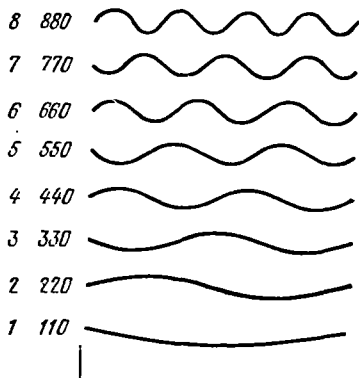
Колебания перепонки барабана. Индексы относятся к числу радиальных и окружных узлов воли, распространяющихся по перепонке (всегда имеется окружной узел, поскольку перепонка на краях закреплена). Обертоны гармонически не связаны. Если $f_{01} = 100$ Гц, то другие колебания имеют следующие частоты: $f_{02} = 230$ Гц, $f_{03} = 360$ Гц, $f_{11} = 159$ Гц, $f_{12} = 292$ Гц, $f_{21} = 214$ Гц.

Что касается струнных инструментов, то все обертоны, возникающие при колебании струны, кратны самой низкой частоте, являющейся основной и определяющей высоту тона¹. Если провести смычком по середине струны, то возникнут колебания основной частоты и нечетных гармоник, поскольку здесь находятся их пучности. Четные гармоники будут отсутствовать, так как для их существования нужно, чтобы в середине струны был узел².



Колебания сложной формы. Для получения колебания сложной формы можно суммировать чистые тоны. В данном случае к основному тону добавляются первые два обертона (вторая и третья гармоники). Если сложить некоторую последовательность высших гармоник, то в результате может получиться так называемое пилообразное колебание.

Если струна возбуждается ближе к концу, то возникает большое количество как четных, так и нечетных гармоник. При возбуждении струны в точке, соответствующей одной седьмой ее длины, седьмая гармоника в звуке отсутствует. По этой причине такая точка является наиболее подходящей для возбуждения

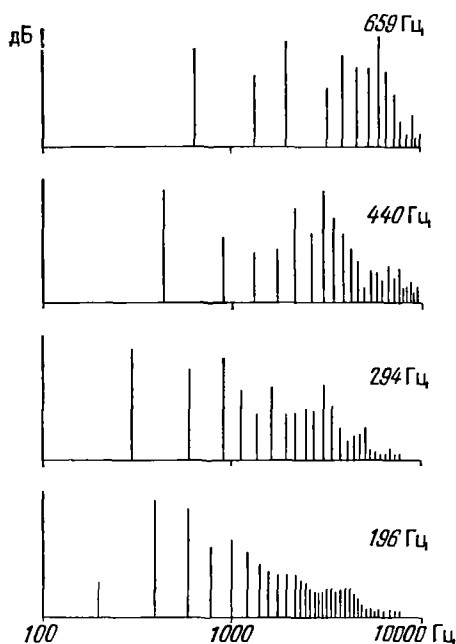


Первые восемь гармоник колеблющейся струны. Основной тон — первая гармоника, первый оберто́н — вторая гармоника и т. д. Все гармоники, кроме седьмой, соответствуют определенным нотам. Если скрипач ведет смычок по струне в точке, находящейся на $1/7$ длины струны, то диссонанса не будет, поскольку седьмая гармоника не возбуждается. Другой диссонирующий тон — одиннадцатая гармоника, но он возникает, если смычок ведется в том месте струны, где возбуждаются и другие тоны, поэтому он менее заметен.

¹ Частота основных колебаний струны обратно пропорциональна ее длине и зависит от натяжения, толщины и материала, из которого она сделана

² Существует правило Юнга: 1) если возбуждать колебания струны в какой-либо точке, то возникнет пучность и не может образоваться узел; 2) если в какой-либо точке струны создать торможение поперечного колебания, то в этом месте не может образоваться пучность, а возникнет узел.

струн смычком, так как седьмая гармоника — первая частота, которая музыкально не связана с остальными, в то время как шестая и восьмая гармоники составляют созвучие с остальными гармониками музыкального ряда. Наряду с ними возникают высшие гармоники, которые существенно обогащают звучание струнного инструмента.



Линейчатый спектр гармонических колебаний струн скрипки. Резонатор скрипки усиливает гармоники в широком диапазоне, но усилить основной тон в достаточной мере он не в состоянии из-за малого размера. Обратите внимание на разницу спектров низкочастотных и высокочастотных струн: низко настроенная струна дает больше гармоник, чем настроенная более высоко.

Звучание скрипки, альты, виолончели или контрабаса определяется также и качеством резонатора. Очевидно, что форма и размер резонатора добавляют к струнному тембру свои собственные форманты. Они очень важны и очевидно, что в музыке форманты — достоинство, однако в звуковой технике появление призвуков рассматривается как недостаток и объясняется неравномерной частотной характеристикой устройства.

Качество музыкальных инструментов зависит и от других факторов, которые могут быть связаны с методами извлечения звука (вождение смычком, дутьё, дергание, постукивание и т. д.) или с самим звуком, например, тем, как он начинается (атака звука) или как меняется его громкость в процессе звучания ноты.

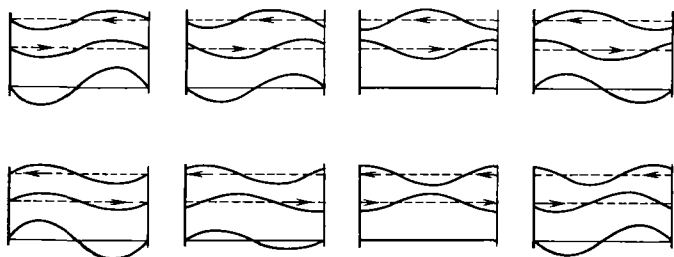
Воздушный резонанс

Воздух может иметь объемный резонанс, весьма похожий на резонанс скрипичной струны, с той только разницей, что последняя совершает поперечные колебания, а колебания воздуха, состоящие из сжатий и разрежений, являются продольными.

В общем случае излучаемый звук движется в воздухе, образуя бегущие волны. Однако когда бегущая волна, падая под прямым углом на какую-либо поверхность, отражается и распространяется в обратном направлении, то образуется стоячая волна. На практике волна отражается лишь частично, поэтому результат представляет собой смесь бегущих и стоячих волн.

Эти стоячие, или стационарные, волны могут быть изображены графически в виде поперечной волны (см. рисунок на с. 19). В уз-

лах (например, у твердых параллельных стен, если резонанс возникает в комнате) нет движения воздушных частиц. В пучности (в точке, расположенной на равных расстояниях от стен) проис-



Стоячая волна образуется из двух бегущих волн, распространяющихся в противоположных направлениях.

ходит наибольшее перемещение воздуха, колеблющегося вдоль рассматриваемого направления. В колебании могут присутствовать и гармоники.

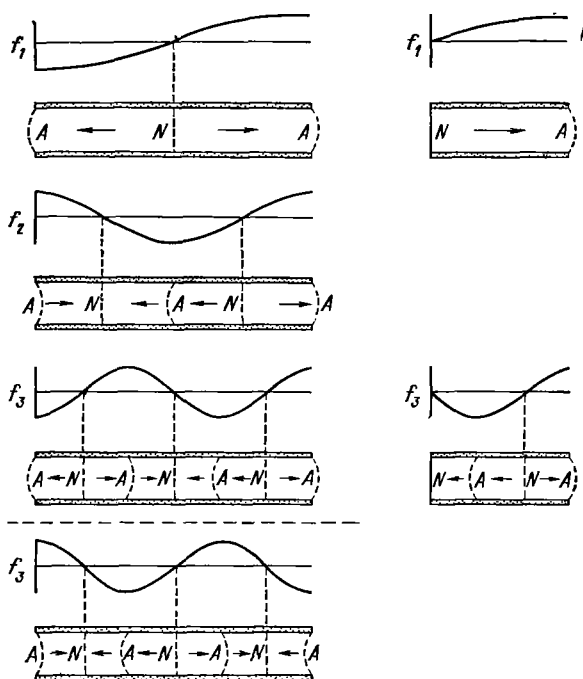
Можно заставить резонировать воздух и в узкой, например органной, трубе. Она закрыта с двух сторон, и внутри нее происходят отражения. При этом возникают основное колебание с длиной волны, вдвое большей, чем длина трубы, и его гармоники.

Если труба открыта с одного конца, колебания все равно возбуждаются. Но когда труба узка по сравнению с длиной волны, звук будет излучаться в открытое пространство слабо. Колебания происходят следующим образом: волна давления отражается от открытого конца трубы как разрежение, а от закрытого — как сжатие. По сравнению с закрытой с двух сторон трубой образующееся основное колебание имеет длину волны в четыре раза больше длины трубы и нечетные гармоники. Тембр звука поэтому будет значительно отличаться от тембра звука открытой органной трубы.

Возбуждение звуковых волн во всех духовых инструментах происходит аналогично, причем длина колеблющегося столба воздуха может изменяться плавно, как в тромбоне, или скачкообразно, как в трубе и валторне. Во флейте, кларнете и саксофоне изменение длины столба достигается открыванием и закрыванием отверстий, расположенных вдоль корпуса инструмента. Форманты меняются в зависимости от формы инструмента и раскрытия трубы, хотя он практически мало влияет на многие звуки.

Рассмотрим также резонанс в почти полностью закрытом объеме, сообщающемся с окружающей средой только через очень небольшое отверстие. Такое устройство называется резонатором Гельмгольца. В нем создается звук одного определенного тона. Такой звук можно услышать, если сильно подуть над горлышком пустой бутылки. В скрипке резонанс такого вида лежит иногда внутри рабочего диапазона частот и может быть причиной так

называемого «волчьего тона». Для уменьшения его влияния скрипач, когда берет ноту, соответствующую частоте этого резонанса, ведет смычок очень осторожно.



Колебания воздушного столба. Слева: если труба открыта, длина волны основного тона f_1 вдвое больше длины трубы. В ее середине будет узел волны N , на концах трубы — пучности A . Вторая и третья гармоники кратны основному тону: $f_2=2f_1$; $f_3=3f_1$ и т. д. Слева внизу: та же третья гармоника через полпериода. Частицы воздуха в местах пучностей двигаются теперь в противоположном направлении, в узле воздух остается неподвижным. Справа: труба, закрытая с одного конца. Длина волны основного тона в четыре раза больше длины трубы. Первый оберток в данном случае — третья гармоника; в звуке, исходящем из закрытой трубы, содержатся только нечетные гармоники: f , $3f$, $5f$ и т. д. И при открытой и при закрытой трубе большая часть звуковой энергии колебаний с длинами волн, намного больших диаметра трубы, отражается от открытого конца.

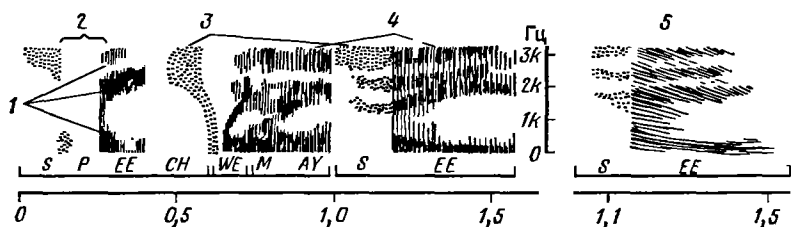
Возвращаясь к примеру с камертоном, заметим, что его звук можно значительно усилить, используя резонирующий ящик с соответственно выбранной частотой резонанса. Звук будет очень громким, однако для каждого камертона в этом случае необходим свой ящик.

Голос

Голосовой аппарат человека намного сложнее любого музыкального инструмента. Его сложность состоит не столько в применении голосовых связок для изменения высоты тона, сколько во влиянии полостей рта, носа и горла на формантные характеристики звука. Голосовой аппарат можно было бы сравнить с

удивительной скрипкой, снабженной пятью резонаторами, размеры которых непрерывно меняются, а один (эквивалентный полости рта) — настолько сильно, что полностью меняется характер звука.

Формантные характеристики, основанные на резонансе в полости рта, окрашивают гласные звуки и оказывают решающее влияние на звучание голоса. Шипящие звуки и различные паузы совместно с форматными резонансами делают речь разборчивой. Так, шепот, при котором голосовые связки не работают, может быть очень отчетливым и понятным. Например, шепот актера на сцене вполне доходчив, несмотря на недостаточную громкость.



Звуки речи и форманты:

1 — диапазон частот; 2 — пауза перед произнесением согласного звука; 3 — глухой звук; 4 — звонкий звук. Форманты возникают вследствие резонансов в полостях носа, рта и гортани, они не связаны с основной частотой и гармониками; 5 — повтор звука «е» в других условиях (приведены спектрограммы английских слов: speech we may see).

Вибрации голосовых связок придают голосу громкость и позволяют человеку петь. Основная частота нормальной речи может меняться в пределах двенадцати тонов со средней частотой около 145 Гц для мужского голоса и 230 Гц — для женского¹. Поскольку формантная область изменяется мало, женский голос имеет меньшее число гармоник в областях сильного резонанса. Женский голос может быть низким, но его тембр будет беднее, чем у мужского голоса. Основной диапазон голоса составляет две октавы, хотя в некоторых случаях он может быть гораздо шире.

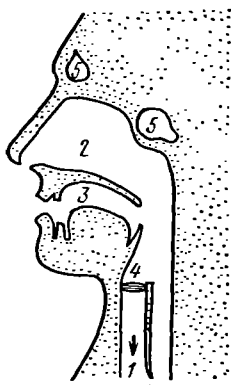
Ухо человека

Та часть уха, которая воспринимает звук, имеет спиралевидную форму и сужается к одному концу, подобно раковине улитки. Но на этом сходство с улиткой кончается, так как далее эта часть уха разделяется вдоль прохода на два канала, которые сообщаются только во внутреннем узком конце. Вся улитка запол-

¹ В литературе существуют другие данные основной частоты мужского и женского голоса. Однако гораздо важнее то, что звучание голоса определяется, прежде всего, формантными областями его частотного спектра, в котором сосредоточена основная часть энергии спектра. Наибольшее значение имеют первые две-три форманты, частоты которых лежат в пределах 300—800, 800—2500 и 2500—3000 Гц.

нена жидкостью, к которой колебания передаются через тонкую диафрагму, так называемое овальное окошко. Акустическое давление распространяется вдоль одной стороны перегородки между каналами и обратно вдоль другой, попадая на тонкую диафрагму, называемую круглым окошком. Вдоль всей перегородки расположены волоски, реагирующие на движение жидкости, в которой они находятся. Каждый волосок можно сравнить с резонатором,

возбуждаемым сигналом только одной частоты (или, точнее, очень узкой полосы частот). Эти волоски, следовательно, воспринимают звук не так, как частица воздуха — в виде непрерывного и сложного движения, а как резонаторы. Волоски расположены таким образом, что они почти в одинаковой степени реагируют на равные музыкальные интервалы в среднем диапазоне. Однако разделение в области очень низких частот происходит недостаточно хорошо, поэтому низкие тона трудно различаются.



Полости, участвующие в образовании человеческой речи:

1 — легкие; 2 — полость носа; 3 — рот — самая подвижная полость, участвующая в произнесении гласных звуков; 4 — зев (над голосовыми связками); 5 — глотка. Эти полости определяют характерные для голоса форманты, выделяя те или иные полосы частот.

Громкость звука

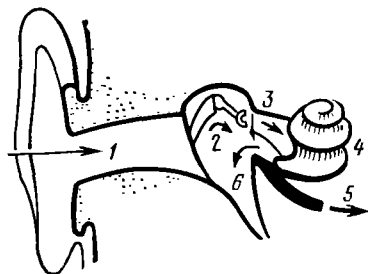
Звуковые волны, воздействуя на диафрагму уха, вызывают колебания волосков и возбуждение клеток. Чем больше амплитуда звуковых колебаний, тем сильнее ощущение громкости звука.

Возрастание громкости происходит не по линейному закону, пропорционально амплитуде колебаний, а по логарифмическому закону, поэтому для определения параметров звука применяют логарифмические шкалы, а при измерениях пользуются логарифмическими единицами — децибелами (дБ).

Эта единица происходит от другой единицы — бел, который равен десятикратному изменению интенсивности звука. Однако бел — единица крупная и поэтому неудобная, поэтому для измерений повсюду применяется ее десятая часть — децибел.

Отношение интенсивности 1,26:1 приближенно равно 1 дБ (если число 1,26 последовательно умножить 10 раз само на себя, то получится число 10). Один децибел — примерно та наименьшая разница в громкости звука, которую человеческое ухо в состоянии почувствовать. Полезно запомнить, что изменение громкости в 3 дБ равно отношению интенсивностей 2:1. Поэтому если мы берем два одинаковых источника звука, т. е. удваиваем мощность, то громкость увеличится на 3 дБ. Так, если к голосу певца присоединится еще один, равный по громкости, то уровень звука увеличится на 3 дБ, т. е. разница немного больше, чем минимально различимая ухом. Увеличение громкости еще на 3 дБ потребует вдвое увеличить число певцов и т. д. Получается,

что заметное для уха увеличение громкости звука потребует ... от 64 до 128 певцов, поющих одновременно. Очевидно, что увеличение громкости за счет численности певцов обходится дорого. Если



Ухо:

1 — звук, попадая во внешнее ухо, проходит через слуховой канал. Этот канал имеет собственный резонанс на частотах 3—6 кГц. В конце слухового канала находится барабанная перепонка, которая начинает колебаться под воздействием звука; 2 — колебания барабанной перепонки передаются в среднее ухо через три косточки. Они являются согласующим устройством, преобразующим акустическую энергию воздуха в форму, наиболее удобную для передачи через очень маленькие, наполненные жидкостью каналы внутреннего уха. В среднем ухе находится воздух, что позволяет барабанной перепонке свободно колебаться и не стесняет движение косточек. Давление воздуха с обеих сторон барабанной перепонки должно быть выровнено (через евстахиеву трубу, соединяющую ухо с носовой полостью), так как в противном случае перепонка не будет колебаться нужным образом; 3 — звук проводится во внутреннее ухо через мембрану, именуемую овальным окном; 4 — внутреннее ухо напоминает улитку, внутри которой находятся два канала, постепенно сужающиеся и сообщающиеся в конце. Расположенные в верхнем канале чувствительные волоски реагируют на воздействие определенных частот, в результате чего вырабатывается нервный импульс. Чем дальше в канале находится волосок, тем более низкие частоты его возбуждают; 5 — импульсы по четырем тысячам нервных окончаний передаются в мозг, где дешифруются; 6 — давление в улитке выравнивается с помощью еще одной мембраны — круглого окна.

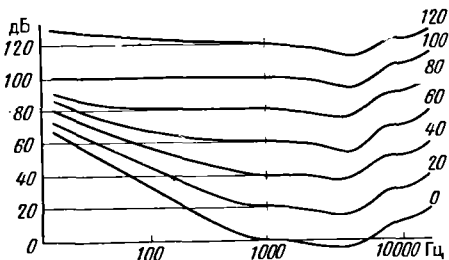
же громкость звука главное, что вас интересует, слушайте не певца, а органную трубу, тромбон, большой барабан и т. п.

Громкость и частотный диапазон

Слух неодинаково воспринимает различные звуки. И хотя для любых частот изменение громкости происходит примерно по логарифмическому закону, ухо гораздо чувствительнее к изменениям громкости в области средних и высоких частот диапазона¹.

Диапазон слышимых частот составляет 20—20 000 Гц для молодых людей; с годами он сокращается до 15 000—10 000 Гц. Чув-

Кривые равной громкости (кривые Флетчера—Мансона). По левой вертикальной оси отложены уровни интенсивности звука; справа — уровни громкости. На частоте 1 кГц они равны. Эти кривые являются усредненными, поэтому характеристики слуха конкретного человека могут, вообще говоря, существенно отличаться (хотя порог слышимости будет весьма близок к самой низкой кривой). Обратите внимание, что слух в меньшей степени способен различать разницу в громкости на низких частотах, кроме громкостей, близких к болевому порогу.



¹ Обратим внимание на то, что при одной и той же интенсивности звука мы его слышим по-разному в зависимости от частоты. В частности, чем громче звук, тем он звучит ярче именно потому, что восприятие низких и высоких частот улучшается.

ствительность слуха наиболее высока на частоте 1000 Гц и выше. Это происходит потому, что слуховой канал между ушной раковиной и барабанной перепонкой имеет широкий резонанс в диапазоне 2000—6000 Гц. Громкость и сила звука, как известно, — разные параметры, но для удобства считают их уровни на частоте 1000 Гц одинаковыми. Кривые, отражающие усредненные свойства человеческого слуха позволяют найти для каждой частоты громкость, измеряемую в особых единицах — фонах, или по измеренной силе звука определить эквивалентную громкость звука на частоте 1000 Гц.

При прослушивании шумовых сигналов закономерности восприятия звука остаются примерно теми же.

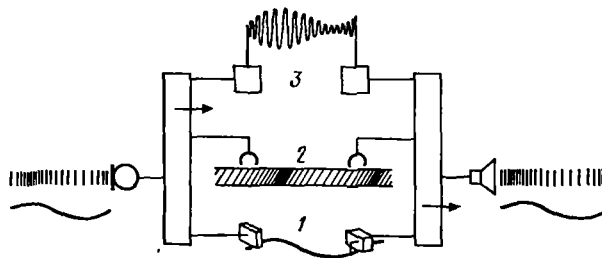
Это в равной степени относится как к электрическим, так и акустическим шумам. На практике некоторые микрофоны «шумят» в основном в области низких частот; если бы такие шумы были равномерно распределены по всему диапазону слышимых частот, то было бы значительно хуже, так как часть из них попадала в область повышенного восприятия.

Наименьшая сила звука, воспринимаемая ухом, называется порогом слышимости. Этот порог слышимости на частоте 1000 Гц удобно рассматривать как нулевую точку отсчета на шкале децибел, что соответствует акустическому давлению в $2 \cdot 10^{-5}$ Н/м². Верхняя граница слышимости лежит там, где звук начинает вызывать боль. Эта граница называется болевым порогом.

Слух и звукотехника

Звукотехнические устройства предназначены для передачи сигнала, воспринимаемого ухом человека. Поэтому любая объективная оценка работы звукотехнического устройства должна быть сопоставлена с субъективным восприятием сигналов, передаваемых этим устройством. Если в звучании обнаруживаются какие-то недостатки, то выясняют и исключают причину их появления. Следует только помнить, что есть причины, устранение которых ведет к значительному удорожанию аппаратуры, и тогда приходится удовлетворяться существующим качеством сигнала.

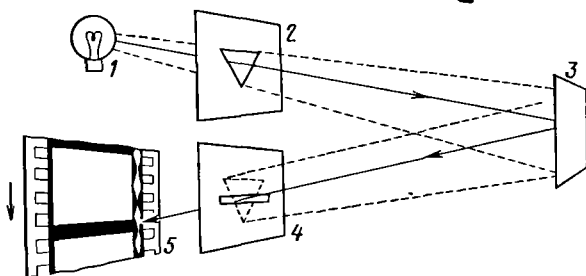
Стоит задать, например, такой вопрос: какой должна быть верхняя граница частотного диапазона той или иной аппаратуры? Кое-кто был бы рад пойти на большие затраты, лишь бы его ап-



В системах:
1 — грамзапись, 2 — магнитной записи, 3 — вещания с амплитудной модуляцией — используются аналогичные исходной звуковой волны.

паратура имела частотную характеристику до 20 кГц, утверждая, скорее всего ошибочно, что он хорошо слышит эту частоту. Однако для радиовещательных организаций такой диапазон слишком велик, да и для большинства людей вполне достаточно диапазона, ограниченного 15 кГц. Стараться превзойти этот диапазон было бы бессмысленно, поскольку удорожание аппаратуры происходит по тому же логарифмическому закону¹, что и восприятие звука, а расширение частотного диапазона от 10 до 20 кГц обходится наиболее дорого. Слух нечувствителен к искажениям определенного вида, поэтому их не следует устранять в аппаратуре. Так, уже было сказано, что ухо нечувствительно к фазе сигнала, следовательно, ее изменения в определенных пределах не имеют значения. Существуют, однако, искажения и помехи, к которым следует относиться критически.

Электрический сигнал может быть использован для намагничивания частиц окиси железа в движущейся магнитной ленте или для приведения в движение резца, который вычерчивает колебания на диске. Во всех случаях форма колебания должна быть точно такой, как у записываемого звука, но это не всегда так. Резец, например, почти в точности воспроизводит колебания, соответствующие средним частотам, а колебания, соответствующие низким частотам, зачастую преувеличены и занимают на диске слишком много места. В связи с этим их амплитуду приходится соответствующим образом корректировать. Напротив, высокие частоты вызывают такое колебание резца, что вычерченная им на диске канавка напоминает маленькую царапину, которая при воспроизведении создает только шум. Для устранения этого явления в устройство записи вводится специальная коррекция с тем, чтобы отношение сигнал/шум на высоких частотах было увеличено.



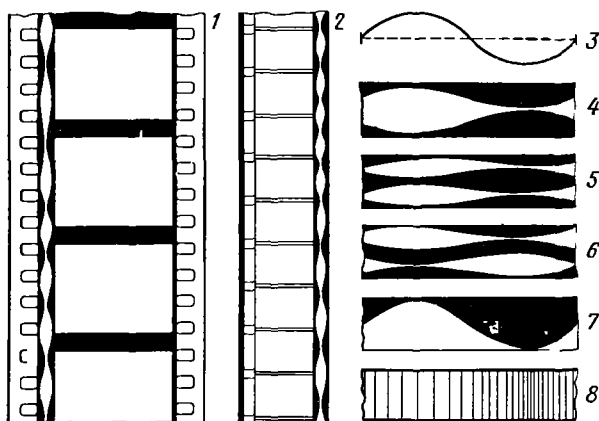
Фотографическая запись звука происходит следующим образом. Свет от лампы 1 проходит через клинообразное отверстие 2 и попадает на подвижное закрепленное зеркало 3. Отраженный от зеркала треугольный в сечении луч света попадает через щель 4 на движущуюся кинопленку 5. Зеркало прикреплено к рамке гальванометра, которая меняет свое положение в соответствии с измеряющейся интенсивностью звука. В зависимости от перемещения зеркала через щель 4 проецируются различные участки треугольного луча, вследствие чего ширина засветки на кинопленке будет изменяться. При отсутствии звука зеркало останавливается в положении, при котором через щель проходит минимум света, что уменьшает шум из-за загрязнения и царапин ленты.

¹ Автор, по-видимому, хотел оказать — экспоненциальному закону, по которому чем больше увеличивается какая-то величина (в данном случае полоса частот), тем в еще большей степени возрастает зависящая от нее другая величина (в данном случае — стоимость устройства).

Для магнитной записи также выбрана соответствующая коррекция характеристик записи и воспроизведения. К сожалению, европейские стандарты отличаются от американских и японских, поэтому при использовании зарубежной аппаратуры следует проверить, соответствуют ли ее характеристики нашим стандартам.

В кинематографе в настоящее время помимо магнитной записи широко используется фотографическая запись. Серьезным недостатком записи этого вида являются шумы, вызываемые царапинами ленты и ее загрязнением. Для борьбы с ними также применяется предварительная высокочастотная коррекция.

В радиовещании при передаче сигнала с амплитудной модуляцией никаких специальных мер в области высоких частот не предпринимается, так как из-за насыщенности эфира высокочастотные части спектров расположенных рядом станций перекрываются. Однако при вещании с частотной модуляцией на УКВ имеется возможность передать большой спектр частот без искажений, при этом вводится высокочастотная предварительная коррекция, обеспечивающая лучшее соотношение сигнал/шум.



Фотографическая звуковая дорожка:

1 — 35-миллиметровая лента; 2 — 16-миллиметровая лента; 3 — исходные звуковые колебания, запись которых показана на диаграммах 4—8; 4 — двусторонняя фонограмма переменной ширины; 5 — двусторонняя фонограмма переменной ширины; 6 — двухтактная дорожка (для воспроизведения требуется специальная головка); 7 — односторонняя дорожка; 8 — дорожка с переменной плотностью записи.

Главная проблема фотографической записи заключается в ее подверженности помехам из-за загрязнения и царапин ленты, поэтому при демонстрации старых фильмов по телевидению используется фильтр, ограничивающий спектр сигнала до 5 кГц.

Еще раз отметим, что в этой книге не рассматриваются инженерные аспекты оборудования для записи или передачи звуковой информации, кроме некоторых, описанных в гл. 13.

Стереофония

До сих пор изложение в равной степени касалось как монофонической, так и стереофонической передачи звука. Однако стереофоническое звучание характеризуется некоторыми особенностями.

Звуковая картина при стереофонии должна передавать слушателю действительную и живую атмосферу места, откуда идет передача. В частности, передавать как прямые звуки, идущие от источников, так и отраженные от стен студии, воспроизводя этим пространственную акустику зала.

Обычно такая звуковая картина воссоздается двумя громкоговорителями, к каждому из которых подведен отдельный сигнал. Сигнал, который прослушивается от одного громкоговорителя, несет информацию только одного направления. Если сигналы поступают из двух громкоговорителей, то при равенстве сигналов источник звука представляется расположенным в середине между этими громкоговорителями. Другие направления источников в звуковой картине воссоздаются различающимися между собой сигналами, подводимыми к громкоговорителям. Сигнал, поступающий к левому громкоговорителю, обычно обозначают буквой «А», сигнал к правому громкоговорителю — буквой «В».

Оба громкоговорителя должны работать одинаково. При подведении одного и того же сигнала они должны работать синфазно, т. е. их диффузоры должны перемещаться вперед и назад одновременно. Если же их движение будет противоположным друг другу, то произойдет совсем не то, что мы хотим: звучания левого и правого громкоговорителей резко разделятся, место источника, который должен был звучать из центра, станет неопределенным¹.

Следующим требованием является подбор идентичных громкоговорителей по мощности и частотной характеристике. Если один из громкоговорителей будет издавать более громкий звук, то центр звуковой картины сместится и она будет искажена. Когда разница громкостей громкоговорителей составит 20 дБ, центр звуковой картины сместится к одному из ее краёв. Для обычного слушателя точный подбор громкоговорителей по частотной характеристике не так критичен. В конечном итоге слушателям важно получить иллюзию объемного звучания.

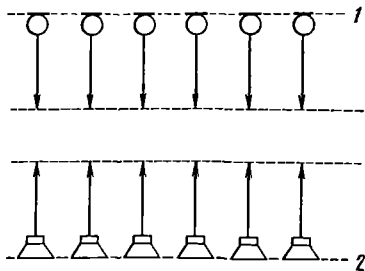
В студии операторы работают в стандартных условиях, находясь на центральной линии, проходящей между двумя высококачественными громкоговорителями, разнесенными на расстояние около 2,5 м.

При использовании стереоаппаратуры в домашних условиях рекомендуется устанавливать громкоговорители на расстоянии 2—3 м так, чтобы была возможность не всегда находиться на центральной линии. Если прослушивать стереозапись при расстоянии между громкоговорителями около 1 м, то на центральной линии некоторый стереоэффект будет сохраняться, однако меньший, чем при рекомендованных условиях. Кроме того, слушате-

¹ Описана работа громкоговорителей в противофазе. Такое включение громкоговорителей неправильно и легко устраняется изменением полярности подключения одного из громкоговорителей.

лю нельзя сколько-нибудь отклоняться от центральной линии, иначе стереоэффект будет утрачен совсем¹.

Для контроля стереопередачи не следует использовать головные телефоны, так как стереосистема с двумя громкоговорителями предполагает, что сигналы приходят к слушателю из точек, находящихся перед ним, а звуковая картина неподвижна. В стереотелефонах эти условия не выполняются.



Способ получения стереофонической звуковой картины. Давление звуковой волны во многих точках ее фронта 1 воспроизводится в соответствующих точках пространства 2. Основная проблема этого метода заключается в необходимости создания очень большого числа каналов, по которым сигналы каждого отдельного микрофона должны передаваться в помещение, где звук воспроизводится.

Теоретически стереофоническую звуковую картину можно было бы получить следующим образом. Фронт волны звука в студии должен был бы восприниматься большим числом микрофонов, а затем воспроизводится в комнате для прослушивания таким же множеством громкоговорителей, расположенных аналогично микрофонам. Этот способ требует большого количества микрофонов, громкоговорителей и соединительных линий, поэтому он

практически не применяется, хотя подобные системы и используют в стереокино.

Четырехканальная стереосистема дополняется двумя громкоговорителями, расположенными за спиной слушателя, напротив фронтальных громкоговорителей А и В. В первых записях по этой системе все четыре громкоговорителя питались прямым сигналом, однако это было неестественно для всех музыкальных произведений, за исключением некоторых, например квартета духовых инструментов в «Реквиеме» Берлиоза. Подлинная ценность четырехканальной стереофонии состоит в использовании непрямого звука, т. е. реверберируемого, который позволяет в малом помещении имитировать естественное звучание, свойственное большому. Для воспроизведения такими системами существуют наиболее подходящие музыкальные произведения, но практически вся музыка написана с расчетом расположения слушателя перед исполнителем, т. е. к нему должны приходиться в основном прямые звуки².

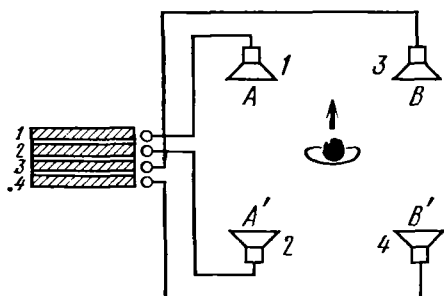
Восприятие стереофонии

Как происходит восприятие стереофонического звучания, еще не совсем ясно, так как оно связано с интерпретацией звуковой информации мозгом, которая, в свою очередь, зависит от опыта. Тем не менее, основные положения стереофонии понятны.

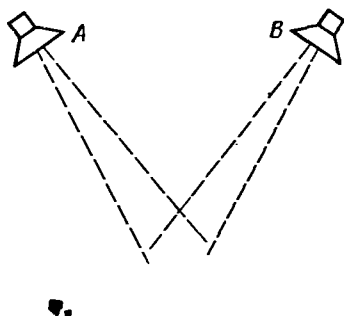
¹ См. словарь терминов — зона стереовосприятия.

² См. словарь терминов — квадraphония.

Прежде всего, очевидно, что сигнал, воспринимаемый двумя ушами, несет соответствующую информацию. Для сигналов источников, находящихся в стороне от оси симметрии головы, существует различие в длине пути до ушей человека, которая определяет разность фаз. На определенных частотах разность фаз может даже использоваться для измерения малых углов. Наиболее точно эти измерения производят на частотах около 500 Гц. Кроме того, голова создает экранирующий эффект на частотах около 700 Гц, что создает разницу амплитуд сигналов, приходящих с разных сторон.



Четырехканальная стереофония. На дорожках 1 и 3 записаны сигналы, питающие фронтальные A и B громкоговорители, а на 2 и 4 — тыльные громкоговорители. Такое расположение дорожек обеспечивает совместимость стереозаписей на бытовых магнитофонах.



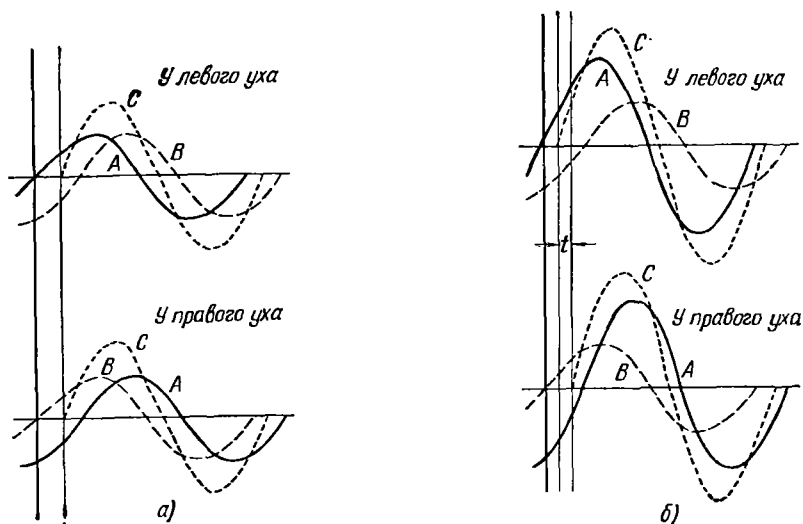
Воспроизведение звука двумя громкоговорителями. Кажущееся положение источника звука определяется разницей фаз между сигналами от громкоговорителей A и B , воспринимаемыми левым и правым ухом.

Два громкоговорителя дают возможность с помощью соответствующих сигналов достаточно хорошо имитировать положение источника звука в пространстве. Предположим сначала, что источник находится в центре звуковой картины, а слушатель — на центральной линии. Сигнал A достигнет левого уха немного раньше, чем сигнал B , и на средних и низких частотах эти два сигнала образуют комбинированный сигнал, который будет иметь некоторую среднюю фазу. В правое ухо первым попадает сигнал B , но комбинированный сигнал будет тем же самым. Мозг, сравнив эти два комбинированных сигнала, находит, что они одинаковы, и «помещает» источник звука в центр. Если амплитуда звука от одного громкоговорителя увеличивается, а от другого уменьшается, то сигналы комбинируются, как и в предыдущем случае, но результирующие сигналы будут отличаться по фазе, т. е. образуются сдвиг фаз, несущий в себе информацию о направлении¹.

Если слушатель смещается относительно центральной линии, то звуковая картина искажается, хотя в ней еще имеется информация о направлении на источник, которая может несколько отличаться от истинной.

¹ См. словарь терминов — стереофония и ее параметры.

Основной стереосигнал на Би-Би-Си получают почти во всех случаях методами, которые обеспечивают на громкоговорителях синфазные сигналы во всем частотном диапазоне; информация о



Стерефония с двумя громкоговорителями:

a — сигналы от громкоговорителей *A* и *B* равны. Сигнал *B* проходит более длинный путь до левого уха, чем сигнал *A*. К правому уху более длинный путь у сигнала *A*. Однако суммарный сигнал *C* у обоих ушей одинаков: кажущееся положение источника — в центре; *б* — сигнал *A* увеличен. Вследствие этого суммарный сигнал *C* в левом ухе достигнет максимума несколько раньше, чем в правом. Поэтому между двумя сигналами *C* будет небольшая задержка *t*, т. е. они будут отличаться по фазе, что воспринимается как смещение источника влево от центра.

В обоих случаях (*a* и *б*) предполагается, что слушатель находится на центральной линии, проходящей через середину расстояния между громкоговорителями *A* и *B* и обращен к ним лицом. Если он повернет голову, то это вызовет изменение разницы фаз сигнала у его ушей, но положение источников в звуковой картине практически не изменится. Если слушатель сместится в сторону от центральной линии, то положение источников в звуковой картине изменится, однако взаимное их положение останется прежним.

направленности при этом дается исключительно разницей в амплитудах сигнала, создаваемой методом так называемых совмещенных микрофонов. Эти микрофоны, дающие сигналы *A* и *B*, обычно размещены один над другим и направлены так, что микрофон *A* воспринимает в основном звук слева, а микрофон *B* — справа. Оба микрофона воспринимают одинаковые сигналы с центрального направления, находящегося в середине между осями их характеристик направленности. Этот метод теоретически прост и хорошо себя зарекомен-



Стерефонический микрофон. Рекомендуемый в этой книге метод стерефонической записи предполагает использование совмещенной стереопары: два направленных микрофона, расположенных или очень близко один к другому 1, или же конструктивно объединенных в одном корпусе 2. Как правило, везде применяется второе обозначение стереопары, хотя микрофонные капсулы не всегда располагаются под углом 90° .

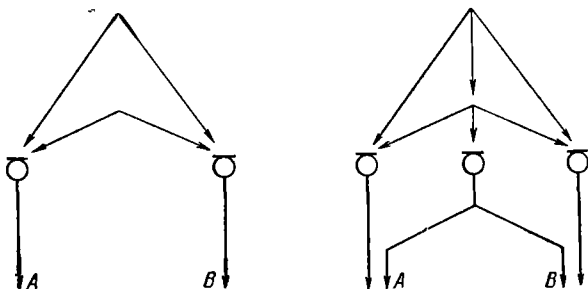
довал на практике¹. Стереофонические программы Би-Би-Си получили высокую оценку, и советы, данные в этой книге, основаны на опыте работы Би-Би-Си.

Громкоговорители в четырехканальной системе, расположенные сзади, используются только для воссоздания реверберации, и из-за необходимого для этого эффекта задержки во времени они ничего не добавляют к информации о положении источников звука. Но для создания специальных эффектов изменением сигналов каждой пары громкоговорителей есть широкие возможности. Пользоваться ими, однако, надо весьма осторожно, поскольку неумеренным стремлением к эффектам можно свести на нет художественную окраску звучания.

Разнесенные микрофоны

Другой широко используемый способ получения звукового стереосигнала основан на применении разнесенных микрофонов. Его возникновение, вероятно, связано с идеей воспроизведения звука в комнате прослушивания в таких же двух точках, в каких микрофоны при записи находились в студии. Однако читателю не стоит рекомендовать этот способ, поскольку такая система слишком сложна. Но в чем действительно стоит разобраться, так это в том, что происходит в точке, где сидит слушатель.

Поскольку микрофон *A* расположен ближе к левой стороне, то его сигнал от левых источников по амплитуде больше, чем этот же сигнал в микрофоне *B*. Кроме того, сигналы от источников, находящихся в стороне от центра, попадают в микрофон с разностью фаз по отношению друг к другу. Эта разность фаз тем больше,



Пространственная стереопара. *Слева*: метод, использовавшийся на заре стереофонии. Для источников звука, находящихся вдоль центральной линии расстояние до переднего края звуковой картины больше, чем для источников на одной линии с микрофонами. И чем источник дальше, тем сильнее этот эффект сказывается. Это явление называется «дырка в середине». *Справа*: третий микрофон, установленный в центре, снижает влияние этого эффекта. Некоторые компании, выпускающие грампластинки, до настоящего времени используют этот метод, но на Би-Би-Си от него отказались в пользу метода с совмещенными микрофонами (*A* и *B* — левый и правый стереосигналы).

¹ у нас такая система получила название «ХУ», в отличие от системы АВ, при которой микрофоны не совмещены, а, напротив, разнесены в пространстве (см. далее и словарь терминов).

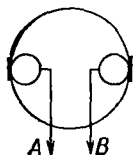
чем дальше источник от центра, и непостоянна по частотному диапазону. Не вдаваясь в подробности, скажем, что такие сигналы несут в себе достаточно большую информацию о направлении, а наш мозг в состоянии выделить ее. Таким образом, разнесенные микрофоны могут быть использованы для стереоприема звука и успешно применяются многими компаниями, производящими грампластинки.

Основным критерием оценки любого применяемого метода является хорошее звучание. Было установлено, что при использовании пары разнесенных микрофонов звучание не достаточно хорошее: в центре звуковой картины возникает «дыра». Источники звука, расположенные в центре, оказывались намного дальше, чем источники на краях¹. Для устранения этого недостатка используют еще один микрофон — в центре, выходной сигнал которого делится между каналами *A* и *B*.

Теоретически трудно обосновать применение этого метода; единственное, что остается, — считать его искусством и исследовать. Результаты таких экспериментов представляют для компаний звукозаписи большую ценность и редко становятся известными посторонним. Метод же записи с совмещенными микрофонами дает лучшие результаты и широко известен.

Метод искусственной головы

Для записи применяется голова манекена с двумя микрофонами, установленными на место ушей. Аналогия ясна, однако менее очевидно, что это дает для стереофонии. По-видимому, здесь присутствует некоторый пространственный эффект, особенно на высоких частотах, так как настоящая голова способна различать сигналы. Однако на практике не отмечено каких-либо преимуществ этого метода.



Метод искусственной головы, в котором используются два встроенных в имеющую размер головы болванку из твердого звукоизолирующего материала, применялся в первые годы существования стереофонии, но его использование с системой из двух громкоговорителей не оправдало себя. Он сохранился только при использовании пары микрофонов, разнесенных на расстояние между ушами человека, хотя это и не обязательно.

Во Франции этот метод еще применяется, но там используют просто два направленных микрофона, разнесенных на 17 см. Поэтому фазовые искажения не наблюдаются вплоть до высоких частот, т. е. до той области, где они уже не имеют значения².

¹ Пропадание источника в звуковой картине получается из-за того, что колебания приходят в микрофоны *A* и *B* со сдвигом фазы. При воспроизведении и суммировании сигнала этого источника сдвиг фаз приводит к ослаблению сигнала.

² См. словарь терминов — *метод искусственной головы*.

Совместимость стереофонии

Если выходные сигналы двух стереомикрофонов сложить, то можно получить приемлемый монофонический сигнал. Действительно, из сигналов A и B электрическим путем легко получить два новых сигнала: $A+B$ и $A-B$. Первый из них используется как моносигнал, второй необходим для обратного преобразования в стереосигнал.

Для грамзаписи и радиовещания применение сигналов $A+B$ и $A-B$ имеет ряд преимуществ.

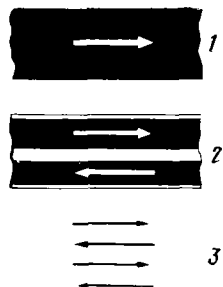
Если стереопластинка записана таким образом, что сигнал $A+B$ соответствует только боковым смещениям иглы, то моносигнал легко получают с помощью обычного монофонического звукоснимателя. В этом смысле все стереопластинки совместимы. Однако следует учитывать, что звуковая канавка стереопластинки устроена так, что для ее проигрывания необходима игла с малым радиусом острия и небольшим давлением на пластинку. Последнее условие должно быть соблюдено, иначе пластинка очень быстро портится. Перемещение иглы монофонического звукоснимателя по стереоканавке вниз и вверх, т. е. в вертикальной плоскости, где записан сигнал $A-B$, не вызывает появления электрического сигнала на его выходе.

Для стереофонического звуковоспроизведения грамзаписи нет необходимости разделять сигналы электрическим путем — это делается механически, так как сигналы A и B вырезаны на соответствующих стенках канавки, расположенных под углом 90° одна к другой. Головка звукоснимателя содержит два звуковоспроизводящих элемента, один из которых реагирует на перемещения иглы под углом 45° к вертикали с одной ее стороны, а другой элемент действует так же, но расположен симметрично под тем же углом с другой стороны вертикали. Благодаря этому элементы воспроизводят сигналы A и B независимо один от другого.

Преимущества такого же рода можно получить, если использовать сигналы $A+B$ и $A-B$ для радиовещания. Сигнал $A+B$ занимает то место в спектре радиосигнала, на котором обычно находится моносигнал; сигналом $A-B$ модулируется поднесущая, находящаяся выше участка с сигналом $A+B$. Подробное изложение этого вопроса выходит за рамки книги, однако отметим, что для стереофонического вещания используется, главным образом, частотная модуляция с поднесущей 38 кГц и пилот-сигналом 19 кГц, служащим для стабилизации фазовых отношений, которые в этом слу-

Расположение дорожек записи на 6-миллиметровой магнитной ленте:

1 — одна дорожка во всю ширину ленты; 2 — двухдорожечная монофоническая запись, но если делается стереозапись или запись звукового сопровождения фильма, то обе дорожки записываются в одном направлении одновременно; 3 — четырехдорожечная запись, для профессиональных целей не применяется. Здесь первая и вторая пары дорожек записаны в противоположных направлениях, что достигается переворачиванием катушки с лентой.



чае очень важны¹. Отношение сигнал/шум для моносигнала в совместимой системе несколько хуже, чем в чистой монофонической системе. Стерефоническая информация принципиально имеет худшее отношение сигнал/шум, однако благодаря свойствам частотной модуляции это практически не сказывается на качестве сигнала.

Магнитная стереозапись

Обычный метод стереозаписи на магнитную ленту состоит в том, что сигналы *A* и *B* записываются на две отдельные дорожки. Монофоническая магнитная головка на всю ширину ленты позволяет считывать оба сигнала одновременно, а если используются две отдельные головки, сигналы от них электрически складываются на выходе магнитофона.

Ширина дорожки записи регламентирована двумя стандартами. Один из них, в настоящее время наиболее распространенный, предполагает наличие более широкого промежутка в центре ленты, чем при втором стандарте. Назначение промежутка состоит в предотвращении прониканий. Оба стандарта совместимы.

При четырехдорожечной записи на ленте имеются две пары дорожек, каждая для записи в одном направлении движения ленты. Для записи в одном направлении служат 1 и 3-я дорожки, в другом — 2 и 4-я. В профессиональной работе этот вид записи не применяется.

Для кино существует несколько стандартов магнитной записи звукового сопровождения в зависимости от количества необходимых выходов. При комбинированной магнитной записи (т. е. такой, где звук и изображение находятся на одной ленте) основная дорожка используется для моносигнала, который в общем случае даст сигнал, эквивалентный сигналу $A+B$. Другие дорожки могут содержать записи отдельно сигналов *A* и *B*.

Для четырехканальной квадрафонической стереозаписи используют специальную магнитную головку, позволяющую записывать сразу четыре сигнала. В идеальном случае четырехканальная система должна быть совместимой с существующим двухканальным и одноканальным воспроизводящим оборудованием.

Более подробно о магнитной и грамзаписи будет рассказано в гл. 13.

ГЛАВА ВТОРАЯ

Оснащение студий

Постоянно в течение многих лет соприкасаясь с техникой, проводя многие часы за внимательным и критическим прослушива-

¹ В нашей стране применяется система с полярной модуляцией, отличающаяся от описанной системы с пилот-сигналом (см. словарь терминов).

нием, звукорежиссер, работающий в студии вещания или звукозаписи, на телевидении или в кино, накапливает большой опыт в оценке звука и может различить на слух его нюансы. Он отмечает детали, которые проходят незамеченными для нетренированного слуха, и отличает неполноценное звучание от полноценного и посредственное от волнующего и захватывающего. В то же время он развивает в себе способность управлять звуком и придавать ему желаемую форму.

За последние годы аппаратура звукозаписи значительно усовершенствовалась. Стало гораздо проще приобрести и необходимую квалификацию, так как многие операции упростились. Расширились возможности аппаратуры. Например, магнитная лента позволит применять сложные звуковые монтажи, а легкие портативные магнитофоны и радиопередатчики дали возможность получать звуковые сигналы из любых мест, доступных или даже недоступных человеку.

Улучшилось не только качество аппаратуры, она стала и более доступной. Сейчас можно приобрести магнитофон хорошего качества по цене, лишь в два-три раза превышающей стоимость самых дешевых бытовых аппаратов, однако его технические характеристики приближаются к характеристикам лучшей профессиональной аппаратуры.

Широкие возможности техники, однако, не устраняют необходимости иметь тренированный слух. При подготовке передачи все ее элементы органически взаимосвязаны: каждая деталь технического оснащения так или иначе влияет на окончательный результат, который, в свою очередь, диктует методы для его достижения. Этот синтез средств и конечного результата бывает настолько многообразным, что нетренированному слуху нередко трудно ориентироваться в его сложностях.

Вместе с тем, следует помнить, что недостатки технического оснащения не столь очевидны, как дефекты содержания передачи. Хорошая расстановка микрофонов при соответствующей акустике, микширование, паузы, монтаж и т. п. могут полностью изменить передачу, но главной все-таки остается тема исполняемого произведения. Поэтому важно развить в себе способность аналитически подходить к качеству выпускаемой продукции.

Большие капиталовложения в аппаратуру на радио, телевидении и в кино не допускают задержек в работе. Каждая запись или передача с ее индивидуальными проблемами должна быть технически решена с самого начала. И хотя каждый член группы, выпускающей программу, сосредоточен на своих собственных обязанностях, конечный результат определяется работой всей группы. Основная забота каждого состоит в том, чтобы поднять качество передачи до наивысшего возможного уровня и сохранять его постоянно.

Работа студии

Оперативная работа в студии звукозаписи или в звуковом отделе телевидения сводится к выполнению приведенных ниже операций.

Расстановка микрофонов: выбор микрофонов соответствующих типов и размещение их для получения наилучшего качества звука от различных источников.

2 Микширование: объединение сигналов с микрофона или микрофонов, магнитофона или проигрывателя, из эхо-камеры, других студий (внешних источников) и т. д.

3 Регулировка уровня: обеспечение условий, при которых уровень передачи (т. е. величина сигнала по отношению к шуму и искажениям применяемой аппаратуры) был бы ни слишком высок, ни слишком низок и при этом эффективно использовались бы технические средства.

4 Создание специальных звуковых эффектов.

5 Воспроизведение грампластинок и магнитных фонограмм по ходу программы, сюда входят записанные ранее спецэффекты, граммофонные записи, интервью и сообщения, предварительно записанные сюжеты и т. д.

6 Запись сигнала на магнитную ленту при сохранении всех его характеристик.

На небольших американских радиостанциях осуществляется также наблюдение за работой передатчика, который может быть расположен в помещении студии. Для этой работы, разумеется, требуется дополнительная техническая квалификация.

Ответственным за расстановку микрофонов, микширование и регулировку является инженер по микрофонам или инженер программы; на радиостанциях Би-Би-Си его раньше называли управляющим студии, а сейчас называют звукооператором; на телевидении — это звукорежиссер с помощниками; в кино — звукооператор; при дублировании — режиссер дубляжа. Хотя во многих странах человек, выполняющий эту работу или часть ее, имеет квалификацию инженера, опыт Би-Би-Си показывает, что на радио, телевидении и в кино наилучший результат дает привлечение к такой работе людей, имеющих достаточно широкий кругозор, так как, несмотря на то, что оператор имеет дело с техническими средствами, его обязанности носят, в первую очередь, творческий характер.

Как бы то ни было, звукооператор ответствен, в первую очередь, за работу студии и консультирует режиссера-постановщика по техническим вопросам. В тех случаях, когда звукооператор работает вне студии (например, при передачах с мест событий), особенно требуется высокий уровень его инженерных знаний. Это справедливо также для небольших радиостанций, где не всегда есть инженер по обслуживанию аппаратуры.

В функции звукорежиссера студии на радио могут также входить технические вопросы записи, если для этого нет специаль-

ного персонала, хотя для сложной записи всегда используется специальный инженер по звукозаписи. В кино запись звука является непосредственной функцией звукооператора, вокруг которой формируется вся его прочая деятельность. Звукооператор может иметь одного или несколько помощников; на радио они занимаются созданием спецэффектов или воспроизводят магнитные и грамзаписи. Ассистенты на телевидении или в кино могут также выступать в качестве микрофонных операторов, располагая микрофоны так, чтобы последние не попадали в кадр.

Аппаратная студии

Рассмотрим вначале студию, используемую только для радиовещания или звукозаписи. Центром управления радиопередачей или звукозаписью является звукорежиссерский пульт. Именно здесь микшируется и регулируется звук от разных источников. Именно здесь при прямой передаче в эфир формируется окончательное звучание, и прежде чем сигнал поступит на передатчик, звукорежиссер обязан убедиться, что никакие дополнительные регулировки (кроме действия автоматического ограничителя сигнала, предохраняющего передатчик от перегрузки) не нужны.

Помимо микрофонов и звукорежиссерского пульта важным элементом оборудования студии является высококачественный громкоговоритель, ведь радиостудия или студия звукозаписи не просто помещение, в котором создаются звуки, воспринимаемые микрофоном. Это также и рабочий кабинет, где обсуждается качество звука и создается общая звуковая картина передачи.

Поэтому основное отличие студии от любого другого помещения, где могут быть установлены микрофон и звукозаписывающий аппарат, заключается в том, что студия представляет собой комплекс и состоит из двух акустически изолированных комнат. В одной из них создается звук в соответствующих акустических условиях и воспринимается микрофонами, в другой — звук микшируется и прослушивается.

Вторая комната может быть названа кабиной управления (по терминологии инженеров радио Би-Би-Си, комнатой управления называется центр переключения линий)¹.

Устройства воспроизведения магнитной и грамзаписи, а также персонал, работающий с ними, находятся в аппаратной студии вместе с режиссером-постановщиком (обычно он предпочитает находиться здесь, а не в студии с исполнителями) и секретарем программы (который хронометрирует программу).

На телевидении название аппаратной студии больше подходит к помещению, расположенному на галерее студии. План звуковой студии на телевидении такой же, как на радио, хотя имеется несколько простых незначительных отличий.

¹ У нас cabina управления называется студийной аппаратной или просто аппаратной; помещение коммутации линий — центральной аппаратной.

Звукорежиссеру на телевидении необходимо слушать звуковую программу и следить за изображением на двух мониторах (один — для программы, а другой — для прогноза), находясь в помещении отделенном от основной студии. Это необходимо потому, что иначе видеорежиссер и его ассистенты, постоянно дающие команды в открытый микрофон, могли бы помешать звукорежиссеру слушать программу.

Организация работы студии

Важным элементом работы студии является контроль каждой записи в ходе ее выполнения, так как неприятно было бы обнаружить ошибку в записи через десять минут после того, как артист покинул студию.

При записях простейших речевых программ, которые не прерываются какими-либо сигналами команд, звукооператор может выполнять две обязанности: управлять сигналом записи и контролировать записанный материал.

При таком проведении записи задержка контрольного сигнала относительно момента его прихода из студии составляет около 0,2 с (из-за расстояния, равного 7,5 см между головками записи и воспроизведения магнитофона) при скорости 38 см/с и 0,4 с при скорости 19 см/с. Такая задержка не позволяет объединить эти два вида работ, когда программа несколько усложняется. Казалось бы, две десятых секунды — небольшое время, но такая задержка может полностью нарушить чувство времени звукооператора. Например, для достижения необходимого затухания какого-либо музыкального пассажа точность должна быть около 0,05 с.

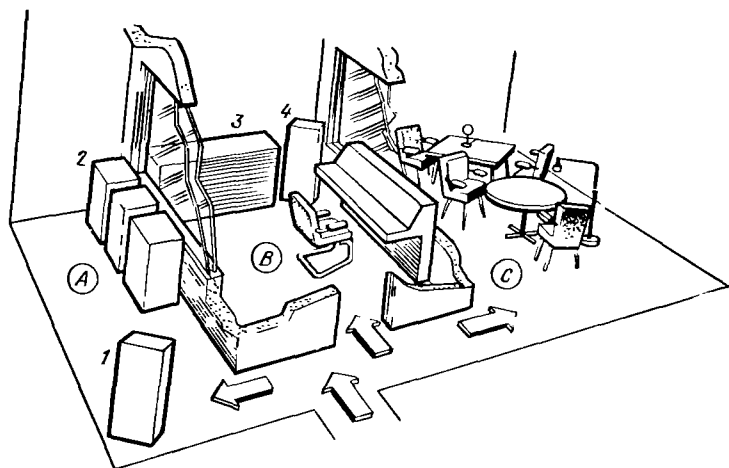
Это условие означает, что должна быть создана третья акустически изолированная комната, в которой инженер звукозаписи мог бы проверять качество записанного звука. Таким образом, оказывается целесообразным сгруппировать студию, контрольное помещение и аппаратную звукозаписи в единое целое, как показано на рис. с. 39. Такая система удобна при составлении многих передач, особенно когда репетируются и записываются отдельные ее части. Отрывки передачи продолжительностью в несколько минут резко обсуждаются, прогоняются, а затем записываются; записанные отрезки фонограмм затем склеиваются. Это, вероятно, самый быстрый и во многих случаях наиболее результативный способ.

Другая организация работ основана на убеждении многих радиопоставщиков в том, что программа приобретает свои художественные очертания лучше, когда она вначале полностью отрепетирована, а лишь затем записана. При этом любые ошибки, возникшие в процессе записи, могут быть исправлены в конце.

Наконец, наиболее экономичная организация работ состоит в том, чтобы разделить все ее время на две части, ограничив время самой записи сравнительно коротким периодом. Этот метод используется на тех студиях, которые организуют прямые передачи

в эфир. В этих случаях помещения для записи удалены от студий, но могут быть соединены с любой из них по желанию.

Существуют и другие виды организации работ в студии, например, когда студия используется для тематических и вспомогательных программ, которые идут в эфир в виде совокупности пря-



План студии звукозаписи. Помещение для записи А объединено со студийными помещениями В и С. Все три помещения акустически изолированы. В оснащение студии входит: 1 — громкоговоритель инженера звукозаписи для прослушивания записей с магнитофонов 2 (они используются также для воспроизведения магнитных записей в программе); 3 — хранилище грамзаписей; 4 — громкоговоритель для контрольного прослушивания звукорежиссером

мой передачи и записанных отрывков. При этом последние известия могут быть записаны в аппаратной, а инженер звукозаписи может тут же проконтролировать запись с помощью наушников, а впоследствии, если позволит время, и на громкоговорителе.

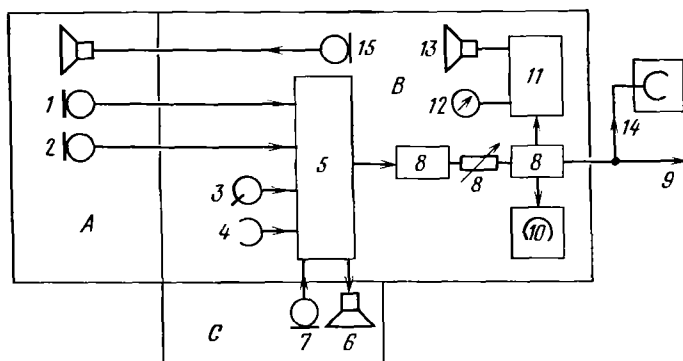
Канал передачи

В радиовещании комплекс студии (сама студия и аппаратная) составляет только первое звено сложной цепи радиоканала. Следующим звеном является комплекс, где собрана вся служба выпуска программ. Именно отсюда идет передача, причем часть материала (иногда большая) воспроизводится с магнитной ленты или грампластинки.

В «традиционной» системе дежурный диктор из специальной дикторской студии объявляет следующую передачу, а также отвечает за ведение всей передачи полностью. Он должен вмешаться, если какой-либо материал идет меньше или больше назначенного времени, прерывается в середине или не воспроизводится совсем. Он также представляет исполнителей программы, а во многих странах дает и рекламные сообщения.

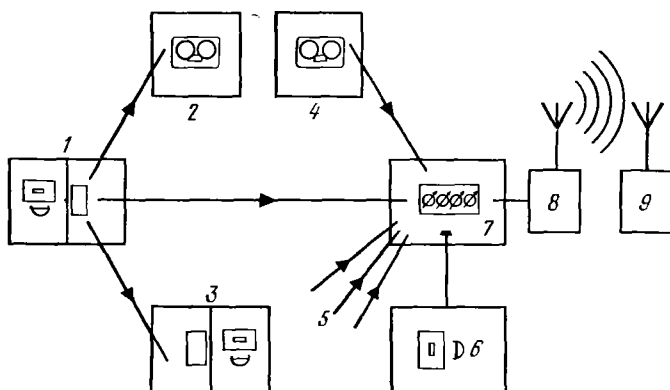
В крупных системах радиовещания основные радиопередачи организованы аналогично, однако больше внимания уделяется

точности ведения передач по времени, так как они используются в качестве источника на региональной или местной станции, которая питает местный радиопередатчик. Связь между различными радиоцентрами может осуществляться с помощью наземных линий или через эфир.



Структурная схема студии *A* аппаратной *B* и эхо-камеры *C*: 1, 2 — микрофоны; 3 — устройство воспроизведения грамзаписи; 4 — устройство воспроизведения магнитной записи; 5 — пульт; 6, 7 — громкоговоритель и микрофон эхо-камеры; 8 — основной усилитель и регулятор уровня; 9 — выходной сигнал студии; 10 — магнитофон; 11 — контрольный усилитель; 12 — индикатор уровня; 13 — контрольный громкоговоритель; 14 — сигнал на внешнюю студию звукозаписи; 15 — переговорная цепь.

На телевидении канал передачи является, по существу, таким же, как и на радио, за исключением того, что на постановочной площадке могут быть как телевизионная секция, так и отдельная,



Канал передачи. Выходной сигнал из студии может поступать в помещение для записи или входить составной частью в программу, готовящуюся в другой студии, или подаваться непосредственно в службу формирования программ. Между студией, службой формирования и передатчиком могут быть другие звенья, например центральная аппаратура, усилители и цепи коррекции частоты в линиях и т. д.;

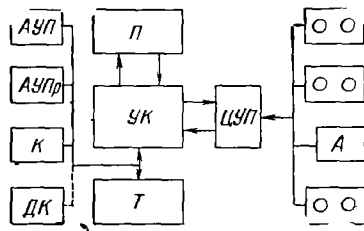
1 — студийное помещение; 2 — помещение для магнитной записи; 3 — удаленная студия; 4 — помещение воспроизведения магнитной записи; 5 — другие источники программы; 6 — диктор; 7 — пульт формирования программ; 8 — передатчик; 9 — приемник. На схеме показан канал радио. Телевизионный канал построен аналогично, хотя может быть более сложным. Например, студия, служба формирования программ 7 может иметь как небольшую телевизионную студию, так и отдельную звуковую студию для диктора за кадром.

обычно очень небольшая, кабина для объявлений за кадром. Такая кабина дает возможность проводить репетицию более сложного материала в основной студии, не останавливая передачи.

Автоматизированные системы вещания

Наибольшие изменения за последние годы претерпела та часть вещания, которая обеспечивает непосредственную передачу материала программ радиопередатчикам. Введение автоматизированных систем вещания во многих радиоорганизациях позволило освободиться от большого количества рутинной работы, которая передана автоматизированным устройствам, а в более современных системах — небольшой ЭВМ. В настоящее время ЭВМ стоят сравнительно недорого; более того, учитывая затраты на зарплату персонала, ЭВМ может оказаться даже дешевле просто автоматизированных устройств, а повседневная эксплуатация ЭВМ проще любого устройства управления.

Автоматизация также способствует развитию творческого начала в работе, так как выполнение однообразных технических операций может быть полностью обеспечено автоматическими устройствами, управляемыми ЭВМ.



Управление программой с помощью ЭВМ:

УК — управляющий компьютер; ЦУП — центр управления программами; А — аппаратные воспроизведения записей; П — память ЭВМ; АУП — автомат по управлению передатчиком; АУПр — автомат по управлению программами; К — контроль; ДК — дистанционный контроль (через телефонную линию); Т — телетайп.

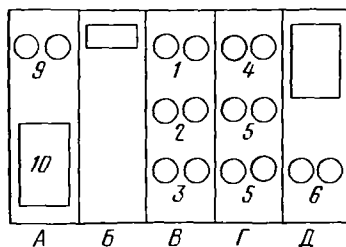
Пульт звукорежиссера

Пульт звукорежиссера постоянно усложняется и на радио и, тем более, на телевидении, так как оно само по себе более сложно, чем радио. Например, в телевизионной сцене может потребоваться, чтобы исполнитель появлялся перед несколькими различными микрофонами, тогда как на радио можно работать только с

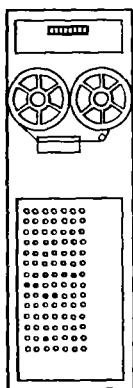
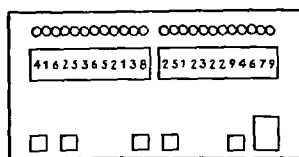
Типовая 15-минутная последовательность простой автоматической системы управления.

Номер	Действие
4....	Лента с объявлением об открытии программы, задающая ее тон
1.	Музыкальная тема из записи, открывающей программу
6....	Рекламный ролик
2.....	Музыкальная тема со следующей ленты
5.	Проверка времени
3....	Музыка
9.	Минируемая завершающая музыка
6.	Рекламный ролик
5.	Проверка времени и позывные сигналы станций
10.....	Переключение на другую программу

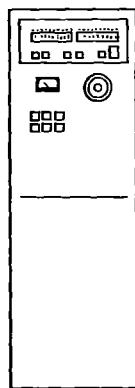
Подробные сведения об этой аппаратуре даны далее.



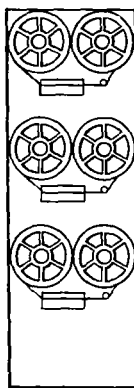
одним. Кроме того, телевизионные студии не могут быть специализированными, подобно радиостудиям, и при небольшом числе этих дорогих студий необходимо выпускать самые разнообразные программы. Капиталовложения в оборудование студий, да и в ап-



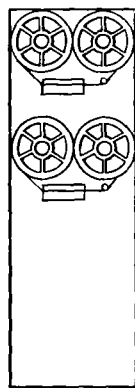
А



Б



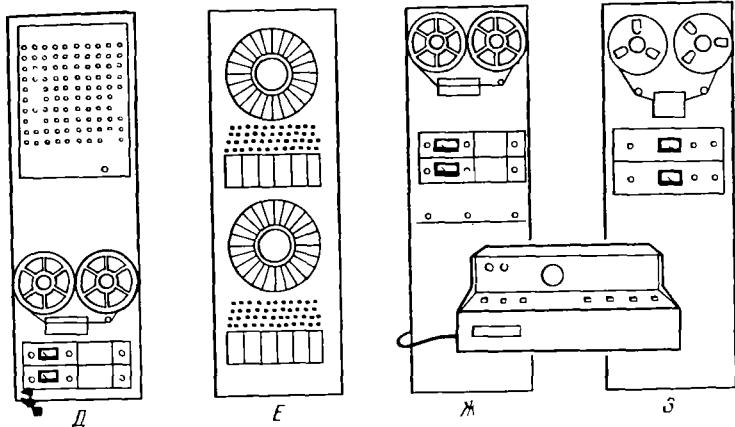
В



Г

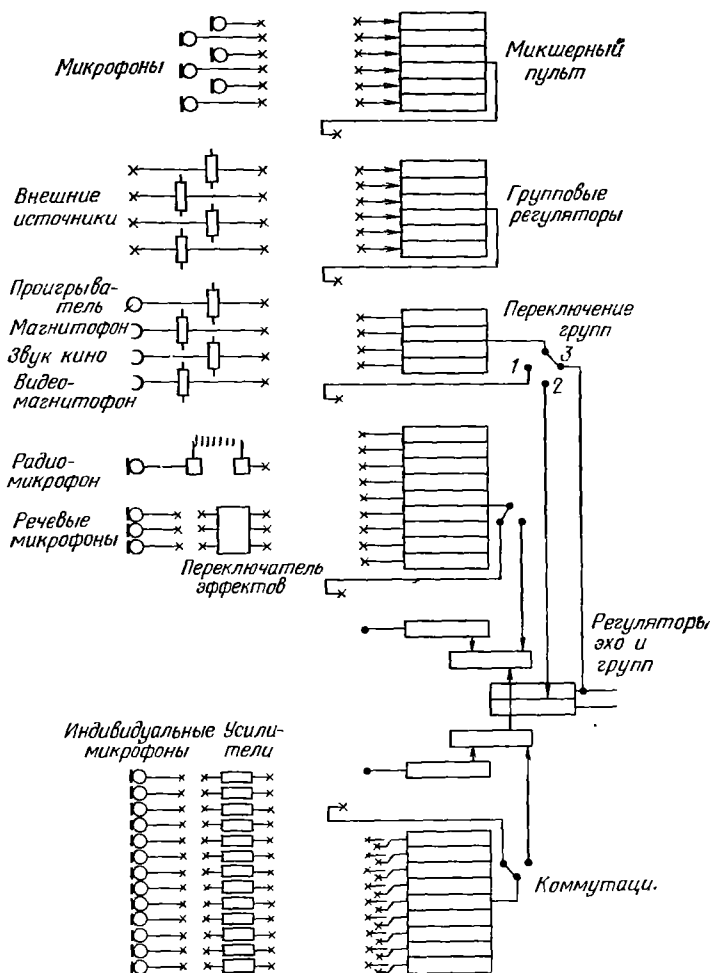
Автоматическая система вещания. Пульт автоматического управления. С помощью ручного переключения на главном устройстве управления и на некоторых дополнительных устройствах заблаговременно можно установить последовательность сюжетов количеством до 24. В любой заранее установленный момент могут быть начаты цикл передач и их повторение. А — автоматическое переключение сети вещания. Это устройство имеет комплект переключателей, которые могут быть установлены на время, в которое местная станция должна подключиться к сети или отключиться от нее. (Когда используется управление с помощью ЭВМ, комплект переключателей не требуется, так как информация содержится в памяти ЭВМ.) Устройство укомплектовано магнитной лентой, которая пускается автоматически в установленное время перед подключением к сети, она начинается с немого участка, но с окончанием предыдущей программы уровень сигнала становится нормальным. Сверху стойки расположены цифровые часы, которые дают сигнал к операциям по переключению; Б — пульт автоматического управления (см. выше); В — устройство воспроизведения магнитной записи, каждая лента содержит набор тематических, музыкальных и речевых записей. Обычно воспроизводится только одна тема, в конце которой сигнал частотой 25 Гц дает команду устройству управления перейти к следующей ленте (в случае неисправности датчик паузы в устройстве управления выполняет ту же функцию); Г — звуковые часы. Используются два лентопротяжных механизма. Один содержит ленту с записанными объявлениями каждой четной минуты, а другой — каждой нечетной. Время дается с точностью до ближайшей полминуты. Каждый ответчик по очереди находится в резерве в течение минуты, а затем автоматически перемотывает ленту вперед, к следующему объявлению.

Помимо сообщений о времени, звуковые часы могут включать позывные сигналы станции и предварительно записанные музыкальные заставки. Ленты с записью соответствующих объявлений и музыки могут поставаться вместе с аппаратурой. Аналогично могут поставаться записи музыкальных программ, часто с вписанными объявлениями на фоне музыки. Такие записи используются в автоматических устройствах воспроизведения в различных сочетаниях, поэтому одна и та же комбинация записей никогда не повторяется. Станция может также записать свои собственные сюжеты на отдельной ленте. Такая система вещания и система управления идеальны для непрерывных радиопрограмм, в которых каждая станция выпускает определенный набор материала перемещающегося пектамой и переключением сети вещания. Для составления передач такой станции требуются минимальные усилия, заключающиеся в составлении сводки местных новостей и спортивных событий, а также рекламных роликов местного производства.



я может запрашиваться дистанционно по обычным телефонным линиям.

В типовой телевизионной студии Би-Би-Си возможности микшерного пульта определяются количеством источников звука, хотя не все они используются одновременно. В распоряжении студии могут быть: до 60 микрофонов; четыре устройства для воспроизве-



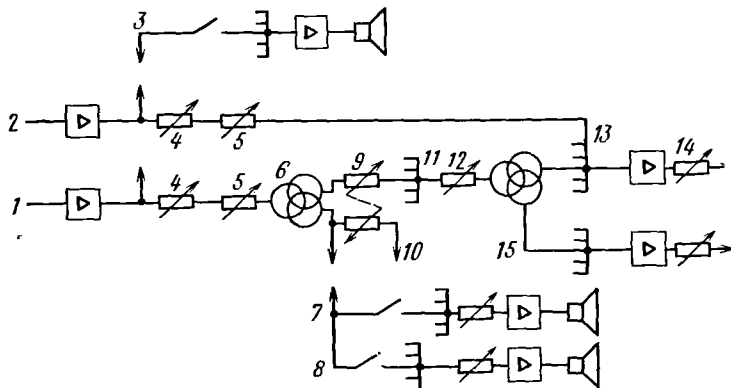
Источники и коммутация. Такой пульт сложен для радиостудии и прост для телевидения.

дения грампластинок; два магнитофона; устройства искусственной реверберации; 16 линий от внешних источников (с устройств демонстрации кинофильмов по телевидению, видеомангитонов, других студий, других радиостудий, других радиоорганизаций, зарубежных линий, городской телефонной сети и т. д.).

Пульт на радио имеет все перечисленные типы источников, хотя микрофонов может быть меньше, а магнитофонов и проигры-

вателей грампластинок больше. Поскольку радиостудии более специализированы, то таковы и их звукорежиссерские пульта.

Новейшее оборудование, используемое Би-Би-Си, имеет модульную конструкцию. Блоки такого оборудования могут быть использованы как на радио, так и на телевидении (а при добавле-



Пульт управления. Технические средства с регуляторами:

1 — обычный микрофонный вход; 2 — дополнительный микрофонный вход (сигнал с него микшируется после групповых регуляторов); 3 — канал предварительного прослушивания; 4 — аттенуатор микрофонного входа; 5 — регулятор уровня канала; 6 — разделительный трансформатор; 7 — канал подачи сигнала на студийный громкоговоритель; 8 — канал связи с аудиторией; 9 — микширование с эхом; 10 — регулятор эха; 11 — коммутатор, объединяющий группы источников; 12 — групповой регулятор; 13 — главный коммутатор, объединяющий группы источников; 14 — основной регулятор уровня; 15 — канал регулировки всех групп, за исключением дополнительных.

нии некоторых дополнительных устройств — для стереофонических записей). Для каждого источника сконструирован отдельный модуль с разнообразными возможностями, способный при определенном усилении (ослаблении) принимать сигналы источников, различающиеся по уровню до 90 дБ. Вспомогательные переключатели и регуляторы обеспечивают еще и дополнительные возможности.

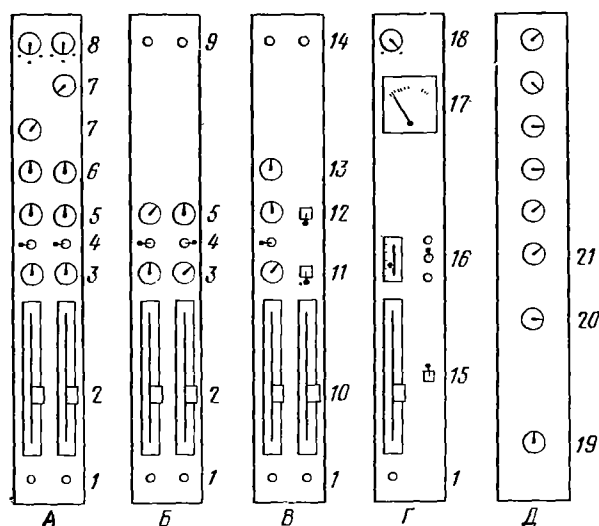
Предварительное прослушивание осуществляется кнопкой, подключающей цепь прослушивания сигнала перед микшированием с помощью небольшого дополнительного громкоговорителя. Таким путем можно контролировать внешние источники, а также микрофоны, подключаемые в ходе программы.

Микширование эхо: регулировка соотношения прямого и эхо-сигналов.

Подзвучивание: специальный переключатель, с помощью которого выходной сигнал от регулятора уровня (в сочетании с сигналами от других источников) подается на громкоговоритель студии для ее подзвучивания. Уровни сигналов устанавливаются так, чтобы избежать их прямого попадания сигналов на открытый студийный микрофон.

Передача на аудиторию: это устройство, аналогично предыдущему, позволяет выбрать источники, звук которых будет

подан в студию, в данном случае громкоговорители аудитории. Для этого часто применяются громкоговорители типа «линейный источник», излучающие большую часть своей мощности в плоскости, перпендикулярной плоскости громкоговорителей. Поэтому они могут быть направлены так, чтобы избежать излишнего попадания звука на открытые микрофоны.



Модульные устройства для пульта звукорежиссера на радио или телевидении. (Каждый модуль содержит два канала для стереофонии. При этом рукоятки регуляторов уровня скрепляются попарно.)

А — отдельная модульная линейка (два канала): 1 — кнопки предварительного прослушивания, 2 — регуляторы уровня, 3 — регулятор уровня прослушивания в студии, 4 — переключатель прослушивания до и после регулятора уровня, 5 — регулятор подзвучивания студии, 6 — регулятор уровня эхо-сигнала, 7 — фиксированный аттенуатор для грубой установки уровня сигнала источника, 8 — переключатель выбора групп;

Б — линейка группового контроля, на которую поступают сигналы со всех подключенных индивидуальных линеек, а также групповое эхо; 1—5 — регуляторы, как в модуле **А**, 9 — дополнительная кнопка изменения программы в критических ситуациях;

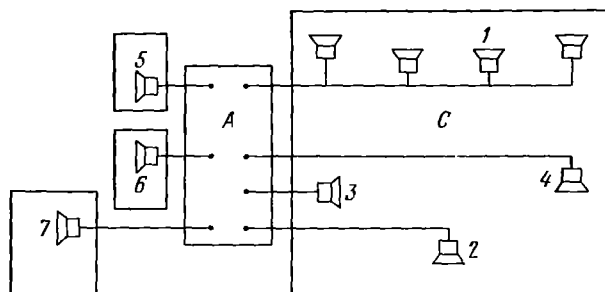
В — основная линейка; 10 — левый — резервный регулятор уровня и правый — главный регулятор уровня, 11 — выключатель прослушивания в студии, 12 — выключатель подзвучивания студии, 13 — регулятор предварительного прослушивания, 14 — левая кнопка — изменение программы и правая — разделение каналов. При этом разные группы работают раздельно;

Г — линейка эхо-сигнала (см. гл. 11): 15 — выключатель эха, 16 — регуляторы изменения времени реверберации со шкалой, 17 — пиковый индикатор уровня, показывающий величину сигнала, направляемого в комнату эха или на пластинчатый ревербератор, 18 — переключатель групп, подвергаемых реверберации;

Д — линейка прослушивания: 19 — регулятор уровня для громкоговорителей в студии, 20 — регулятор микрофонов студии, 21 — шесть угольных регуляторов для микрофонов студии (регулятор низкого уровня, устанавливаемые заранее). Модули **А**—**Е** представляют собой только часть технических средств, имеющихся в современных пультах, используемых на Би-Би-Си. Но многие пульты звукорежиссеров обладают меньшими возможностями, чем этот.

Групповой набор: для удобства работы отдельные каналы собирают в группы, каждая из которых управляется отдельным регулятором уровня. Группы обозначаются различным цветом: желтым, зеленым, красным и оранжевым. Для набора каналов в

группы применяется специальный коммутатор групп. Способ набора групп сложен и различен для разных конструкций. Чтобы сигналы некоторых каналов шли в обход групповых и были от них независимыми, предусмотрены отдельные переключатели. Они могут быть использованы для переключек по междугородным каналам (см. гл. 9).



Громкоговорители для звукового сопровождения телевизионной программы:

А — аппаратная, С — студия;

1 — система связи звуковоспроизведения в студии, 2 — подача в студию записанных звуковых эффектов, 3 — специальный громкоговоритель для певца (для дирижера), 4 — специальный громкоговоритель для ритмической группы (для певца), 5—6 — громкоговорители эхокамер, 7 — дополнительная студия.

В аппаратуре также обычно предусматриваются корректоры и фильтры подъема и ослабления отдельных частот.

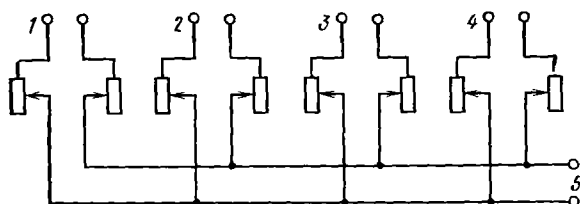
На описываемом здесь пульте Би-Би-Си есть набор внешних устройств на одну треть имеющихся каналов, а на пультах других типов (особенно в студиях популярной музыки и фильмов) такая возможность предусматривается для каждого канала. Кроме того, пульта снабжены устройствами, создающими различные эффекты, а также компрессорами и ограничителями.

На типовом телевизионном пульте звукорежиссера могут быть предусмотрены до 40 различных видов источников, а также три отдельных эхо-канала и шестиканальный вспомогательный пульт низкого уровня для озвучения студии. Пульт, предназначенный только для телевидения, содержит также устройство для имитации телефонного оборудования и создания телефонных эффектов.

На телевизионных пультах звукорежиссера Би-Би-Си есть еще кнопка немедленной остановки программы, но пользуются ею довольно редко. Эта кнопка, расположенная в студии, дает возможность ассистенту немедленно выключить программу. Кнопка нажимается в непредвиденных обстоятельствах, при этом устройство отключает все студийные микрофоны. Но магнитофоны, проигрыватели и внешние источники продолжают работать. Для заполнения пауз в программах включается кольцо магнитной фонограммы или отдельный студийный микрофон, воспроизводящий живую атмосферу студии.

Регуляторы уровня

Регуляторы уровня являются основным средством изменения сигнала в микшерном пульте. В ходе передачи они применяются постоянно, так как оператор, следя за уровнями сигналов от различных источников, старается добиться компромисса между получением художественного или естественного контраста уровней и наилучшим использованием аппаратуры путем сохранения высокого уровня общего сигнала, чтобы удержать коэффициент модуляции несущей радиочастоты как можно ближе к 100%.



Простые регуляторы уровня (еще более простой тип регулятора содержит потенциометр только в одном проводе): 1—4 — входы; 5 — выход. Одним из недостатков такой схемы является то, что каналами нельзя управлять независимо: когда регулятор 2 открыт, сигнал в канале 1 уменьшится.

Вследствие такой эксплуатации требования к конструкции регуляторов очень жестки. Регуляторы на угольных резисторах, во многих случаях являющиеся идеальными, в данном случае не могут быть использованы, так как они очень быстро стираются и создают помехи при движении контактной щетки вдоль проводящего слоя. Проволочные резисторы, имеющие несколько больший срок службы, подвержены тем же недостаткам. Кроме того, этими регуляторами трудно добиться изменения уровня по логарифмическому закону в широком диапазоне, а это является важной особенностью любого регулятора, используемого для прецизионного контроля звуковых сигналов¹.

Высококачественные регуляторы уровня имеют отдельные проводящие контакты, по которым происходит движение щеток. Между каждой контактной парой включается постоянный резистор. Однако даже в наиболее дорогих регуляторах самой ненадежной остается механическая часть, так как трудно создать постоянный хороший контакт с малым износом, не подвергающийся влиянию влажности, пыли и других загрязнений из атмосферы.

В ступенчатых регуляторах уровня возможно очень большое количество типов соединений резисторов. Некоторые наиболее простые соединения использовались в пультах низкого уровня (т. е. в тех, где нет предварительного усилителя). Однако результаты получились неудовлетворительными, так как при регулировке в одних каналах пульта изменяется уровень сигналов в других

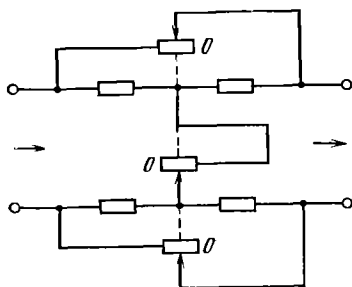
¹ Т. е. пропорциональному изменению положения ручки регулятора соответствует логарифмическое изменение величин его сопротивления, а следовательно, и сигнала. Обычно на поверхность регуляторов наносится шкала, отградуированная в децибелах.

каналах, т. е. такие регуляторы не являются независимыми в работе. Следовательно, дополнительным требованием к регуляторам уровня каналов является их постоянное (и, желательно, довольно высокое) сопротивление по отношению к другим каналам.

Одной из конструкций, удовлетворяющей этому требованию, является Т-образный аттенюатор, который в свое время был основным типом регулятора, принятым для профессиональной аппаратуры. Мостовой Т-образный аттенюатор обеспечивал постоянное высокое входное сопротивление, однако создавал большее затухание в цепи, чем простые регуляторы. Поэтому такой мостовой регулятор комбинировался с пультом низкого уровня так, чтобы сигналы, прежде чем попасть на него, проходили через предварительный усилитель. После регуляторов уровня отдельных каналов сигналы объединялись, проходили через основной усилитель, главный регулятор уровня, второй основной усилитель в линию.

Основным типом регулятора уровня, использовавшимся много лет на Би-Би-Си, был Н-образный мостовой аттенюатор (сбалансированный Т-образный мост, имеющий потенциометры в каждом проводе двухпроводной линии). Такой регулятор имеет три контактные щетки, три комплекта проводящих контактов, три отдельные резистивные цепи; он очень дорог стоит и не всегда бесшумно работает, частично из-за большого количества контактов.

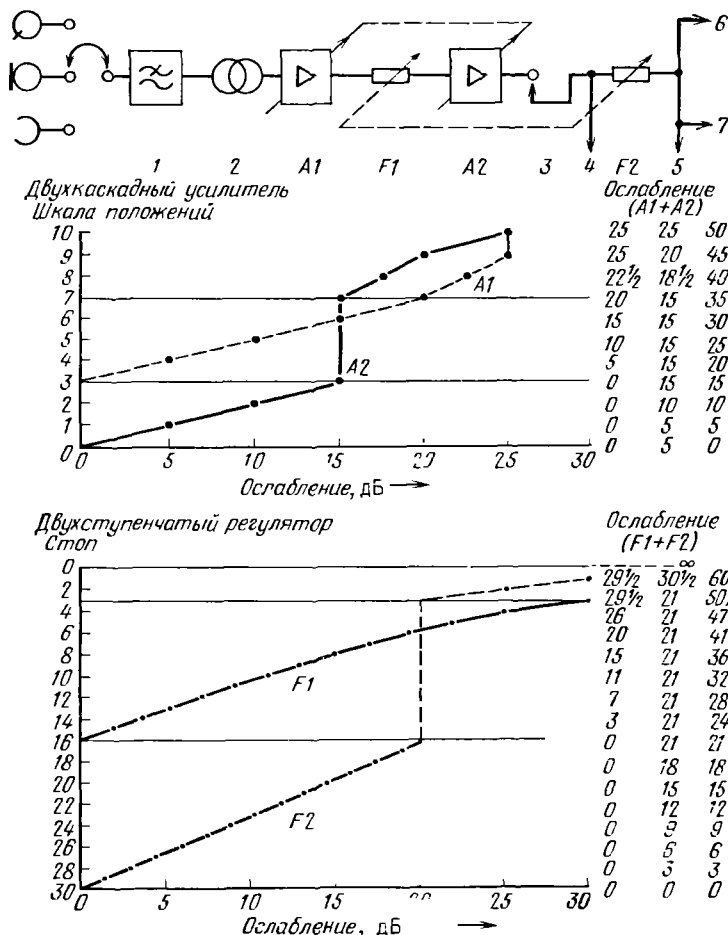
Конструкция регулятора уровня, применяемого в настоящее время на Би-Би-Си, представляет собой комбинацию из относительно простого аттенюатора и двухступенчатого усилителя с переменным коэффициентом усиления. Такой регулятор получил название квадрантного из-за четырех ступеней затухания. Аттенюатор состоит из двух последовательно включенных через вторую ступень усилителя погенциометров, каждый из которых работает в своем диапазоне уровней входного сигнала. При малых уровнях сигнала работает первый потенциометр, при больших — второй; тем самым вторая ступень усилителя предохраняется от перегрузок при возможно больших уровнях входного сигнала. Коэффициент усиления ступеней усилителя изменяется с шагом 5 дБ в диапазоне 50 дБ. Таким образом, этот регулятор уровня обеспечивает общую регулировку сигнала в диапазоне 90 дБ, позволяя работать каналу как от микрофонного уровня сигнала, так и от высокого уровня, поступающего, например, от магнитофона, проигрывателя или внешней линии.



Мостовой Н-образный регулятор. Сложный трехдвигковый сбалансированный регулятор, который на протяжении многих лет применялся на Би-Би-Си. Три движка перемещаются вместе на одной оси. Когда они находятся в положении *O*, регулятор закрыт. Более простым по конструкции является Т-образный мостовой регулятор, но у него один из проводов соединяет прямо вход с выходом, поэтому схема несимметрична.

Во многих пультах старых конструкций сигналы высокого или среднего уровня подаются в микшерный канал через аттенюаторы, которые ослабляют их до низкого уровня. Более новые системы позволяют избежать этого.

Одной из особенностей прежней аппаратуры Би-Би-Си было применение повсюду 600-омных согласований. Сейчас от них отказались, заменив модулями, имеющими высокое входное сопро-



Сложный четырехступенчатый регулятор с усилителем, принятый сейчас на Би-Би-Си. На рисунке сверху показано его сочетание с другими элементами в микрофонном канале:

1 — низкочастотный фильтр; 2 — согласующий трансформатор; 3 — соединитель для подключения усилителя, компрессора, ограничителя; 4, 5 — сигнал, ответвляемый на студию или для предварительного прослушивания; 6 — сигнал для эхо-камеры; 7 — сигнал к групповому регулятору.

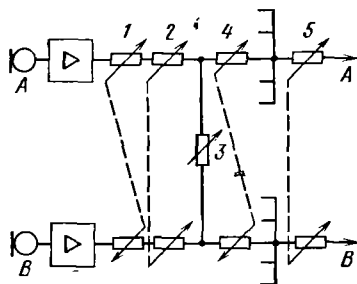
A1 и A2 — ступени усилителя. Усиление или ослабление сначала действует в ступени A2, затем в ступени A1, затем в обеих вместе. Канал может принимать сигналы высокого и низкого уровней; F1 и F2 — потенциометры, действующие на разных уровнях. Такое построение расширяет рабочий диапазон входных уровней, с которыми может работать канал. (В групповых и главных регуляторах потенциометры F1 и F2 действуют одновременно.)

тивление и низкое выходное¹. Это привело к тому, что оператор может объединить любое число каналов в группы, не оказывая заметного влияния на уровни сигналов в каналах. Таким образом, достигается более гибкая система регулировки сигнала в пульте.

В большинстве ступенчатых регуляторов уровня дискретность регулировки в основном рабочем диапазоне составляет 1,5 дБ, а в нижней части диапазона 2 дБ с увеличением затухания для двух-трех последних ступеней (во избежание слишком резкого скачка при полном выключении сигнала). Разница уровней в 1,5—2 дБ различима на слух только для чистых тонов в средней и высокой частях частотного диапазона, поэтому указанная дискретность регулировки вполне приемлема для обычной работы.

Регуляторы стереоканалов

Стереоканал, на который поступают сигналы от совмещенной или разнесенной пары микрофонов, имеет отдельные цепи для сигналов *A* и *B*, которые усиливаются или ослабляются одновременно соединенными между собой регуляторами уровня. Но так как даже в высококачественной аппаратуре регуляторы имеют ступеньку около 1,5—2 дБ между последовательными контактами, то их щетки могут замыкать неодинаковые контакты и общая звуковая картина будет меняться. В таких случаях регуляторы уровня называют «впяляющими» или «неровными». Следовательно, для регуляторов стереоканала требуется более высокий уровень инженерной разработки, чем для моно. Следует учитывать также возможность попадания пыли на кон-



Стереофонический канал:
1 — регулятор установки входных уровней микрофонов; 2 — спаренный регулятор; 3 — регулятор ширины базы звуковой картины; 4 — регулятор направления (он смещает звуковую картину полностью); 5 — групповой регулятор

¹ Следует отметить, что при последовательном соединении любых двух устройств, источника и потребителя, последующее устройство является нагрузкой для предыдущего. При этом напряжение сигнала на выходе источника разделяется между его выходным сопротивлением и входным сопротивлением потребителя в соответствии с их величинами. Потребителю нужно передать, естественно, большую часть сигнала, поэтому его входное сопротивление должно быть больше, чем выходное сопротивление источника.

Было время, когда стандартным сопротивлением нагрузки считалось сопротивление 600 Ом, что было связано с конструкцией кабельных линий. В настоящее время этот стандарт во многих случаях не соблюдается. В современном оборудовании входное сопротивление устройств (в частности, модулей пультов) делают больше 5 кОм, а выходное — низким — 20—50 Ом. Такое построение позволило, кроме того, подсоединять к одному источнику параллельно несколько потребителей, так как соотношение сопротивлений все равно остается большим в пользу потребителей, мало изменяя их входное напряжение.

такты. Поэтому оператор должен передвигать движок регулятора плавно, но и не слишком медленно; он также должен знать по поведению регулятора, где находятся опасные места контактов.

В стереоканалах используются дополнительные регулировки:

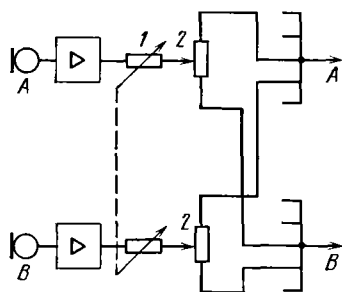
1. Регулировка ширины звуковой картины, которая обеспечивается перекрестным сложением сигналов A и B . Подавая равные части сигналов A в канал B и B в канал A , добиваются уменьшения ширины базы звуковой стереокартины. Если, однако, изменить фазу сигналов на обратную, то ширина картины увеличится.

2. Регулировка направления жестко связана с парой регуляторов, каждый из которых действует в своем канале противоположном направлении так, что поворот ручки вызывает смещение всей картины в сторону желаемого канала. Эта регулировка может быть использована для перемещения локального, но не разнесенного в пространстве источника.

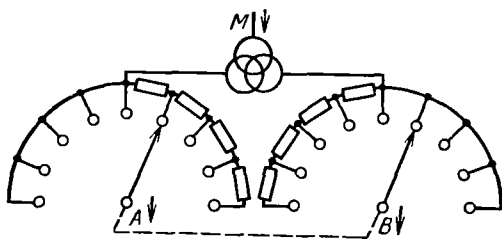
В стереоканале регулировка ширины звуковой картины может осуществляться другим путем. Вначале сигналы A и B преобразуются в сигналы M и S , затем производится их регулировка. Когда сигналы M и S ослабляются или усиливаются, «виляния» звуковой картины из-за несовершенства регуляторов не возникает. Вместо этого могут иметь место незначительные вариации ширины картины, что менее неприятно. Кроме того, ширина звуковой картины может регулироваться проще, изменением соотношения между сигналами M и S . Однако после регулировки ширины звуковой картины сигналы M и S должны быть вновь преобразованы в сигналы A и B , прежде чем они будут смешаны с сигналами других каналов и поданы на запись.

Введение сигнала в стереоканал

Когда монофонические сигналы подмешиваются к стереофонической звуковой картине, их следует соответствующим образом «направить» и «подогнать». Для этого используется специальный панорамный регулятор. В фильмах со стереофоническим звуком



Два монофонических канала, используемые как стереоканал: 1 — спаренные регуляторы; 2 — панорамные регуляторы



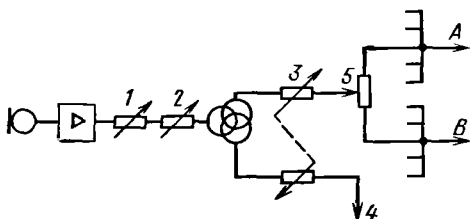
Панорамный регулятор: сигнал M от монофонического источника разделяется и подается на два потенциометра, которые ослабляют только одна из сигналов. Положение источника соответственно смещается, в нашем примере — вправо от центра.

он необходим, например, для того, чтобы звук перемещался за актерами, речь которых записана монофонически.

В тех случаях, когда нет специального стереофонического оборудования, описанного выше, поступают следующим образом. Два монофонических канала с панорамными регуляторами соединяют попарно для формирования стереоканала, на выходе которого образуются сигналы A и B . Основные регуляторы каналов

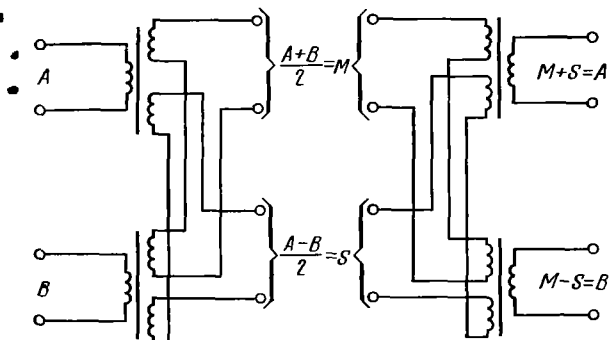
Моноканал, используемый для стереобаланса:

1 — аттенюатор, предварительная установка; 2 — регулятор уровня; 3 — регуляторы эхо-сигнала; 4 — сигнал эха; 5 — панорамный потенциометр



жестко связывают. Смещение и ширина звуковой картины регулируются соответствующей установкой двух панорамных регуляторов.

Когда оба регулятора одинаково установлены по отношению друг к другу, источник звука будет иметь нулевую ширину и находиться в том месте звуковой картины, какое определяют эти панорамные регуляторы. При смещении движков регуляторов в противоположном направлении от точки равновесия ширина картины увеличится. Полная ширина достигается тогда, когда один

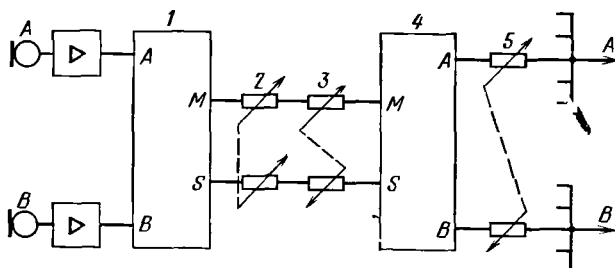


Электрический метод преобразования сигналов A и B в M и S и обратно. Сигнал M эквивалентен сигналу, который был бы получен с монофонического микрофона в центре звуковой картины. Баланс между центральными и боковыми источниками, а также между прямым и ревербирующим звуками для этого сигнала не обязательно должен быть таким же хорошим, как для нормального монофонического сигнала. Сигнал S содержит в основном информацию боковых источников звука.

Сигнал полностью находится в канале A , а другой — в канале B , но это, конечно, может быть сделано и без панорамного регулирования.

Внутренняя связь в студии

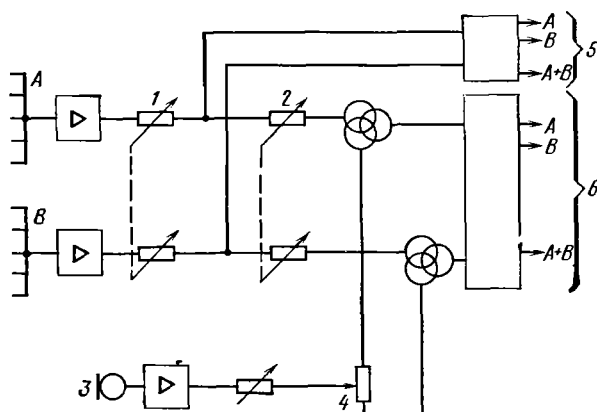
Как на радио, так и на телевидении существует внутренняя связь между различными помещениями. Аппаратура и линии, используемые для этого, могут быть довольно сложными. Так, на-



Стерефонический канал с преобразованием систем сигналов: 1 и 4 — цепи преобразования сигнала; 2 — регулятор уровня канала; 3 — регулятор ширины базы; 5 — регулятор направления. Эта схема менее подвержена недостаткам регуляторов — случайным смещениям звуковой картины, происходящим вследствие неравномерной регулировки потенциометров A и B .

пример, в студиях телевизионного центра Би-Би-Си используются шесть громкоговорящих связей с аппаратными и семь связей с помощью головных телефонов.

Связь с помощью головных телефонов по независимым двусторонним цепям полезна при записи программ или при передаче в эфир. Ее используют как для передачи команд (что особенно важно на телевидении), так и для передачи перечня вопросов ведущему интервью или для сообщения каких-либо новостей.



Стерефонический пульт:
1 — индивидуальный регулятор; 2 — основной регулятор; 3 — дополнительный микрофон (например, для диктора); 4 — панорамный потенциометр; 5 — выход без сигнала от дополнительного микрофона; 6 — полный выходной сигнал с пульта. Сигналы $A+B$ создаются для проверки качества монофонического варианта передаваемого сигнала.

В студиях радиовещания могут быть установлены довольно сложные системы двусторонней связи студии с аппаратной. Так, диктору дается возможность устанавливать связи с аппаратной, отключив свою передачу в эфир, для получения инструкций или информации.

Когда микрофон включен, студийные громкоговорители связи отключены (за исключением связи во время репетиций). Это осуществляется с помощью релейной системы, которая включает громкоговорители только тогда, когда выведены все регуляторы уровня в микрофонных каналах. Такая система удобна, хотя исполнитель в студии не всегда слышит команду, звучащую в последнюю секунду перед его репликой. Для исполнителя в студии, регулярно участвующего в передачах и обладающего хорошим чувством времени, достаточно светового сигнала или взмаха руки. Впрочем, можно дать ему возможность вступить вовремя самому, прослушав музыку или другие записи через головной телефон. Такой контроль за временем передачи со стороны исполнителя всегда желателен.

Система внутренней связи на телевидении намного сложнее, так как в передачах участвует намного больше людей, имеющих различные задачи, а также потому, что необходимо осуществлять связь между многими акустически изолированными помещениями, включая саму студию и главную аппаратную, где располагаются постановщик и видеорежиссер. Постановщик держит связь с ассистентом, находящимся в студии, по местной ВЧ радиосети, последний слушает его по миниатюрному телефону типа слухового аппарата; операторы камер и другие лица в студии также слышат его через головные телефоны.

В отдельном помещении звукорежиссер контролирует качество звучания, прослушивая программу с необходимой громкостью. Кроме того, на втором небольшом громкоговорителе (с тем, чтобы его звук значительно отличался по звучанию) он может слушать инструкции постановщика и ответы своих помощников из студии.

Управление освещением и камерами также осуществляется из отдельного помещения. Там имеется своя переговорная система с соответствующими точками связи в студии, при которой операторы камер имеют возможность переговариваться между собой. В самой аппаратной у технического руководителя есть небольшой телефонный коммутатор для связи со всеми точками, имеющими отношение к программе, контрольные линии к внешним источникам, а также к видеомagneтофонам и операторам устройств демонстрации фильмов по телевидению, которые в своих помещениях прослушивают командную линию, а также выходной сигнал программы.

Передвижные станции для телевизионных передач вне студии иногда оборудуются совмещенным пультом для регулировки звука командной связи с операторами камер, в результате чего невозможен надлежащий контроль звука. Но когда это требуется, например в случае музыкальной передачи, звук формируется в другом удобном помещении или, как вариант, может быть использована отдельная станция.

Как на телевидении, так и на радио при внестудийных передачах звукорежиссеру обеспечивается связь с различными помеще-

ниями и подвижными станциями. Такая связь обычно осуществляется с помощью местных телефонных линий, заканчивающихся специальными оконечными устройствами, которые дают возможность прослушивать звуковую программу и переговоры всей выездной производственной бригады сотрудников. Кроме того, при работе в выездных условиях могут использоваться полевые телефоны.

ГЛАВА ТРЕТЬЯ

ПЛАНИРОВАНИЕ И ПРОВЕДЕНИЕ ПЕРЕДАЧ ИЛИ ЗВУКОЗАПИСИ

Насколько детальным должно быть планирование технических операций по проведению радио- и телевизионных передач? Ответ на этот вопрос не может быть однозначным, так как он зависит как от текста программы, так и от творческих особенностей редактора передачи и звукорежиссера.

Правильное планирование учитывает все возможности технических средств и предусматривает проведение таких операций, как микширование, ослабление сигналов, звуковые эффекты, эхо и т. д. Следуя указаниям в сценарии, опытные операторы выполняют под руководством звукорежиссера все эти действия в необходимой последовательности.

То, что будет описано в этой главе, относится к работе студии радио и телевидения, будь то запись или передача в эфир, а также с незначительными изменениями к проведению грамзаписи. Процедура озвучения фильма носит аналогичный характер, но требует дополнительной техники, о чем будет сказано позднее.

При первом прочтении сценария помощник режиссера или звукорежиссер просматривает каждую его страницу, прикидывает, какое число микрофонов нужно ввести в действие, как и когда необходимо осуществлять микширование и регулировку уровня. Результаты первого просмотра не всегда правильны, но каждый оператор отмечает на своем экземпляре сценария важные рабочие моменты, применяя собственные обозначения. К таким моментам могут относиться уровень записываемого эффекта или первые слова, на которых вводится регулятор уровня. На радио дополнительно указывают усиление или ослабление голосов отдельных исполнителей или изменения расстояния между ними и микрофоном по ходу передачи. На телевидении эти вопросы чаще всего решает звукорежиссер, лишь в крайних случаях обращаясь к режиссеру. Однако здесь могут возникнуть серьезные трудности, связанные с необходимостью создания определенной звуковой картины в условиях передвижения актеров и возможностью их попадания в нерабочую зону микрофонов.

Вместе с тем, нельзя абсолютно точно установить все до записи или передачи. Например, драматические моменты и их гром-

кость в пьесе могут существенно различаться на репетициях и при записи или передаче в эфир, когда у актеров возникает особый настрой в исполнении. Если в передачу должны быть включены трудные пассажи или необычные приемы, предварительные репетиции или предварительные записи необходимы. Но они могут репетироваться и записываться не слишком тщательно; часто дело сводится к тому, чтобы просто расчленил неудобный материал на подходящие удобные в обработке отрезки.

Многие радио- и телепередачи все еще ведутся непосредственно с места событий, хотя такие передачи в большей степени подвержены случайностям. Прямые передачи наилучшим образом создают эффект присутствия, а одновременное с происходящим событием сопереживание слушателей (или зрителей) вряд ли может быть достигнуто заранее отрепетированной и записанной программой. Что касается случайностей, то они могут быть, и если в прямой передаче возникают погрешности, то слушатели лишь убеждаются в том, что и в четко отлаженном механизме передач могут быть ошибки, свойственные людям.

Подготовка к радиопередаче или звукозаписи

По сравнению с телевидением эта подготовка на радио чрезвычайно проста. Ее осуществляют перед тем, как в студии придут работники редакции и исполнители.

Для выбора студии заявка сопровождается кратким описанием того, для чего студия будет использована. Например, указывается количество чтецов или музыкантов и, если необходимо, приводится краткое описание программы: например, «дискуссия — 6 человек» или «новый секстет с вокалистом».

За исключением простейших программ, отдел выпуска передач готовит распорядок работы студии или сценарий, который (кроме самих актуальных материалов) заранее направляется персоналу, ответственному за выпуск программы. Выпуск большинства материалов идет установленным порядком, при котором они мало обсуждаются до поступления в студию. Однако если появляются какие-либо сомнения или неизученные аспекты, то персонал, участвующий в передаче, должен быть заблаговременно проинструктирован режиссером.

Например, перед записью неизвестной музыкальной группы специалист по микрофонам должен выяснить, какие ожидаются инструменты и какую расстановку микрофонов режиссер-постановщик хотел бы иметь. Если требуется, чтобы передача звучала аналогично существующим записям, то звукорежиссер должен прослушать хотя бы одну из них. Ему нужно также знать, для чего будет использоваться музыка — самостоятельно или для создания фона, должна ли она быть совершенной и захватывающей или мягкой и ненавязчивой, будет ли она с объявлениями в соответствующих местах и будет ли аплодисменты.

Обсуждаются также вопросы организации записи: вероятная продолжительность, остановки в передаче или записи, скорость магнитной ленты в магнитофоне при записи и требуемое количество копий. Рассматриваются также специальные приемы записи на магнитную ленту и вопросы ее хранения.

Любой нетипичный или экспериментальный материал должен обсуждаться с музыкальным руководителем заблаговременно с тем, чтобы дать студийному персоналу план расположения кресел, нотных пюпитров, акустических экранов и музыкальных инструментов, например рояля. Микрофонный оператор и звукорежиссер устанавливают микрофоны и на звукорежиссерском пульте коммутируют их, собирая в группы. Проверяются выходные сигналы микрофонов, включаются в каналы корректоры частот, компрессоры, ограничители, подключаются цепи реверберации, линии задержек и другие необходимые устройства.

Перед приходом исполнителей звукорежиссер проверяет все технические средства, которые он намерен использовать. Сюда входят также такие устройства, как переговорные цепи, устройства синхронизации и регуляторы уровня громкости громкоговорителей. После этого он готов приветствовать исполнителей и указать им их места.

Подготовка к передаче на телевидении

Если на радио большинство проблем перед работой в студии можно решить относительно просто, то на телевидении обычной практикой является проведение специального совещания с участием режиссера и технического персонала за несколько недель до выпуска программы. Представительность такого совещания может быть различной. Для простой программы в совещании участвуют режиссер, главный осветитель, технический директор (который ответствен полностью за все техническое обслуживание, за исключением освещения и звука) и для большинства программ звукорежиссер. При подготовке более сложных программ требуется присутствие помощника режиссера, главного оператора камер, специалистов по костюмам и гриму и других сотрудников, занимающихся, например, организацией зрителей, обеспечением пожарной безопасности, распределением помещений для актеров и такими вопросами, как, например, незапланированные перерывы или визит важных гостей.

Присутствуя на «планерке», общаясь с режиссером, ответственным за выпуск программы, наблюдая за репетициями, звукорежиссер должен определить, что именно потребуется от него, прийти в студию с обычным или специально заказанным стандартным оборудованием, хорошо представлять себе, как достичь необходимой звуковой картины, какова должна быть схема расстановки микрофонов и другой аппаратуры для проведения запланированной репетиции.

Но-совещание по планированию передач служит и для другой цели: это — форум, где могут быть предложены и обсуждены

идеи, которые затем принимаются или отвергаются. Часто возникают дискуссии, поскольку каждый отдел старается выполнить задачу наилучшим образом. Противоречивые мнения должны решаться путем компромисса и сотрудничества. Режиссер, выслушав различные предложения, обычно выступает в качестве арбитра между дискутирующими сторонами. Иногда он вносит незначительные изменения в свой первоначальный замысел для облегчения общей задачи. Но если в сложной ситуации он не меняет своей точки зрения, то перед звукорежиссером возникают самые запутанные проблемы, поскольку большинство режиссеров телевидения отдают предпочтение изображению перед звуком. Поэтому те звукорежиссеры, которые могут облегчить решение сложных проблем, являются ценными сотрудниками съемочной группы. И, напротив, звукорежиссеры, принявшие неудовлетворительный компромисс и затем после выхода программы в свет объясняющие, что плохой звук явится неизбежным результатом сложности телевидения, не заслуживают благодарности.

Начиная с совещания, звукорежиссер устанавливает деловой контакт с другими членами съемочной группы и поддерживает его на протяжении всего срока выпуска программы.

Звукорежиссер и режиссер-постановщик на телевидении

Звукорежиссеру приходится сталкиваться с разными режиссерами-постановщиками. Одни из них могут четко и ясно описать задачу, и если они что-либо сказали, то будут придерживаться этого до конца. Работать с такими постановщиками легко, так как не нужно тратить лишних усилий, запрашивать дополнительный персонал или давать заявки на аппаратуру и оборудование, которое в конечном итоге может быть не использовано.

Другие постановщики могут обладать лишь некоторыми из этих очевидных достоинств, при этом им требуется помощь со стороны звукорежиссера. Это — тип режиссера, который любит до последнего момента в подготовке программы сохранять максимальную гибкость. В результате он полностью использует преимущества тех элементов программы, которые в ходе ее выполнения оказываются лучше, чем предполагалось, и в то же время отбрасывает идеи, которые не укладываются в выбранную схему. При таких обстоятельствах звукорежиссер должен умело спланировать свои ресурсы, с учетом того, что некоторые усилия будут затрачены напрасно. При работе с такими режиссерами средства должны оправдываться достигнутым результатом.

Неопытным режиссерам также требуется большая помощь звукорежиссера. В первую очередь, их следует убедить, что при простейшем решении вероятность ошибки наименьшая.

Для некоторых видов программ (в частности, пьес) звукорежиссер должен прочесть сценарий еще до совещания и подготовить ряд вопросов к режиссеру, который, со своей стороны, дол-

жен быть готов к ответам. Обычно режиссер начинает с общего описания программы и своего отношения к ней. Стиль описания может быть техническим или художественным. В первом случае он может быть очень точным (но не предполагайте, что так будет всегда!), во втором — техническому персоналу потребуется употребить все свое воображение, чтобы превратить художественное описание в конкретные технические требования.

Звукорежиссер должен обратить особое внимание на описание стиля показа. Энергичный стиль с быстрой сменой событий, совокупность крупных и общих планов, необычные ракурсы и «размытые» кадры (которые применяются для создания определенного психологического настроения или просто для оживления слабых мест в сценарии) — все это требует создания звуковой картины, отличающейся от простого и более спокойного стиля показа. Слушая рассказ режиссера, звукорежиссер просматривает план студии, в которой должны быть указаны места, где будут разворачиваться события.

На этом этапе режиссер консультируется о возможной звуковой картине. Эффективные решения некоторых наиболее трудных проблем могут потребовать дополнительных затрат еще до прихода в студию, например, по организации предварительной записи элементов программы или дополнительных расходов на аппаратуру и персонал. Режиссер должен иметь возможность определить, достоин ли эффект, который он хочет произвести, ожидаемых затрат.

Консультации с звукорежиссером о проведении съемок в студии должны быть проведены еще до совещания по их планированию. Если они проведены до съемок фильма, можно избежать несогласованности звучания звукового фона или недостаточно хорошего качества голосов.

Основной порядок проведения репетиций и записи также устанавливается на совещании по планированию, где режиссер должен узнать, выделено ли достаточно времени для репетиций и записи согласно заявке. Нужно помнить, что остановка телевизионной студии даже на десять минут из-за отсутствия одного человека может обойтись очень дорого.

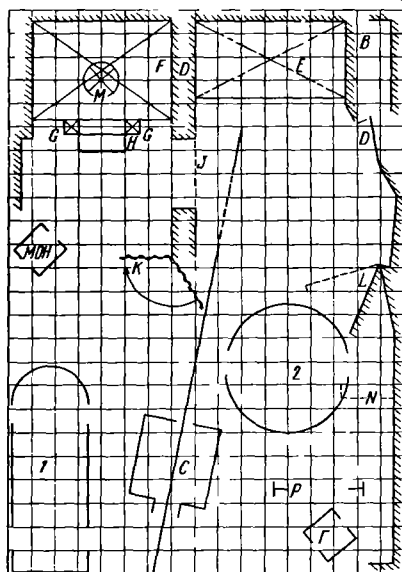
Звукорежиссер и художник-постановщик на телевидении

Работа художника-постановщика на телевидении состоит в подготовке масштабного плана размещения предметов в студии. Звукорежиссер должен легко читать такие планы. На них наносятся символы, обозначающие аппаратуру: микрофонные стойки, подвешенные и стендовые микрофоны, громкоговорители. Позднее, после того, как их позиции и перемещения в студии будут обсуждены со звукорежиссером, они утверждаются постановщиком.

Потолок с его архитектурными особенностями, двери, арки, роостры и ниши должны быть точно указаны на плане, а вентиля-

ционные трубы или колонны, которые могут помешать ходу микрофонных стоек, или участки пола, покрытые материалом, не позволяющим им перемещаться по нему, помечаются особо. Ука-

План студии. Размещение аппаратуры в теле-студии: камеры 1 и 2; микрофонный журавль-стойка С; громкоговоритель Г и монитор МОН. Схема составлена на стандартной карте в масштабе 1:50. Камера 1 является небольшой движущейся камерой (большие камеры требуют и больше места). Камера 2 — это консольная камера; кругом обозначена ее рабочая площадь. Журавль-стойка С может вытягиваться и перевешиваться через какую-либо стенку, если нужно (пунктир на схеме). В — одинарная кулиса; Д — двойная кулиса; Е — искусственный потолок (прерывистая линия); F — помост размерами 2×1,5 м и высотой 45 см над уровнем пола; G — колонны; Н — ступени; J — арка; К — портьеры на перекладине; L — поворачивающаяся плоскость; N — скоба; P — осветительная установка; М — подвесной микрофон, висящий в углу, так как из-за высоких колонн туда трудно под-вести «журавль».



зываются также лестницы и галереи. Для сложных программ иногда готовят масштабные макеты, которые дают более полное представление.

На этой стадии план не является окончательным: потолок может быть переоборудован и изготовлен из акустически прозрачного материала с тем, чтобы микрофон мог быть подвешен сверху, выше уровня искусственного потолка; декоративное дерево может быть укорочено до высоты около 2,5 м с тем, чтобы микрофон на журавле-стойке мог изменять свое положение над ним. План может быть переработан для внесения, например, такого элемента, как скрытый микрофон.

Некоторые виды декораций отражают и, следовательно, усиливают звук. Это, в частности, относится к панелям из дерева. Такие панели могут помочь музыкантам и другим исполнителям, но могут и вызвать трудности, если они расположены полукругом и фокусируют звук. Трудности, связанные с размещением исполнителей и микрофонов, обычно преодолеваются, но не всегда просто, так как это связано еще и с шумом, излучаемым или отражаемым другими частями студии.

Проекционное оборудование кино-или видеоизображения может быть источником шума. Расположение такой аппаратуры и необходимость заглушения ее шума являются еще одной проблемой, требующей участия звукорежиссера и художника.

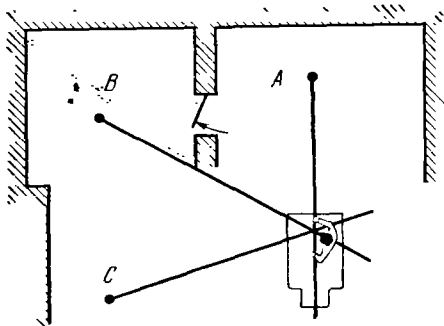
Пол и другие поверхности, используемые на телевидении, часто окрашены или изготовлены так, что возникает проблема шума шагов. Могут быть громкие шаги, которые не должны быть слышны совсем, и такие, которые должны быть хорошо слышны, но их естественный звук не соответствует эпизоду. Здесь звукорежиссеру вновь может помочь художник, предложив соответствующую обработку поверхностей. Об этом мы подробно поговорим в главе о звуковых эффектах, где также рассмотрим эффекты ветра, дождя, пожара и др.

Рабочая зона микрофона

При планировании телевизионной звуковой картины неизменно возникает вопрос: как создать ее с помощью микрофонного «журавля»? Микрофон, который подвешивается на телескопической штанге и поворачивается на любой угол в горизонтальной и вертикальной плоскостях, является в руках оператора орудием, с помощью которого можно решить множество проблем, не показывая микрофона в кадре. Такой подвижный микрофон считается основным способом приема звука на телевидении.

Неподвижные или индивидуальные микрофоны, конечно, тоже можно использовать в помощь «журавлю» или даже вместо него. Кроме того, для многих типов телевизионных программ микрофон может появляться в кадре. Условия, определяющие такие передачи, а также подробные сведения о различных типах микрофонов, определяющие их выбор и методы использования в речевых и музыкальных программах, описаны в гл. 4—7.

На стадии подготовки звукорежиссер должен решить, сколько требуется микрофонных стоек и как они должны передвигаться по студии для охвата различных сцен. На этой стадии необходимо также предусмотреть возможные незначительные изменения в



Работа с микрофонным «журавлем» в трудных условиях. Если микрофонный оператор размещается для работы в районе А, то он не видит действия в районе В, загороженного от него стеной, и поэтому не может судить о правильном расположении своего микрофона. Если действие продолжается в районе С, то без перемещения платформы оператор работает в трудных условиях, уцепившись за «журавль» и стоя на цыпочках на краю платформы. Поэтому заранее следует выбрать более правильную позицию, чтобы охватить все площади — А, В, С. Это требует также планирования расположения камер и освещения.

сценарии, которые будут способствовать наилучшему использованию звукорежиссером его техники. Например, разумно будет планировать для двух актеров, разделенных небольшим расстоянием, использование одного микрофонного «журавля», если в сцена-

при указано, что между репликами имеется несколько секунд, в течение которых «журавль» можно повернуть от одного актера к другому. Но может случиться и так, что на более позднем этапе становится ясно — с художественной точки зрения пауза не нужна и поэтому ее нужно исключить. Если это происходит, то звукорежиссер оказывается в очень трудном положении, так как он — единственный человек, мешающий хорошей игре актеров. Такая ситуация может случиться один раз в жизни, но и этого достаточно, чтобы убедить звукорежиссера в необходимости предусматривать возможность возникновения всяких проблем.

Микрофонный «журавль» может работать без оператора (когда он просто помещается на каком-то расстоянии от актера, который не перемещается), может требовать одного оператора (для нормальной работы) или двух (когда он одновременно должен перемещаться). Первоначальная заявка на персонал, обслуживающий такой «журавль», и руководство им во время репетиций и записи входят в обязанности звукорежиссера.

Звукорежиссер должен обеспечить, кроме того, такое расположение оператора, чтобы он мог должным образом следить за действием, и если актеры переместятся в угол, то они должны быть досягаемы для «журавля». Он также несет ответственность за безопасность оператора и должен так организовать работу, чтобы штанга «журавля» при поворотах не заставляла оператора увертываться от нее и соскакивать с платформы. При работе с некоторыми типами «журавлей» это случается очень часто.

Звукорежиссер должен согласовать с главным телеоператором относительное положение камер и штанги «журавля», в особенности если крупные камеры смонтированы на кранах и для них требуется свобода движений. Кроме того, он должен так спланировать сцену, чтобы освещение не давало тени от микрофонов или их стоек на актеров или видимую в кадре часть декораций.

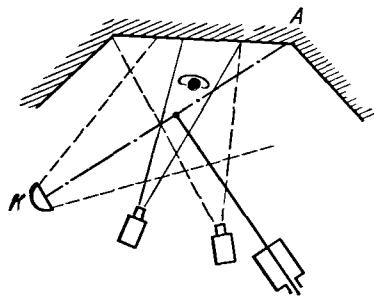
Микрофонные стойки и освещение

Для того чтобы решить проблемы теней, необходимо кое-что знать об освещении на телевидении и при киносъемках.

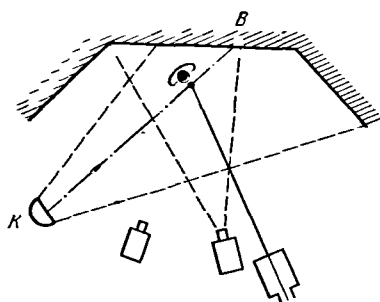
Актеры, как правило, освещаются двумя фронтальными светильниками. Один, «ключевой», является главным светильником. Он более мощный и отбрасывает тень с резкими границами. Второй, фронтальный, светильник является вспомогательным. В идеальном случае он должен обладать меньшей мощностью, но освещать большую площадь и не отбрасывать резких теней. Кроме этого, имеется еще боковое освещение, предназначенное для того, чтобы отделить фигуры актеров от фона, который освещается особо.

Для крупных планов камера и «ключевое» освещение не должны располагаться под большим углом друг к другу (хотя они достаточно разнесены), чтобы добиться удовлетворительной световой проработки лиц актеров. Если микрофон должен перемещать-

ся приблизительно под тем же углом, то, очевидно, существует опасность попадания его тени на объект съемки. Поэтому первое правило размещения микрофона и его стойки таково: *они должны подъезжать со стороны, противоположной «ключевому» светильнику, под углом $90-120^\circ$ к нему.*



Освещение, камеры и микрофон — идеальная ситуация: камера крупного плана имеет почти фронтальное основное освещение *K*. Тень от микрофона падает на задник в точке *A*, не попадающей ни в какой кадр. Однако такой простой случай бывает нечасто.



Освещение, камеры и микрофон — проблемы: сейчас актер приблизился на 0,5 м к заднику, за ним последовал микрофон для получения хорошего звука. При том же положении камеры общего плана и главного освещения, что и в идеальном случае, тень от микрофона становится видимой в точке *B* общего плана.

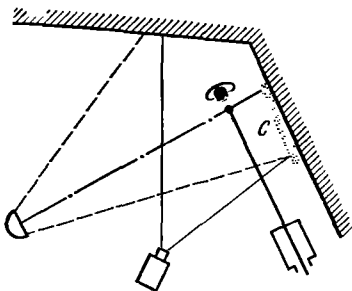
Если эта же камера используется не для широкоугольных съемок, то тень не падает на декорации. Отсюда формулируем второе правило: *общие планы должны по возможности сниматься под достаточным углом к «ключевому» светильнику.* При этом если «журавль» подъезжает приблизительно под тем же углом, что и камера общего плана, тень будет отбрасываться в сторону от кадра, а не на него.

Освещение на телевидении часто служит нескольким целям для того, чтобы сцена могла сниматься в различных ракурсах. Например, освещение часто устанавливают так, что для одного актера оно служит «ключевым», а для другого, стоящего рядом с первым и лицом к нему, — боковым.

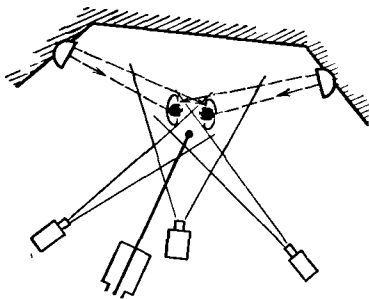
Но по мере того, как сцены, относительно легко снимаемые эпизод за эпизодом в кино, становятся чрезвычайно сложными по охвату камерами на телевидении, их съемка требует компромиссного решения. Третье правило (которое обычно облегчает работу) заключается в том, что *должно быть большое пространственное разделение между главным действием и вспомогательным*, так как трудно учесть расположение всех микрофонных стоек и в какой-то момент может образоваться тень, попадающая в кадр. Отметим также, что штанга «журавля» не должна располагаться близко к стене или какой-либо другой вертикальной конструкции декорации, которая появляется в кадре. Если штанга находится довольно близко, то даже рассеянное освещение создает тень. Подвешенные микрофоны могут тоже отбрасывать тени, и опасность возник-

новения таких теней возрастает, если они подвешены близко к стене.

Случается, что нет возможности избавиться от микрофонной тени в кадре, например, от бокового освещения, так как для хорошего звучания необходимо поместить микрофон достаточно близко. В этой ситуации вероятность заметить тень в кадре уменьшится, если микрофон оставить неподвижным в конкретном кадре, а также если тень падает на несущественную деталь сцены, а не на открытую плоскую поверхность.



Тень штанги «журавля»: если стойка находится близко к длинной стене, то есть опасность, что тень попадет в общий план С, причем даже рассеянное освещение даст тень.



Заднее основное освещение: два человека, обращенные лицом друг к другу, освещены удовлетворительно, и нет опасности попадания в кадр тени от микрофона, так как она отбрасывается перед ними. Но такое решение менее удовлетворительно для цветного телевидения, где требуется много света для фронтального освещения.

На стадии планирования, если действие будет идти слишком близко к фоновому заднику, осветители и звукорежиссеры запрашивают об увеличении постановочной площадки. Обычно режиссер соглашается с таким запросом. Он может выбрать несколько путей: отодвинуть действие от стены, изменить действие или момент, произнесения реплик, увеличить вместе с постановщиком постановочную площадку.

На практике проблемы тени вызываются плохим планированием. Они часто «мешают жить» всей группе, так что несколько ее членов должны быть всегда настороже. Эти проблемы могут вызваться также изменениями планов в последнюю минуту или в результате серии мелких изменений, которые в конечном счете создают большие затруднения. В таких ситуациях дух сотрудничества между специалистами в различных областях помогает преодолеть трудности.

Основные процедуры звукозаписи

Прежде чем более подробно рассматривать отдельные методы звукозаписи, рассмотрим ряд аспектов организации работы в студии. Помимо размещения микрофонов и установки уровней, су-

существуют другие процедуры, которые помогают правильно организовать процесс звукозаписи.

Основными из них являются:

1. Установка номинального уровня. Она заключается в проверке уровня сигнала в канале при подаче стандартного сигнала на его вход. Все приборы канала в разных его точках должны иметь одно и то же показание, свидетельствуя о том, что в канале нет никаких потерь и не добавляются посторонние сигналы. Когда в канал вводится дополнительная аппаратура, она также должна быть приведена к номинальному уровню.

Перед записью и передачей в эфир на проверку уровня должно быть отведено время. Расписание работы студии звукозаписи обычно предусматривает на эту процедуру 10—15 мин.

Установка номинального уровня на телевидении (включая аналогичные процедуры для видеосигнала) продолжается значительно дольше, поэтому и для настройки звуковой аппаратуры должно отводиться достаточно времени. В сложной телевизионной аппаратуре предусмотрена посылка стандартного сигнала в линию без остановки нормального хода звуковой репетиции. В тех случаях, когда устройство записи программы является постоянной частью студийной аппаратуры, процедура установки номинального уровня может быть сокращена.

2 Хронометраж программы. Хронометраж ведется постоянно, для чего используются сценарий, программный лист или специальный бланк записи. В них заносятся все ошибки при записи, наряду с другой информацией, которая может быть полезна при монтаже или повторных записях.

3. Документация. Это — неприятная работа, но она помогает сэкономить время и избежать путаницы впоследствии. На начальный ракорд магнитной ленты записывается краткое содержание записи. Конечный факорд, обычно красный, служит для визуальной индикации конца записи.

4. Сигнализация. На радио система сигнализации и другие методы связи устанавливаются на ранней стадии подготовительных работ. Это экономит время при записи, когда максимальное внимание должно быть сосредоточено на программе. Своевременная подача команд в студию помогает избежать повторных записей.

На телевидении эти команды передаются через помощников режиссера, которые работают, не снимая головных телефонов. В телестудии также, как при внестудийных передачах, хорошим средством связи является радиопередатчик, работающий на миниатюрные телефоны типа слухового аппарата и заменяющие головные телефоны. Необходимо предусматривать также двустороннюю связь с режиссером. Обеспечить все это, разумеется, должен инженер по звуковому оборудованию.

5. Организация аплодисментов. Может показаться странным, что мы включили это в основные процедуры. Но на самом деле реакция аудитории в виде аплодисментов или смеха

может различаться от группы к группе самым неожиданным образом, не говоря о том, что в любой приглашенной аудитории много людей, предпочитающих, чтобы им сказали, что от них ожидается. Поэтому было бы ошибочно рассчитывать на спонтанную реакцию или предоставить этим людям самим решать, аплодировать ли или не аплодировать вовсе.

Каждая из перечисленных процедур подробно описана в нижеиследующих разделах.

Установка номинального уровня

Каждая студия имеет установленный порядок процедур, хотя детали могут различаться.

Порядок, принятый для подготовки звукозаписи на радиостудиях Би-Би-Си, иллюстрирует, какую форму может принять эта процедура. По окончании репетиций, за несколько минут до установленного по расписанию начала записи, ассистент режиссера звонит в студию звукозаписи по так называемой контрольной линии (на самом деле это — обычная телефонная линия, но называется она контрольной, в отличие от широкополосной «музыкальной линии», по которой передается программа¹). Уточняются детали будущей передачи или звукозаписи, а затем на аппаратуру подается стандартный сигнал частотой 1000 Гц, мощностью 1 мВт на сопротивлении 600 Ом. Это так называемый нулевой уровень, создающий 40%-ную модуляцию в передатчике (100% соответствует уровню приблизительно на 8 дБ выше). По всему каналу этот сигнал должен дать одинаковое устойчивое показание всех приборов. Эталонный сигнал предварительно может быть записан на магнитную ленту с тем, чтобы воспроизвести его в процессе наладки оборудования.

После того как уровень установлен, кого-нибудь в студии просят прочесть несколько строк текста в микрофон. Это дает возможность инженеру звукозаписи дополнительно проверить качество звучания речи чтеца, прослушивая его непосредственно из студии. Перед началом записи инженер переключается на контрольный громкоговоритель и в процессе проведения записи прослушивает ее с выхода своего магнитофона.

Окончательно убедившись, что все готово, ассистент режиссера объявляет по внутренней связи: «Начинаем через десять секунд!», включает вне студии сигнальные табло с надписью «Идет передача», а в студии — зеленое сигнальное табло, и запись начинается.

На телевидении этот процесс несколько более сложный. В период установки номинального уровня проверяются одновременно видео- и звуковой каналы (на Би-Би-Си и здесь применяют сигнал нулевого уровня). Часы, установленные в аппаратной, показывают ассистенту в студии по внутреннему телеканалу приблизительно за 30 с до начала времени передачи. В открытый

¹ У нас для этих целей служит обычная диспетчерская связь — телефонная или громкоговорящая.

микрофон ассистент говорит: «30 секунд, ... 20 секунд ... десять — девять—восемь—семь—шесть—пять—четыре—три...», а затем в течение последних трех секунд уровень звука и сигнала изображения выводят на исходный уровень. В качестве дополнительной проверки звука в линию подается сигнал частотой 1000 Гц в течение 10 с между отсчетами времени 20 и 10, который записывается на магнитную ленту как окончательный исходный уровень.

В конце записи подводятся итоги. Проверяется продолжительность записи, и обсуждаются возможные повторы. Если необходимо, делаются дополнительные записи в конце ленты основной программы для последующего монтажа. На этом, собственно, запись (кроме этапа документации) заканчивается.

Прямые передачи отличаются от процесса проведения записи некоторыми деталями. Незадолго до выхода студии в эфир необходимо следить за окончанием предыдущей передачи. Звукорежиссер слышит сигнал, и как только его передача начинается, он переключается с эфирной «подслушки» на выход своей студии. Между студией и передатчиком программу слушают много других служб, поэтому любая неисправность может быть легко обнаружена. Аналогичная процедура повторяется по окончании передачи.

Установка уровня в стереоканале на Би-Би-Си несколько отличается от установки в моноканале. Уровень каждого канала устанавливается на 3 дБ ниже нулевого уровня. Это делается для того, чтобы в любой точке, где создается сигнал $A+B$, подаваемый на монофоническую аппаратуру, установочный уровень становился нормальным номинальным для монофонической системы¹.

Основной вывод из всего сказанного — ничего не делается необдуманно, хотя привычные процедуры могут выполняться быстро и на первый взгляд, небрежно. В звукозаписи нет несущественных моментов.

Хронометраж программы

Хронометраж означает, с одной стороны, ограничение времени передаваемой программы, с другой стороны, взаимосвязь по времени различных в художественном отношении элементов про-

¹ Если складываются два одинаковых сигнала, то суммарный сигнал, естественно, возрастает в два раза по отношению к каждому из первоначальных, что соответствует увеличению уровня напряжения на 6 дБ. Однако если сигналы разнородные (например, разной частоты), но равного уровня, то общий суммарный уровень увеличивается только на 3 дБ.

Считается, что стереосигналы левого и правого каналов разнородны, поэтому при их сложении ($A+B$) общий уровень по отношению к каждому возрастает на 3 дБ и станет равным номинальному при описанной в тексте установке.

В каналах стереопередачи, используемых у нас, уровень устанавливается всегда равным номинальному. Для того чтобы он сохранился таким же при преобразовании стереосигналов в моносигнал, в сумматоре сложение выполняется с потерей уровня в 3 дБ.

граммы. На большинстве радиостанций, в частности, в Америке и других странах, где реклама врезается в программы, а также там, где имеется сетевое вещание, рассчитывается каждая секунда. Один американский звукорежиссер однажды даже характеризовал себя как «секундомер с язвой желудка».

Ныне он, возможно, уже не держит в руках секундомер. За него это делает автоматическое устройство управления или ЭВМ. Обычные повседневные работы по выпуску программы, краткие объявления, музыка, реклама, сигналы точного времени, объявления и позывные станции в большинстве радиовещательных организаций почти полностью автоматизированы. Это освобождает персонал для более полезных работ, например для продажи рекламным фирмам времени в эфире или организации передач новостей с мест событий. Время передачи и ее хронометраж отличаются, и возникающая разница может привести к ошибке в определении длительности передачи. Иногда эта разница получается за счет различного темпа исполнения программы на репетиции и в процессе передачи. Относительная продолжительность разных сцен или разделов программы дает, таким образом, возможность найти ошибки в компоновке общей программы. Поэтому ясно, что точное хронометрирование радиопрограмм является фактором вещания.

При проведении хронометража обычно секундомер пускают вместе с первым словом, а не перед ним и не тогда, когда дан сигнал, и выключают после того, как произнесено последнее слово. Делается этого так потому, что хронометрированные отрезки затем соединяются вместе, а пауза между последовательными отрезками учитывается только в конце записи, что, очевидно, удобнее, чем добавлять паузы неопределенной длительности в процессе ее проведения.

Существуют различные способы пометок на тексте сценария времени репетиций и записи. Они могут делаться с минутным или полуминутным интервалом сверху страницы, от параграфа к параграфу или от сцены к сцене. Конечно, работа с круглыми цифрами облегчает расчеты, но более ценны обозначения времени в местах естественных соединений программы.

Если при записи или репетиции программы проводится хронометраж и кто-то из актеров допускает ошибку, первое, что нужно сделать, это остановить секундомер и отметить в сценарии место, где произошла ошибка. Затем при повторе, когда доходят до этого места, вновь пускают секундомер. Даже если при этом придется повторять значительный отрезок отхронометрированной программы, истинная продолжительность все же будет в основном соответствовать показаниям секундомера, несмотря на то, что хронометрировалась первая попытка, а не вторая.

В тех случаях, когда программа состоит из отдельных элементов, например программа типа радиожурнала, могут использоваться два (и более) секундомера, в том числе один для общего хронометража, а другой для хронометража отдельных сюжетов.

На телевидении это делается для врезки видеомagnetных записей или фильмов. Диспетчер сообщает всем по переговорной системе, сколько минут осталось, и ведет отсчет последних секунд. Такая информация особенно полезна, если часть времени ушла на перестановку микрофонов или другие нехронометрируемые действия.

Еще одним применением секундомера на радио является отсчет для диктора последней минуты в эфире. Кто-либо в студии пускает секундомер и кладет его перед диктором, который знает, что по истечении минуты он должен закончить передачу. Умение закончить передачу секунда в секунду является показателем профессионального мастерства, однако на радио таким умением обладают немногие.

Документация

После того как запись программы закончена, необходимо зафиксировать различные данные записи для последующего ее использования. Они могут носить технический и производственный характер и включают следующие сведения:

1) фамилию и адрес владельца (организации) записи и специалиста звукозаписи; название, регистрационный номер, дату, место записи и др. Образец отчета о записи помещен на рис. 3.7. Он содержит общий план отчетности о записи звука на магнитную ленту. Аналогичные бланки используются для видеомagnetных записей и записей звукового сопровождения фильмов;

2) технические замечания. Подробные сведения об аппаратуре и магнитной ленте, включая номер катушки, если их больше одной: например, катушка № 2 или 5; в отчете указываются номер используемой дорожки и место, где можно найти материал (если он записан не с начала ленты), а также сведения о технических неисправностях микрофонной техники и пр.;

3) подробные сведения о содержании и продолжительности фонограмм, например: фамилии и адреса интервьюируемых; информация, относящаяся к записанной музыке: композитор, автор текста, исполнитель, владелец авторских прав, количество записей и пр.; описание материала, не являющегося оригинальным, например использованные грампластинки;

4) сценарий с указанием хронометража и пометками о монтаже, подробные сведения о текущем состоянии процесса монтажа;

5) сведения, необходимые для определения стоимости программы;

6) другую дополнительную информацию, относящуюся к программе, например источники используемого материала, ссылку на лиц, содействующих записи, и т. п., а также материал, который может потребоваться для рекламы.

Помимо этого, краткие данные программы пишут на начальном ракорде магнитной ленты и на коробке, в которой она хранится. Поэтому впоследствии содержание фонограммы можно опреде

лить без труда, лежит ли лента забытая на столе или стоит на полке в фонотеке. На начальном ракорде лент, используемых в студиях звукозаписи Би-Би-Си написано: «Британская Радиовещательная Корпорация», после чего оставлено место для указания названия программы, ее регистрационного номера, номера

<i>Владелец (организация)</i>				<i>Отчет о звукозаписи</i>	
<i>Адрес</i>					
<i>Наименование</i>				<i>Номер</i>	
<i>Подзаголовок</i>				<i>Количество рулонов</i>	
<i>Дата</i>	<i>Место записи</i>			<i>Тип оборудования</i>	
<i>Тип ленты</i>	<i>Размер рулона</i>	<i>Скорость</i>	<i>Число дорожек</i>	<i>Моно/стерео</i>	
<i>Сведения о содержании программы</i>					
<i>Отчет о качестве записи, монтаж, примечания</i>					
<i>№ рулона</i>	<i>Места, отмеченные в записи</i>		<i>Технические замечания</i>		
	<i>мин</i>	<i>с</i>			
<i>Общее</i>			<i>Запись производилась (имя, фамилия)</i>		

Образец отчета о проведении записи для обычной фонограммы. Аналогичные формы используются для видеозаписи и звукозаписи в кино.

катушки, скорости ленты, продолжительности и даты записи. На этикетке коробки повторяются регистрационный номер, количество катушек, название и скорость. Когда срок хранения фонограммы истекает и запись стирают, начальный ракорд, как и конечный, отрезают и приклеивают новые чистые ракорды к ленте и новую этикетку на коробку.

Радио- и телевизионные организации обычно ведут учет своей продукции и передач. В Соединенных Штатах Америки это делается по требованию Федеральной комиссии связи. Такой учет используется, помимо прочего, для контроля общей продолжительности рекламного материала в час или доли программ, оплачиваемых самой компанией, в общей продукции организации. Однако ведение таких журналов не приносит непосредственной пользы кому-либо из персонала станции, поэтому не удивительно, что место для их хранения выделяется неохотно. Некоторые радиоорганизации, использующие автоматизированные системы, оборудуются низкоскоростными магнитофонами (4 см/с) для автоматической записи данных программы. Такая информация, записанная на ленте за два года, занимает около одного кубического метра. На станциях, управляемых ЭВМ, данные печатаются на телетайпе с указанием точного времени по цифровым часам, встроенным в ЭВМ.

Приемы сигнализации в студии

Звукорежиссер на радио прямо или косвенно руководит исполнителями путем подачи сигналов в студии. На телевидении он может даже использовать специальную аппаратуру для подачи таких сигналов.

Имеются две разные системы связи между звукорежиссером и исполнителем. Это — система световых сигналов, используемая на Би-Би-Си и принятая многими другими радиоорганизациями, созданными по типу Би-Би-Си, а также на студиях озвучения фильмов, и система подачи сигналов рукой — ей отдается предпочтение на американском радио и повсеместно на телевидении.

Радиостудии Би-Би-Си оборудованы зелеными световыми сигналами. Их выключатели расположены на режиссерском пульте, неподалеку от регуляторов уровня. Для каждой зоны студии предусмотрен отдельный сигнал, и расположен он так, чтобы не заставлять исполнителя отворачиваться от микрофона при появлении сигнала. Иногда используются также и сигналы рукой.

Одно мигание зеленого сигнала означает «начинайте». Сигнал остается включенным достаточно долго, чтобы исполнитель увидел его, но не настолько долго, чтобы исполнитель оказался в положении ожидающего исчезновения сигнала. Это условие стандартно для всех типов программ, за исключением одной — новостей и текущих событий, которые идут в быстром темпе. Для такой программы ведущему дается по согласованию зеленый световой сигнал за 10 или 20 с до того, как ему вступить, и ведущий вступает, когда световой сигнал гаснет¹.

¹ В наших студиях это делается проще: у диктора зажигается световой сигнал, означающий «начинайте», диктор включает свой микрофон и тем самым гасит этот сигнал.

Эквивалентный сигнал рукой, означающий «начинайте», заключается в поднятии руки («приготовиться»), после чего руку опускают, указывая на исполнителя.

Световые сигналы на радио применяются также для регулирования времени и темпа передачи. Серия быстрых миганий означает «быстрее», а длительное горение сигнала означает «медленнее». Существует даже мнемоническое правило: «мигает-подгоняет», «горит-тормозит». Эти команды предназначены не только для того, чтобы уложиться в отведенное для программы время, но также и для того, чтобы удержать неопытного оратора от произнесения своей речи скороговоркой или, наоборот, заставить его говорить быстрее. Соответствующие сигналы рукой таковы: рука и указательный палец довольно быстро описывают небольшие круги — «быстрее»; рука с опущенной вниз ладонью делает похлопывающие движения — «медленнее». Эти два сигнала широко используются даже тогда, когда имеется световая сигнализация. На телевидении режиссер подает сигналы помощнику режиссера через систему двусторонней связи, а тот, в свою очередь, — исполнителям.

Во время передачи бесед председательствующий может использовать эти или другие сигналы для точной информации о времени: например, сигнал зажжется два раза — две минуты до конца, один раз — одна минута, одно мигание — тридцать секунд. При подаче сигналов рукой режиссер должен стоять в месте, где он хорошо виден, и сигнализировать о времени, количестве минут, оставшихся до начала, соответствующим числом пальцев, а о полуминутах, скрещивая указательные пальцы обеих рук.

К другим используемым иногда сигналам рукой относятся: разведение рук в стороны — «растяните» (но будьте осторожны, так как этот сигнал может быть понят как «отодвиньтесь от микрофона», так же, как сведение рук вместе, может означать «ближе» либо к микрофону, либо к другому оратору); скрещивание рук в горизонтальной плоскости, ладони вниз означает «остановитесь», а проведение ладонью по горлу, очевидно, означает «отключено». Этот последний сигнал должен быть пояснен до его применения, как, впрочем, и большинство остальных.

Шум публики, находящейся в телевизионной студии, может быть прекращен взмахами руки, а на радио серия быстрых миганий светового сигнала означает «студия выключена — всем остановиться». За этим сигналом вскоре может последовать единичное мигание для начала следующей сцены.

Есть один особый случай на радио, когда оратор слеп. В этом случае режиссер или помощник должны стоять за креслом слепого человека и подавать ему сигналы, положив руку на его плечо или руку. При этом могут подаваться довольно сложные сигналы, если о них договорились заранее. Часто со слепыми бывает легче работать, чем со зрячими.

Организация аплодисментов

Управление аплодисментами аудитории имеет важное значение для многих радио- и телевизионных программ.

В большинстве случаев аудитория вежливо ждет конца фразы, а затем, если услышанное того требует, аплодирует или даже кричит и делает то, что ей представляется уместным. Часто аудитория будучи не уверена, прервут ли ее аплодисменты программу или нет, задерживает их на секунду-две или просто аплодирует нерешительно. Аплодисментов может вообще не быть, особенно если оратор неопытен или не показывает явно намерения вызвать ответную реакцию. В любом из этих случаев результатом будет отсутствие теплоты и ощущения единства аудитории с исполняемой программой. Публика, приглашенная для просмотра в студию, может быть также индифферентна к действиям, разворачивающимся по ходу программы, в результате чего телезритель или слушатель не сможет почувствовать себя участником наблюдаемых событий.

Другим случаем реакции аудитории могут быть чрезмерные аплодисменты, которые слишком нарушают течение программы. Если аплодисменты вспыхивают за одну фразу до необходимого места, то либо эту фразу вообще не будет слышно, либо реакция аудитории чрезмерно растянется, что увеличит время программы и нарушит ее восприятие домашней аудиторией. Иногда сильные аплодисменты и реакция публики могут быть нежелательными в ходе программы или просто неудовлетворительными по звучанию (например, когда молодые люди стучат ногами по полу или стеллажам, на которых обычно устанавливаются кресла для зрителей в телевизионных студиях).

В Великобритании явная организация аплодисментов встречается с неодобрением у большей части интеллигентной публики. Тем не менее это необходимо во всех случаях, когда без аплодисментов программа становится грубой и неуклюжей. Аплодисменты особенно необходимы в небольших аудиториях, на сто и меньше человек, в которых может не оказаться таких людей, которые в любой ситуации помогли бы началу общей реакции. Шум аплодисментов может быть полезен там, где этого требует программа, например, чтобы аплодисменты продолжались неестественно долго при завершении программы, когда звучит финальная музыка и идут титры исполнителей.

Организация аплодисментов оправдана и целесообразна, когда они заставляют местную аудиторию реагировать в тех местах программы, в которых они представляются вполне уместными, когда такие аплодисменты помогают интерпретировать материал программы, на который отзываются аплодисментами, и когда они помогают набрать нужный ритм программы и оставляют домашней аудитории достаточно времени разобраться и оценить происходящее на экране. Аудитория может состоять из сторонников

конкретного исполнителя, команды или политической партии В любом случае разумно будет показать внешнюю сторону существующих истинных взаимоотношений. Во всех этих случаях аплодисменты должны быть организованы так искусно, чтобы оставить ощущение правдивости.

Если этого не сделано, программа не вызывает понимания у большинства зрителей.

Управление аудиторией

В управлении аудиторией есть три стадии:

1) создать определенное настроение у аудитории: нужно убедить людей, что они приглашены для активного участия в программе;

2) рассказать аудитории основные правила «игры», показать ей применяемые сигналы, провести с ней репетицию перед программой;

3) использовать сигналы в ходе программы.

Обычно применяются следующие сигналы (на телевидении их подает помощник режиссера).

«Начинайте аплодировать» — подняв руки высоко над головой, ассистент режиссера начинает аплодировать, делая первые хлопки не очень громкими, иначе его аплодисменты будут слышны громче основного шума аплодисментов. Помощник режиссера должен быть хорошо виден всей аудитории, но не находиться слишком близко к микрофону, иначе его аплодисменты будут выделяться.

«Продолжайте аплодировать» — можно продолжать то же действие или размахивать над головой сценарием, описывая небольшие круги (это позволяет стимулировать аудиторию и использовать другую руку для сигнализации). Обе руки подняты кверху, ладонями внутрь — это также сигнал «продолжайте аплодисменты». Ладони развернуты наружу — затухание аплодисментов, а одновременное опускание рук в стороны вниз или, если необходимо, более резко вдоль тела — «закончить аплодисменты».

Могут использоваться другие знаки. Единственное требование — аудитория должна понимать их и следовать им. Избегайте нелепых знаков, вроде тех, что иногда показывают в старых фильмах. Лучше вести аудиторию, чем приказывать ей.

Для естественных теплых аплодисментов часто характерно небольшое наложение аплодисментов на музыку или речь. Это требует тщательного хронометрирования и четкого понимания звукорежиссером содержания программы, должны ли быть последние слова ясно слышимыми, или можно их частично или полностью заглушить. Он должен также знать, требуют ли первые слова реплики, следующей за аплодисментами, умеренной или вы-

сокой громкости (идеально, для «теплоты» она должна быть умеренной), причем нужно, чтобы в словах, произнесенных до того, как затихнут аплодисменты, содержалась уже сообщенная информация.

«Разминка» является существенной частью любой программы с аудиторией. Перед самой разминкой обычно звучит музыка, прерываемая информацией о программе и о важной роли в ней аудитории. Для комедийного представления важно, чтобы аудитория правильно реагировала с самого начала. В театре актеры должны показать все свое мастерство в течение первых минут с тем, чтобы сплотить аудиторию и установить с нею контакт. На радио или телевидении все происходит несколько иначе. Предыдущая программа оставила определенное настроение, и даже если зритель включил только данную передачу, ему незнакомы окружение студии и ее аудитория. Телезритель или радиослушатель уже наверняка составил себе представление об исполнителе, которого он собирается увидеть или услышать. Поэтому студийная разминка должна учесть это, создав готовность с самого начала смеяться и аплодировать.

Ведущие разминку специалисты по «разрушению льда» могут применять старые шутки, чтобы создать веселое настроение, но они не должны быть смешнее, чем главные исполнители, что бывает иногда нетрудно сделать — таково уже качество некоторых современных комедий.

В Великобритании считают, что смех должен быть естественным и непринужденным, сочувственным и искренним, непосредственно связанным с юмором программы, частью которой он является. Искусственный, дублированный смех и аплодисменты вызывают досаду и, в частности, вместо того, чтобы показать смешные стороны или талант исполнителя, демонстрируют голую технику вещания.

Микрофонная техника для аплодисментов описана в гл. 7.

Запись звукового сопровождения фильма

В состав съемочной группы фильма входят режиссер, кинооператор, звукооператор, осветитель и такое количество ассистентов каждой из названных профессий, сколько требуется для эффективной работы и соблюдения профсоюзных правил. Однако при использовании современной аппаратуры звукооператор не часто нуждается в ассистенте, а, например, при использовании подвижной микрофонной стойки (удочки) для драматических сюжетов помощник необходим.

Обычно звукооператор располагает высококачественным легким магнитофоном, который используется для записи сигналов с его собственного микрофона одновременно с сигналом синхрони-

зации кинокамеры¹. В странах, где частота напряжения сети равна 50 Гц, в качестве стандартной скорости съемки телевизионных фильмов принята скорость 25 кадров в секунду, а пилот-сигнал частотой 50 Гц. В тех странах, где частота сети составляет 60 Гц, для телевизионных фильмов сохраняется кинематографический стандарт в 24 кадра в секунду, а для записи звукового сопровождения фильмов применяется пилот-сигнал частотой 60 Гц.

Для объединения этих двух сигналов на одной ленте разработано много оригинальных систем, с помощью которых достигается наибольшее возможное соотношение сигнал/шум основного записываемого звука. С другой стороны, система, принятая на Би-Би-Си, отличается простотой: два сигнала записываются рядом стандартной стереофонической головкой, причем каждый занимает половину дорожки. В результате соотношение сигнал/шум сокращается лишь на 3—5 дБ по сравнению с записью по всей ширине магнитной ленты. Но это не имеет практического значения при использовании высококачественного магнитофона, тем более, что уровень окружающего шума при съемках практически значительно выше, чем в звуковых студиях.

Отрицательным фактором использования двухдорожечной магнитной головки, где записывающие зазоры расположены один над другим, является проникание сигналов одной дорожки на другую. Опыт Би-Би-Си, однако, показывает, что они незначительны, если пилот-сигнал представляет собой чистый сигнал частотой 50 Гц (т. е. простой синусоидальный), записываемый с уровнем на 8 дБ ниже полного уровня намагничивания ленты. Проникания от низкочастотных сигналов такого вида составляют около 38 дБ ниже уровня звукового сигнала программы и, как правило, неслышны.

Системы, принятые звукооператорами в других странах, зависят от имеющейся аппаратуры по перезаписи фонограмм с 6-миллиметровой ленты на 16- или 35-миллиметровую магнитную киноленту, используемую для монтажа. Именно эта аппаратура, которая согласует скорости фонограммы и киноленты, считыванием пилот-сигнала обеспечивает совпадение изображения со звуком. На практике пилот-сигнал (невидимая перфорация) и связанные с ним системы перезаписи очень надежны, и правильная эксплуатация аппаратуры является гарантией ее хорошей работы.

Лента в кинокамере и лента в магнитофоне должны приводиться в движение с общей стандартной скоростью от электросети или кварцевого стабилизатора частоты при автономном питании, иначе должны быть найдены другие способы подачи сигнала синхро-

¹ Запись сигнала синхронизации необходима для того, чтобы при последующем воспроизведении скорость смены кадров и скорость фонограммы были согласованы между собой, т. е. чтобы звук совпадал с изображением. Такой способ получения соответствия между звуком и изображением вызван трудностями создания аппаратов записи и воспроизведения звука и изображения с достаточно стабильными скоростями носителей записи. Вопросы синхронизации обсуждаются далее подробно в гл. 15 и 16.

низации от камеры на магнитофон, например кабель синхронизации или УКВ радиосвязь. Последняя используется также в современных кинокамерах и системах звукозаписи для распознавания киносюжетов. Применение кабеля синхронизации не вызывает никаких трудностей, но если для мобильности камеру держат в руках, такая проводная связь между кино- и звукооператорами неудобна. Тип продукции, которую собирается выпустить съемочная группа, обычно и определяет вид применяемой аппаратуры.

Для звукозаписи применяют и другие способы. Один из них использует магнитную дорожку на киноленте, что удобно для записи новостей и других сюжетов, когда требуется мобильность съемочной группы, состоящей из одного-двух человек. Звук записывается в самой камере, но на ленте смещается приблизительно на несколько сантиметров по отношению к соответствующему изображению¹.

Другой способ является наследием того времени, когда еще не использовалась 6-миллиметровая магнитная лента: единое устройство действует как кинокамера и как магнитофон с использованием перфорированной магнитной ленты, механически связанной с демонстрируемым фильмом. Автору приходилось пользоваться такой камерой для съемок и звукозаписи, что в дальнейшем значительно сократило процесс монтажа.

Микрофоны и техника их использования звукооператором фильма описаны в последующих главах.

Съемка фильма

Во время репетиции перед съемками звукооператор расставляет микрофоны и устанавливает уровень записи. И так как перемещения камеры и освещение становятся известными окончательно во время заключительных репетиций, то звукооператор имеет еще одну последнюю возможность увидеть, насколько близко он установил микрофоны, нет ли их в кадре и не отбрасывают ли они тень. Он может судить также об окружающем шуме в реальных условиях.

Когда репетиция закончена и исполнители готовы, кинокамеры устанавливаются для съемки первых кадров, а освещение включается на полную мощность. При этом звукооператор слушает, нет ли усиления шума, например, из-за летящего самолета или разговоров на съемочной площадке. Если он видит, что режиссер-постановщик собирается приступить к съемке до того, как этот дополнительный шум затихает, звукооператор должен предупредить.

¹ Это происходит потому, что магнитную головку записи нельзя конструктивно расположить в том же месте, где находится кинообъектив. Это и не нужно — важно лишь обеспечить последующее одновременное воспроизведение изображения и звука. Для этого в кинопроекторах со звуковоспроизведением магнитная головка воспроизведения отстоит от объектива на таком же расстоянии, что и в кинокамере.

доть его, попросить об отсрочке или принять меры по наведению тишины.

Когда режиссер проверит готовность всей группы, помощник режиссера помещает хлопушку перед камерой, а звукооператор или его помощник направляет на нее микрофон. По сигналу режиссера «мотор» включается магнитофон. Одновременно кинооператор включает камеру. Звукооператор следит за поступлением сигнала синхронизации, а кинооператор — за тем, чтобы камера набрала необходимую скорость. После этого помощнику режиссера дается команда «хлопушка».

Отметка кадров заключается в четком определении кадра и присвоения ему номера: «один-два-семь, дубль три», при этом грифельную доску держат перед камерой с поднятой хлопушкой. Затем делается хлопок: ассистент и кинооператор следят, чтобы доска и хлопушка четко помещались в кадр, а звукооператор — чтобы хлопок был хорошо слышен на фоне других шумов, с которыми его можно было бы спутать. Если наблюдаются какие-то неполадки, операцию с хлопушкой просят повторить. Ассистент оператора вновь вносит ее в кадр со словами: «один-два-семь, дубль три, синхронизация по второму хлопку». Затем он быстро, но спокойно освобождает кадр, кинооператор проверяет рамку и фокусировку, а звукооператор — расположение микрофона для начала дубля.

Режиссер проверяет, готовы ли исполнители, и ждет сигнала кинооператора о готовности или о том, не появилось ли новых теней в кадре, которые помешают съемке. Когда он, наконец, удовлетворен, он командует: «действие». Вся эта процедура подготовки занимает 6—7 с.

В конце съемки режиссер командует: «конец». Сначала останавливается кинокамера, а затем звукозапись. Если в процессе съемки был записан какой-то посторонний шум, звукооператор может попросить всех оставаться на своих местах, пока он не сделает повторную запись. Записанную на ленту команду режиссера можно исключить впоследствии при монтаже.

Если случится, что кинокамера и магнитофон начали работать без доски с хлопушкой, кинооператор и звукооператор должны продолжать работу до окончания снимаемого эпизода и далее, пока ассистент не найдет возможность хлопнуть «хлопушкой», добавив к этому кадру слова: «доска в конце».

Немые съемки, т. е. кадры без звукового сопровождения, отмечаются открытой «хлопушкой». Звук, записанный без изображения, лучше всего обозначать, связывая его с конкретными номерами отснятых кадров (это обычно делает режиссер или его ассистент, произнося соответствующее описание записи), например: «запись внутри автомобиля при переключении скоростей», «запись на грифельной доске один-два-восемь» или «дикторский текст для один-три-два и последующих». Другой способ обозначения состоит в присвоении буквенных обозначений, например: «запись В: спокойная атмосфера в классе».

Звукооператор должен делать отдельные записи характерных звуков в каждый момент съемок, если только его не предупредят, что такие записи не нужны, а также переписывать важные эффекты, которые могут быть улучшены путем записи в отсутствие камеры, если это не задержит обработку фильма. Могут быть специфические шумы, включенные по желанию режиссера-постановщика.

Подготовку к съемке можно упростить: начинать каждый кадр синхронизации с изображения звукооператора, называющего номер кадра и постукивающего по своему микрофону, при этом движение губ важнее голоса. Постукивание должно быть отчетливо слышно, а пальцы должны оставаться примерно в течение секунды на корпусе микрофона после постукивания. При таком способе важно не путать порядок кадров и никогда не повторять одни и те же номера для дублей. Все это помогает монтажнику при совмещении звука и изображения.

В некоторых современных аппаратах нет необходимости обозначать каждый кадр с помощью грифельной доски. В системе управления камерой предусмотрена возможность делать отметки как для изображения, так и для звука, причем они нумеруются от единицы до десяти, а затем повторяются. Повторы не обозначаются при такой системе, так как для каждого кадра используется новый номер. Несмотря на такое удобство, полезно демонстрировать доску в начале каждого ролика и затем с промежутками — для больших роликов и, конечно, если имеются какие-либо изменения между роликами.

Документация фильма

Помощник режиссера, помощник кинооператора и звукооператор или его помощник ведут собственную документацию. Но существует и общий документ, в который включаются следующие данные для каждого кадра:

- 1) номер ролика (в фильме);
- 2) номер доски и дубля;
- 3) буква «С» или «Н» у номера кадра для указания «Синхронный» или «Немой», также «д. в к.», если доска в конце. Применение таких сокращений не является общим, но оно удобно для быстрой ориентировки;
- 4) описание съемок с кратким указанием начала и действия в данном кадре (включая маневры камеры: панорамирование, наплывы и т. п., по возможности хронометрированные), текущих моментов, неисправностей или ошибок изображений и звука, общей продолжительности главного действия. Эти сведения должны быть очень краткими и выборочными;
- 5) общая продолжительность или метраж фильма;
- 6) «П» или наклейка для кадров, которые должны печататься, «НП» для кадров, которые не должны печататься;
- 7) номера рулонов фонограмм, если их несколько в фильме;

8) детали записей для облегчения их поиска, если они сделаны без изображения.

Собственный документ звукооператора должен включать максимальное количество полезных технических сведений. Должен быть указан каждый дубль, для которого записывался звук, затем идет список кадров. Удобным способом обозначения дублей, которые должны быть перенесены на широкую магнитную ленту, является обведение в кружок их номеров (об этом должна быть договоренность с режиссером и кинооператором). Сокращание материала, переносимого на широкую ленту, экономит режиссеру и монтажера время впоследствии (как и затраты на хранение магнитных фильмов). Записи без изображения включаются в том же порядке, в котором они записывались с замечаниями по их качеству, где это необходимо.

Помимо этого, звукооператор обозначает каждый новый рулон ленты, перечисляя общие данные: фамилию режиссера-постановщика, стоимость, дату, место записи, тип и номер магнитофона, скорость съемки (для стран, где она может быть как 24, так и 25 кадров в секунду).

Выбор места съемок

Вернемся к стадии планирования, когда выбор соответствующего места съемок является одним из определяющих условий, позволяющих избежать сложностей со звуком, которые удорожают картину, вызывают потери времени или даже не позволяют произвести удовлетворительную запись.

При выборе места съемок необходимо избегать мест, где пролегают постоянные трассы самолетов. Для начала следует понаблюдать за выбранным районом, а затем ознакомиться с картой воздушного движения. Изучение местности должно также обеспечить, чтобы характерный для нее шум не был назойливым: если самолет выбран в качестве элемента съемки, звук его полета не должен быть слишком громким, а шум машин, заводов, строительства домов или дорог не создавал трудностей при съемке и т. д.

Полезной предосторожностью является посещение выбранного места в намеченные для съемок день недели и время дня. Рассказывают, как один помощник режиссера в воскресный день отыскал очаровательную и уединенную сельскую местность для съемок пьесы. Но как только съемочная группа прибыла на место и камеру подготовили к работе, раздался рев реактивных двигателей из-за близлежащей ограды. Оказалось, что за оградой расположен военный аэродром, закрытый для испытаний по воскресеньям.

Подробное обследование местности включает и опрос местного населения, чтение местных газет и т. д. Но иногда все эти меры предосторожности не избавляют нас от случайных помех, подобных колокольному звону, который устраивался один раз в месяц

и почти полностью испортил мою запись съезда профсоюза, специально организованного в живописной местности в старом здании в центре г. Вигана в Северной Англии, неподалеку от колокольни приходской церкви.

Для закрытых помещений следует также познакомиться с их акустикой и шумами. Меры по приближению условий к студийным описаны в следующей главе.

ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ

СТУДИИ

В этой главе описаны студии, их назначение и устройство. Рассмотрены их акустика и обстановка, которая влияет на нее. В главе описаны как радио-, так и телевизионные студии. Киностудии устроены аналогично, но они обычно проще телевизионных, так как продукция последних более дорога и требует больших капиталовложений в аппаратуру и рабочее пространство

Сколько должно быть студий и каких?

Прежде чем рассматривать планировку студий, необходимую для выполнения ее функций, рассмотрим сначала, что необходимо для стран, регионов или городов, различных по своим масштабам. Без учета этого мы не сможем решить, должна ли студия отвечать общим универсальным требованиям или можно спроектировать студию для специальных целей.

Затраты на телевидение таковы, что количество студий, которые можно построить для обслуживания определенной численности населения, очень ограничено. Если взять за основу численность населения региона, равную 5—8 млн. человек, то для его обслуживания достаточно двух конкурирующих между собой телецентров с тремя студиями в каждом: для основной продукции (включая драматические постановки), общего назначения (включая развлекательные программы с аудиторией), для речевых программ (новостей и реклам).

Вне студий находятся помещения, где устанавливается оборудование обработки и передачи сигналов.

Для менее населенного региона могут быть две или даже одна студия. В меньшей степени будет использоваться и оборудование, поэтому частично студия может применяться для различных целей, являясь как бы киностудией, оборудованной и для телевидения, с оснащением ее передвижной телевизионной станцией с телекамерами, видеоманитофоном или радиорелейными линиями.

Такого студийного центра самого по себе недостаточно, поэтому в своих передачах им используются материалы и фильмы

из общей сети страны, если только особые условия не потребуют, чтобы большую часть времени занимали местные, менее дорогостоящие программы.

Для городов с населением около одного миллиона достаточно радиоцентра с одной студией (или двух для конкуренции). Эти студии обычно малы и имеют лишь две-три постановочные площадки средних размеров.

Для населения таких стран, как Великобритания или США, достаточно содержать три-четыре национальные сети. В главных студийных центрах имеется целый ряд больших студий и более разнообразных по назначению, чем для отдельного региона. В очень больших городах с пригородами целесообразно иметь как сетевые центры, так и небольшие местные станции, в особенности, если малые станции специализируются на передачах для национальных меньшинств, обычно не обслуживаемых в главных сетевых программах.

На радио, которое в большинстве стран находится в тени телевидения, ситуация более запутанная. В США радиостанция существует на 25—30 тыс. человек. Многие, а точнее большинство, из них работают на очень небольшую аудиторию и существуют только за счет проигрывания грампластинок. В частности, станции «хорошей музыки» работают при очень малых затратах на свою деятельность. Студия такой небольшой станции — это очень маленькая акустически изолированная комната, в которой установлен микрофон, проигрыватели и магнитофоны (часто касетные).

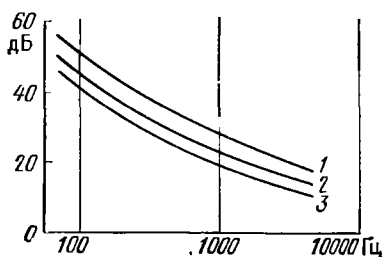
Но возвращаясь вновь к региону с численностью населения 5—8 млн. человек, можно сказать, что при таком числе слушателей может быть полный набор студий для всех возможных функций, которые осуществляются на современном радио. В США, где радиовещание более ограничено, их меньше, чем в Великобритании, где региональный центр может иметь следующие студии: только речевые (несколько); для поп-музыки; для легкой и оркестровой музыки; для эстрадных концертов с публикой; общего назначения, включая драматические произведения и игровые образовательные программы.

Регионы с меньшим населением (100 тыс. — 1 млн. человек) могут обладать мощными, хотя и ограниченными по возможностям радиостанциями. Население целой страны при этом может обладать сетью такого же количества станций, как и телевидение (в США они более рассеяны, чем в Великобритании, где такие радиостанции охватывают почти все население). Би-Би-Си располагает приблизительно 60 радиостудиями только в одном Лондоне, хотя многие из них предназначены для вещания на зарубежные страны. Некоторые из них весьма специализированы, например, одна из студий акустически приспособлена для выпуска основных немusыкальных программ стереовещания, несмотря на то, что такая продукция не является широко распространенной.

Проектирование студии, борьба с шумом

При проектировании или выборе здания для радио- или телевизионных студий необходимо с самого начала руководствоваться следующими положениями:

не строить здание вблизи аэропорта;
стиль постройки выбирать массивный старомодный;
использовать в шумном центре города помещения, окружающие основную студию, в качестве акустического экрана; такие



Допустимый шум:

1 — для обычных телевизионных студий; 2 — для драматических студий телевидения; 3 — для драматических студий звукозаписи.

помещения, расположенные по периметру студии, могут быть любой удобной формы, при этом студия должна быть изолирована от шумов этих помещений;

для строительства студии следует выбирать место с твердым грунтом;

если радиостудию нельзя построить на твердом грунте, то конструктивные элементы студии: бетонный пол, стены и крышу — изолируют резиной или другими подходящими материалами с резонансной частотой, примерно равно 10 Гц (обычная стеклоткань толщиной 2,5 см резонирует при частоте около 100 Гц). Можно также использовать подвесную конструкцию всей студии;

следует учитывать шум воздуха в вентиляции. Вентиляционные трубы низкого давления довольно широки и могут вызывать резонансные явления, которые должны быть сведены на нет при проектировании. Их решетки могут также вызвать завихрения воздуха и, следовательно, шум. Вентиляционные трубы также требуют специальных акустических мер для ослабления передачи звука от одного места к другому;

использовать высокоскоростные системы вентиляции для предотвращения шума, вызываемого воздухом. Но они требуют тщательной планировки и продуманной конструкции, особенно в местах, где воздух входит в студию и выходит из нее;

следует применять двойные двери с герметическим уплотнением и прессовым замком;

предусматривать специальные отверстия для кабелей в конструкции студии и делать их как можно меньшими. Такие отверстия нельзя сверлить произвольно;

изготавливать окна между студией и помещением звукорежиссера двойными, со стеклами различной толщины (например, 6 и 7 мм). Вопреки предположению, параллельность стекол не играет никакой роли. Более тщательная изоляция, чем здесь описана, не нужна, так как высокие уровни звука существуют по обе стороны этих окон;

окна, выходящие за территорию студии или в комнатах прослушивания, должны быть тройными, особенно если при записи предусмотрено включение контрольного громкоговорителя. Меры по предотвращению конденсации влаги в таких окнах необходимы только в том случае, когда окна выходят наружу и может создаваться большая разность температур;

любые шумящие механизмы следует располагать в конструктивно отдельном помещении и монтировать их на антивибрационных основаниях¹.

Даже признанные специалисты могут допускать ошибки. Так, у Би-Би-Си были проблемы со студиями, расположенными в подвале здания неподалеку от линии метро. Расчеты шума конструкции студии, плавающей на резиновой подушке, оказались ошибочными на 10 дБ, и пришлось просто смириться с шумом и ждать применения бесстыковых рельс. Рекомендуемые массивные конструкции зданий могут быть более дорогостоящими, чем обычные, но усовершенствованные. Так, увеличение вдвое толщины кирпичной стены с 10 до 20 см дает выигрыш в подавлении посторонних шумов только на 5 дБ.

Минимальная толщина крыши телевизионной студии составляет около 25 см, что дает среднее ослабление для однослойной конструкции в 60 дБ в диапазоне 100—3200 Гц. Исследования Би-Би-Си показывают, что для ослабления рева реактивного самолета, летящего на высоте около 300 м, минимальное ослабление должно составлять 65 дБ. Даже низколетящие вертолеты (при условии, что они не садятся на крышу студии) представляют собой меньшую помеху, чем эта. Сверхзвуковые самолеты, производя звуковой удар с дополнительным давлением в 8 г/см^2 , требуют ослабления в 70 дБ, особенно на низких частотах. Поскольку для надежного ослабления всегда желательна двухслойная конструкция, то разумнее принять и более высокие нормы на ослабление шума — 70, а не 60 дБ. Конечно, это скажется на здании, которое должно стать несколько тяжелее, чем при однослойной конструкции с ослаблением в 60 дБ.

В качестве эксперимента Би-Би-Си проводила субъективные испытания влияния шумов самолетов, ослабленных крышами различной конструкции. Шумы добавлялись в телевизионную программу в спокойные и напряженные моменты действия. В тех

¹ Таким образом, шумы в студии можно разделить в первом приближении на три вида: шумы, проникающие в студию из внешнего пространства; шумы, возникающие в студии из-за возбуждения в ней колебаний, определяемых ее конструкцией; шумы, создаваемые какими-либо механизмами студии: вентиляции, отоплением, освещением и т. п.

Шумы первого вида связаны со звукоизоляцией студии, которая оценивается по ослаблению звука, попадающего на студию снаружи.

Шумы второго и третьего видов оцениваются по их уровню над порогом слышимости, хотя характер таких шумов может быть самым различным — от едва заметного звукового фона студии до резких резонансных колебаний определенных частот.

случаях, когда передавалась историческая драма, шум самолета звучал явным анахронизмом.

Очевидно, что допустимый уровень шума зависит от типа выпускаемой продукции. Например, для телевизионной постановки звуковой фон из всех источников (включая перемещения в студии) в идеальном случае не должен превышать 30 дБ на частоте 500 Гц (относительно $2 \cdot 10^{-5}$ Н/м²). Для эстрадного концерта допустимый его уровень составляет 35 дБ. На практике, однако, часто допускаются шумы, превышающие указанные на 10 дБ¹.

Реверберация

В необработанном виде студия представляет собой просто пустое помещение с голыми стенами из бетона или другого твердого и массивного материала. Такие стены отражают большую часть звука, падающего на них, не выделяя какие-либо частоты из звукового спектра, хотя очень большие пространства плоского тонкого бетона, вообще говоря, могут резонировать на низких частотах или поглощать некоторые из них.

Если в помещении имеются ковры, занавески, мягкие кресла, то все это, а заодно и люди, будет действовать как звукопоглотитель. Такая мебель, как столы, жесткие стулья, деревянные и металлические предметы, будет отражать падающий на них звук, нарушая при этом фронт звуковой волны, т. е. действуя как рассеиватель. Некоторые предметы мебели действуют двойко: книжный шкаф отражает звук, а книги поглощают его. Свойство предметов поглощать или отражать звук зависит от частоты и связано с размерами предметов. Небольшой выступ на стене будет рассеивать только самые высокие частоты; более длинные по сравнению с его размерами звуковые волны просто огибают его. Мягкий поглотитель, его толщина и положение определяют поглощение длинных волн, а от твердой поверхности стены звук не отразится, если ее покрыть звукопоглощающим материалом толщиной в несколько сантиметров. Если звукопоглотитель тонкий, то он поглощает только звук высших частот; для воздействия на низкие частоты звукопоглощающий материал должен быть несколько отнесен от стены.

Звуки в замкнутом пространстве отражаются многократно, при этом некоторая часть звука поглощается при каждом отражении. Скорость затухания звука является характеристикой студии — ее реверберации. Более точно реверберация — это время, которое

¹ При проектировании радио- и телевизионных студий стремятся к достижению наименьшего уровня любого вида шумов, так как при передаче из студии всегда существуют паузы в исполнении и было бы неприятно в эти моменты слышать какие-то посторонние для исполняемого произведения, независимо от его вида, шумы. Шум, который хоть как-то маскирует полезную информацию, вообще считается недопустимым. Вместе с тем, борьба с шумом обходится недешево, поэтому получение неопределенно низкого уровня шума экономически невыгодно. Нормы на допустимый уровень шума в студии, удовлетворяющие указанным требованиям, оговорены в наших стандартах.

требуется звуку для затухания до одной миллионной части своей первоначальной интенсивности, т. е. на 60 дБ. Время реверберации зависит от частоты, поэтому эту характеристику студии обычно показывают графически для всех звуковых частот или же указывают среднее значение времени реверберации в области частот 500—2000 Гц. Время реверберации зависит от количества отражений за определенный период, поэтому большие помещения обычно имеют большее время реверберации, чем малые, что, к счастью, часто предпочитается слушателями.

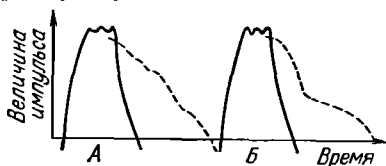
Окраска звука

В больших помещениях можно услышать эхо. Для этого необходимо, чтобы процесс реверберации успел закончиться за время между первоначальным возникновением звука и его повторением. Если этот временной интервал превышает одну восемнадцатую долю секунды, что соответствует прохождению звуком расстояния около 18 м, то, как правило, эхо будет слышно.

В небольшом помещении, напротив, эхо не прослушивается, но можно услышать характерную окраску звука. Она заключается

в селективном подчеркивании некоторых частот или диапазонов частот при реверберации. Окраска часто вызывается твердыми параллельными стенами, которые создают многократные отражения звука вдоль определенных направлений. При каждом отражении также происходит поглощение одних и тех же частот, в результате чего некоторые частоты продолжают звучать, тогда как другие уже угасли. Параллельные стены вызывают также стоячие волны — естественный резонанс воздуха на определенных частотах, соответствующих размерам студии. Если основные размеры находятся между собой в кратном отношении, то эти колебания могут даже усиливаться.

Скорость поглощения звука в различных частях зала может быть неодинаковой, что вызывает аномалии в характеристиках его затухания. Например, прямой звук быстро затухает в частично замкнутом пространстве под балконом, в то время как ревербированный сигнал может продолжать поступать туда из основного зала. Более неприятной, хотя менее вероятной, может быть иная ситуация: когда реверберация создается малым объемом и влияет на звучание большого по размерам пространства. Резонансы сопровождаются преобразованием звуковой энергии. Так происходит в деке рояля, что является одной из его характеристик, влияющей на качество звучания. В помещении резонанс вызывает медленное затухание звука определенной частоты и его выделение на фоне остальных.



Затухание звука:

А — в хорошей музыкальной студии звук затихает довольно равномерно; Б — в плохой музыкальной студии (или при неудачном размещении микрофона) звук может затухать сначала быстро, а затем медленнее.

Не все описанные свойства помещений обязательно отрицательны, особенно если они представлены в умеренных дозах. Они могут придать помещению или студии качества, с которыми в общем можно мириться¹. В излишних дозах они являются злом и могут сделать помещение практически неприменимым или применимым только при тщательном определении места установки микрофона. Решение многих проблем студии или, по крайней мере, некоторое улучшение положения достигается рассеянием звуковых волн. Чем больше направления движения волн подвергаются изменениям, тем более плавным будет затухание звука во времени и во всем частотном диапазоне. На практике это осуществляется проведением акустической обработки и размещением панелей из различных материалов в соответствующих местах на стенах и потолке. После этого едва ли требуется еще что-либо для создания рассеяния звука.

Речевые студии

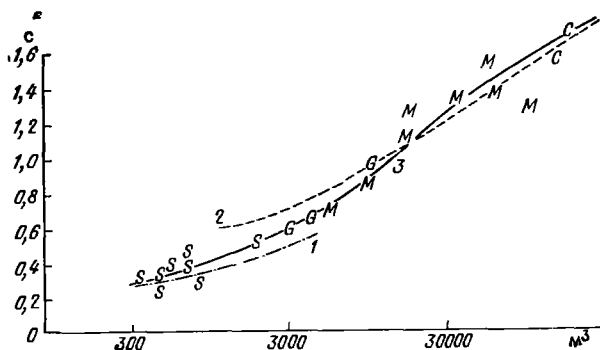
Студии, используемые только для речевых программ, часто имеют размеры гостиной в обыкновенной, но довольно просторной квартире. Помещения меньших размеров, как правило, неудовлетворительны, так как в них возникают резонансные явления, обуславливающие неестественное звучание, избежать которых не удастся даже усиленной акустической обработкой. Кроме того, акустическая обработка, эффективно действующая на низких частотах, существенно сокращает рабочее пространство студии.

Окраска студии больше всего проявляется именно в малых студиях, так как основные ее резонансы, зависящие от длины и ширины помещения, совпадают со спектром голоса. Неправильная форма и произвольное размещение акустических экранов на стенах помогают уменьшить влияние окраски студии. Но в маленьких прямоугольных студиях такая обработка может быть неэффективной. Поэтому диктор вынужден говорить, располагаясь ближе к микрофону. Это вызывает необходимость коррекции низких частот, особенно при использовании ленточных микрофонов. В малых речевых студиях Би-Би-Си такая коррекция встроена в стандартное оборудование. Как уже было сказано, окраска студии не всегда играет отрицательную роль. Она всегда присутствует в естественно звучащем голосе, и за ней следует тщательно следить, особенно при монофонической передаче. В этом случае реверберация студии и ее окраска в значительной степени влияют на речь, воспроизводимую из одной точки пространства (громкоговорителя). В отличие от монопередачи, в стереофонии голос локализуется в пространстве и лучше отделен от реверберирующих звуков.

¹ Более того, окраска звучания исполняемых произведений студией или залом часто является желаемой и характерной. Недаром у музыкантов существуют любимые залы, где, по их мнению, звучание музыки особенно красиво.

На первый взгляд, чтобы избавиться от реверберации, следует попытаться создать полностью заглушенную студию. При этом единственной акустической окраской звука будет акустика комнаты слушателя. Однако практика показывает, что большинство людей предпочитают умеренно заглушенную студию, создающую более «живое» звучание.

Каково идеальное время реверберации для речевой студии? Опыт Би-Би-Си показывает, что для гостиной нормальных размеров оно составляет около 0,4 с при использовании ленточного микрофона. Для комнаты меньших размеров необходимо меньшее



Время реверберации для студий различных размеров. Общепринятое оптимальное время реверберации (Беранек):

1 — речевая студия; 2 — музыкальная студия с «естественной» акустикой. Опыт Би-Би-Си с хорошими студиями показан центральной линией; 3S — речь; G — общего назначения; M — музыка (естественная акустика); C — концертные залы. (Студии для записи популярной музыки могут проектироваться намеренно заглушенными насколько это практически возможно. Искусственная реверберация может затем добавляться в различных пропорциях к выходному сигналу микрофонов.)

время, скорее всего 0,25 с. При этом первое значение обычно получается в домашних условиях, но второе — едва ли. В связи с этим для записи речи в домашних условиях наилучшими являются большие комнаты при условии, разумеется, что они достаточно хорошо меблированы с точки зрения звукопоглощения. Учитывая, что реверберация определяется временем, которое требуется звуку для затухания на 60 дБ, можно воспользоваться хлопанием в ладоши для грубого определения продолжительности реверберации помещения. В комнате, которую предполагается использовать под речевую студию, звук должен замирать быстро, но так, чтобы хлопки слышались не приглушенными и не «мертвыми». Разумеется, при этом не должно быть слышно порхающее эхо.

Помещения для прослушивания и контроля должны иметь аналогичную акустику — наибольшее время реверберации равно 0,4 с. Помещения для прослушивания на студиях Би-Би-Си акустически обработаны так, чтобы время реверберации на частоте 250 Гц было равно 0,4 с с постепенным уменьшением до 0,3 с на частоте 8000 Гц.

Студии общего назначения

В Великобритании все еще есть необходимость в студиях, где для художественных целей применяется переменная акустика. В других странах существование таких студий едва ли оправдано, за исключением их использования для рекламных передач. Такие студии можно также использовать для специальных записей. Поэтому они все еще используются, хотя и в меньшей степени, чем в те времена, когда преобладало только радиовещание.

В студии имеются две рабочие области, разделенные только комплектом занавесей. Одна из них — заглушенная — имеет речевую акустику, но гораздо более глухую (время реверберации около 0,1 с), чем нормальная студия таких же размеров. Другая часть — разглушенная, поэтому, когда ее используют для речи, звучание явно отличается от того, что получается в противоположной части. Если занавес открыт, то микрофон в заглушенной части студии может принимать звук, реверберированный с другой части студии. Порой такая реверберация звучит неприятно, поэтому нормальным положением занавеса является закрытое (или почти закрытое), при котором отсекается разглушенная часть студии. Однако чаще можно получить полезные эффекты, располагая микрофон примерно в середине студии. Разглушенная часть студии может также использоваться для небольших музыкальных групп, сопровождающих речь, передаваемую из заглушенной части.

В студии может быть и заглушенная («мертвая») зона, из которой, если она очень мала, звук слышится, «как из могилы». Этой зоной пользуются для создания впечатления открытого пространства, где, как известно, существует только прямой звук и почти нет отраженного. Однако для получения хороших результатов лучше всего воспользоваться акустически обработанными помещениями типа измерительных камер. Такие камеры облицованы клиньями из пористых материалов, выступающими из стен на расстояние около 1 м. При этом нет необходимости устанавливать клинья на полу, где достаточно обыкновенного ковра (на открытом воздухе полом является обычно земля). Впрочем, некоторые исполнители работают в таких условиях неохотно.

В студии может быть еще и четвертая зона, которая, напротив, является очень «живой», т. е. сильно разглушенной. Однако при использовании этой части существует опасность, что звук будет звучать, как в ванной комнате, поэтому, если возможно, лучше воспользоваться эхо-камерой или ревербератором.

Студии для передачи речи стереофоническим способом должны быть более заглушены, чем студии общего назначения. Причину этого рассмотрим позднее, когда будем изучать совмещенные микрофоны, при использовании которых диктор должен располагаться дальше от них, чем при монофонической передаче, иначе его перемещения будут преувеличенными.

Музыкальная студия

Наиболее важной характеристикой студии, которая определяет ее качество, является время реверберации. Испытания показывают, что при любом размере студии для музыки требуется большее время реверберации, чем для речи. Разумеется, это утверждение не является абсолютным, но оно справедливо для музыки и музыкальных инструментов, звучание которых мы привыкли считать нормальным. Следует, однако, помнить, что как музыка, так и инструменты, какими мы их сейчас знаем, развивались очень специфически. В частности, западная оркестровая и камерная музыка сформировалась из музыки, которую исполняли в гостининых богатых домов в Европе в семнадцатом и восемнадцатом столетиях. Своеобразная акустика салонов определяла эту музыку, как, впрочем, наша музыка сейчас определяет, в свою очередь, необходимую для нее акустику помещений.

Очевидно, что такие инструменты и музыка не являются единственно возможными. Достаточно отметить, что восточная музыка сочинялась для исполнения на открытом воздухе, а церковная музыка — для сильно реверберирующих помещений. Из этого следует, что мы имеем дело с формой, которая в определенной мере произвольно определяется существующими для нее акустическими условиями. Интересно также заметить, что некоторая современная музыка написана сейчас для более «сухой» акустики, чем та, при которой лучше всего звучат произведения Бетховена. Тем не менее, акустика, к которой мы привыкли, привела к созданию инструментов, для которых сочиняется музыка большой красоты и силы, а студии обладают некоторыми конкретными свойствами, о которых можно судить лишь на основе субъективных испытаний.

Пробные прослушивания не всегда выявляют истинные достоинства студии, так как они являются больше мерой того, что нам понравилось в ходе прослушивания, а не того, что нам могло бы понравиться, потрудись мы изменить свои привычки. Тем не менее, такие испытания позволяют получить некоторые результаты, когда они относятся к музыкальной студии. Например, оказывается, что предпочтительное время реверберации колеблется в зависимости от размеров студии: небольшая студия требует кратковременной реверберации, большая студия — долгой реверберации. Для очень маленьких студий (например, комната в доме, выделенная под музыкальный салон) идеальным является время между 0,75 и 1 с. Такое время можно получить, если в помещении нет ковра и лишь несколько крупных предметов мебели. Некоторые авторитеты полагают, что при этом должен быть слабый подъем частотной характеристики в области низких частот, но Би-Би-Си формирует характеристику, равномерную для всех частот.

Интересной особенностью является также и то, что для монофонических передач и записей предпочтение отдается времени ре-

верберации приблизительно на одну десятую секунды меньше, чем для непосредственного прослушивания музыки. Одновременное появление реверберации из той же точки пространства, что и прямой звук, требует ее уменьшения. Кроме того, в любом случае к передаваемому звучанию добавляется реверберация комнаты, где происходит прослушивание. Помимо времени реверберации важным показателем хорошего зала является рассеяние, т. е. равномерное отражение и распространение звуковых волн по всему залу. В нем не должно быть отзвука от куполов, цилиндрических сводов или других вогнутых архитектурных элементов¹.

Заглушенные студии для поп-музыки

Акустика студий не играет существенной роли для звучания большинства произведений современной популярной музыки. Их авторы намеренно отказываются от внутреннего акустического баланса оркестра с помещением, заменяя его многосторонними преимуществами электроники.

Челесте, пианино или флейте может быть отдана мелодия, и можно ожидать, что звучание их будет не менее громким, чем других инструментов. Изыскиваются также различные способы, которые дают возможность достигнуть необходимого баланса между звуком громких инструментов и тихих соответствующим усилением звукового сигнала от микрофона тихих инструментов.

Микрофоны размещаются максимально близко к инструментам, и благодаря их свойствам направленности (см. гл. 5) удается избежать попадания на них прямого звука от других источников звука, а также реверберации открытой студии. Для того чтобы свести к минимуму влияние акустики студии, следует ее заглушить, причем в большей степени, чем это требуется для речевой студии. И дело не только в уменьшении реверберации — должно быть существенно ослаблено любое отражение от стен. Это значит, например, что звуки медных инструментов мало отразятся от стен и, следовательно, не попадут в микрофон флейты или челесты с тех направлений, где нельзя принять меры по ослаблению звука, скажем, поставить акустический щит.

Существует одно акустическое явление, которое учитывается при исполнении поп-музыки. Мы говорим о затухании звука при его распространении в воздухе. На частотах ниже 2000 Гц поглощение звука воздухом ничтожно, но для частот выше 8000 Гц при относительной влажности воздуха в 50% потери за счет поглощения на расстоянии 30 м составляют около 30 дБ. Для более влажного воздуха потери ниже, чем для сухого, в котором они резко возрастают и начинают ощутимо сказываться даже на более низких частотах — 4000 Гц. Это обстоятельство создает различие между двумя исполнениями в одном и том же зале, при использо-

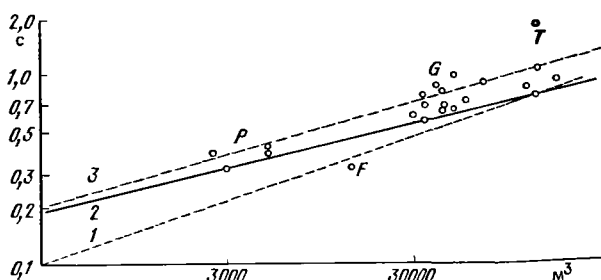
¹ Это свойство помещения определяется возможностью создания в его пространстве диффузного поля.

вании ближнего и дальнего расположения микрофонов. Близкое расположение микрофонов при исполнении поп-музыки исключает это явление, кроме того, и инструменты звучат иначе, чем мы их привыкли слышать, — в звучании появляется больше высоких частот.

Телевизионные и киностудии

Студии для телевидения и кино (в особенности крупные студии) обычно делают очень заглушенными, учитывая их размеры. Основная причина этого состоит в том, что микрофоны, которые не должны появляться в кадре, располагаются далеко от исполнителей. Поэтому для получения необходимого акустического баланса энергия отраженных волн должна быть существенно уменьшена. Кроме того, в заглушенной студии случайные шумы быстро затухают.

Источников шума в студии много. Например, при работе студии требуется на освещение не меньше 200 кВт электроэнергии, поэтому для отвода выделяющегося тепла всегда предусматривается вентиляция, создающая шум. В различных местах студии по



Время реверберации телевизионных студий (максимальные значения между 500 и 2000 Гц): 1 — наименьший практический предел; 3 — наивысшее приемлемое значение; 2 — номинальное значение, к которому следует стремиться при проектировании.

Данные приведены на примере телевизионных студий Би-Би-Си. Точки, расположенные выше верхней кривой, относятся к слишком разглушенным студиям (хотя большинство из них лишь немного превышает этот предел).

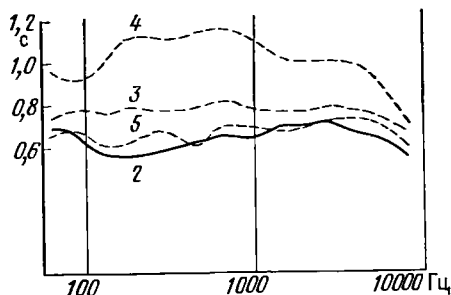
Группа P — литературно-драматические студии и небольшие новые студии; группа G — студии общего назначения; F — преобразованная киностудия, необычно заглушенная; T — перестроенный театр; звук слишком звонкий для обычного использования на телевидении, но удовлетворителен для присутствующей публики.

ходу действия при установке театральных декораций также возникают шумы. Камеры перемещаются между исполнителями бесшумно, но волочащиеся за ними кабели создают шорох. Театральное проекционное оборудование, в особенности проекционная киноаппаратура, также являются источником шумов.

Пол телевизионной студии должен обеспечивать плавное и легкое перемещение тяжелой аппаратуры. В связи с этим он становится акустическим отражателем, тогда как остальные поверхности должны быть хорошими поглотителями. Звук, падающий на пол под любым углом, отражается и даже несколько раз, прежде

чем попадает в микрофон, а звук, идущий горизонтально, может быть отражен только один раз. По этой причине наиболее эффективным участком поглощения звука является нижняя часть стен, которая подвергается акустической обработке в этих местах больше, чем в верхней части.

Декорации сами по себе не оказывают большого влияния на общее время реверберации, но иногда могут непредсказуемым образом повлиять на местную акустику. Поэтому обычно стремятся



Четыре телевизионные студии: частотные характеристики с изменением времени реверберации. Студии 2 и 5 телевизионного центра Би-Би-Си имеют объем около 4000 м³; студии 3 и 4 имеют объем около 12 000 м³; студия 4 спроектирована непосредственно для музыкальных развлекательных программ, для которых она весьма удовлетворительна, для песен она несколько разглушена.

не использовать много декораций, мебели и реквизита для телевизионных передач, за исключением, пожалуй, некоторых музыкальных программ.

Телевизионные студии имеют акустику, приближающуюся к акустике заглушенных музыкальных студий, поэтому они подходят для музыки только определенного типа.

Для серьезной музыки они не подходят, в связи с чем для компенсации их недостатков широко применяются искусственные способы реверберации.

К сожалению, для музыканта, который находит окружающее

его помещение акустически неприятным, это не решает проблем. В частности, музыканту струнных инструментов необходимо слышать отраженный звук, чтобы быть удовлетворенным хорошим качеством тона и достаточной силой звука. В отсутствие этого он неуверенно работает смычком, нарушая внутренний музыкальный баланс оркестра, звук скрипки становится резким и скрипучим. Страдает также ритм игры оркестра. Обычная оркестровая раковина помогает всем музыкантам, хотя наиболее усиливает группу медных инструментов (которые как раз и не нуждаются в ней). Оркестровая раковина существенно влияет на музыкальный баланс, но, будучи переполненной, изменяет его в худшую сторону. В условиях студии в связи с этим наилучшим решением является создание особых декораций для оркестра с отражающими поверхностями для выделения струнных инструментов. Это мало что меняет в общем времени реверберации, но помогает музыкантам играть правильно.

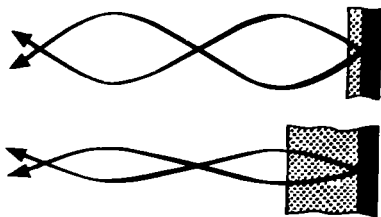
Другим методом, который позволяет добиться хорошего музыкального баланса и одновременно изменить акустику, является амбиофония (подробно см. далее). Для киностудий в прошлом старались создать еще более заглушенную акустику, чем в теле студиях, так как помимо других проблем кинокамеры производят шум, который трудно достаточно эффективно заглушить, хотя за последние годы были введены значительные усовершенствования.

Телевизионные аппаратные контролы и прослушивания звука и студии озвучения фильмов имеют те же характеристики, что и на радио: 0,4 с на частоте 250 Гц с плавным уменьшением до 0,3 с при 8000 Гц. Но зоны режиссерской аппаратной и управления светом на практике делаются максимально заглушенными для того, чтобы голоса режиссера-постановщика, его ассистента и технического персонала были четко слышны через открытые микрофоны в зоне, где звучит сама программа. Впрочем, сделать эти места слишком заглушенными трудно, так как большие площади металла и стекла не позволят добиться этого. Другие технические зоны, например те, где установлены устройства демонстрации фильмов по телевидению и видеомагнитофон, нуждаются в акустической обработке, так как эти механизмы производят шум при работе, а в обеих зонах находятся громкоговорители программы и цепи двусторонней связи. Если машины сгруппированы в полуоткрытых нишах, то их акустически разделяют. Так, в аппаратной кинопроекции уровень разделения между соседними нишами должен составлять 20 дБ.

Акустическая обработка

Существуют три основных типа акустических поглотителей:

Мягкие поглотители. Это — пористые материалы, которые наносятся непосредственно на стены. Действие их основано на потере звуковой энергии в порах материала. Этот материал действует очень хорошо на высоких и средних частотах, но для эффективного действия на низких частотах требуется толщина около 1,2 м. Поскольку для поглощения низких частот нет необходимости покрывать сплошь всю поверхность стены (иначе помещение будет слишком заглушенным), ослабление низких частот осуществляют разнообразными бесформенными выступами из мягкого поглотителя. Правда, это приводит к потере полезного пространства. Поэтому часто целесообразно установить поглотители только такой толщины, которая эффективна до частоты 500 Гц, а с понижением частоты уменьшается. Регулировка ослабления высоких частот (для которых поглощение может быть чрезмерным) обеспечивается путем использования поверхностей из перфорированного твердого картона. Если поверхность на 5 % занята перфорацией, то большая часть высоких частот отражается, если занята на 25% — большая часть погло-



Звукопоглотители. Поглощающая прокладка, близко расположенная к отражающей поверхности, эффективна только для достаточно коротких волн. Экраны с прокладкой толщиной в несколько сантиметров также плохо поглощают все частоты, кроме наивысших. Для наибольшей эффективности ослабления определенной длины волны поглотитель должен заполнять пространство на расстоянии в $1/4$ длины волны от отражающей поверхности.

щается. Поверхности, различные по поглощению, могут чередоваться.

Резонаторы Гельмгольца. Они представляют собой полые сферы с узким открытым горлом, которые резонируют на определенной частоте. Если внутренность сферы покрыта поглотителем, то она ослабляет эту частоту. Поглощение низких частот в широком спектре можно получить с помощью набора таких резонаторов. Но хотя результат может быть вполне успешным, такой метод является довольно специализированным и не получил широкого применения. Он, однако, полезен для борьбы с некоторыми определенными пространственными резонансами звуковых радиостудий.

Проблема пространственных резонансов встречается нечасто: на Би-Би-Си лишь в семи из ста студий. В этих студиях проблема не решена лишь потому, что места, где надо было бы установить резонаторы, заняты другим оборудованием.

Мембранные поглотители. Они часто используются для ослабления низких частот. Идея мембранных поглотителей довольно проста: слой некоторого материала или панель из твердого картона размещается в воздушном пространстве студии. Панель движется под воздействием падающей на нее звуковой волны, как поршень, но это движение тормозится, чем и вызывается потеря энергии звука. Чем больше теряется энергии, тем лучше.

К сожалению, вариантов этой и аналогичных идей так же много, как экспертов в этой области. А они есть в каждом студийном центре Западной Европы, и каждый из них отстаивает способы, успех которых он может продемонстрировать. Однако на практике, несмотря на то, что метод мембран должен давать хорошие результаты, этого часто не происходит. Отдел исследований Би-Би-Си испытал большинство мембранных поглотителей, применяемых в студиях континентальной Европы, и нашел, что ни один из них не работает так хорошо, как хотелось бы.

Многоцелевой поглотитель

В течение нескольких лет Би-Би-Си использует совокупность мягких и специально разработанных мембранных поглотителей, которые дают удовлетворительные результаты. Многие радио- и телевизионные студии Би-Би-Си уже обработаны ими.

В последнее время был разработан совсем новый тип акустической обработки, который обладает несколькими достоинствами: акустический материал имеет стандартные размеры: 60×60×18 см; его легко собирать и устанавливать, что могут сделать строительные рабочие без постоянного наблюдения инженера-акустика; уровень поглощения звука легко регулируется внесением просто осуществляемых изменений в первоначальный проект.

Коробка поглотителя делается из фанеры; задняя стенка сплошь фанерная. Коробка с помощью картонных перегородок разделена на четыре отсека глубиной в 15 см. Над этим воздуш-

ным пространством и сразу же за передней панелью ящика расположен слой минеральной ваты высокой плотности толщиной 2,5 см. Сама передняя панель может быть сделана из перфорированного картона или другого перфорированного материала. Если площадь перфорации очень мала (около 0,5%), резонансный максимум поглощения имеет место на частоте около 90 Гц. Если площадь перфорации большая (20% и более), достигается поглощение в широком диапазоне, но со спадом на частотах 100 Гц и ниже. Поэтому, используя один комплект коробки с двумя комплектами передней панели; можно получить различные уровни поглощения и реверберации в студии.

Использование звукопоглотителей

При проектировании акустики звуковой студии обычно планируют применение сочетаний различных поглотителей.

Коэффициент поглощения на какой-либо частоте пропорционален уровню звука на этой частоте и определяется поглощаемым материалом. Таким образом, поглощающая способность стен может быть рассчитана.

Для относительно небольших площадей и на конкретных частотах поглотители могут иметь коэффициент больше единицы, что объясняется явлением дифракции.

Крупные объекты описываются иногда количеством «открытых окон», используемым как эквивалент поверхности полного поглощения и выражаемым отношением их площади к общей площади объекта. По этой шкале люди имеют коэффициент 4,5 (от нижней части средних до высоких частот), оркестровые музыканты со всеми их инструментами и принадлежностями в два-три раза превышают это число, а мягкая софа дает эффект поглощения в десять раз больший, чем сидящий на ней человек. Имеются таблицы таких значений, которые, кроме того, содержат значения для разных конструкций студий и объема воздуха в них. Расчеты довольно сложны.

Существует несколько практических правил акустической обработки, которые применяются как при проектировании студий, так и просто при улучшении акустики какого-либо данного помещения:

- 1) при акустической обработке следует наносить каждый тип поглотителя на поверхности так, чтобы оказывать влияние на все три координаты пространства;
- 2) следует позаботиться, чтобы не оставалось необработанных поверхностей, расположенных одна против другой, так как поверхность, обработанная для одной частоты, может быть необработанной для другой и, следовательно, отражающей;
- 3) высокочастотные поглотители использовать в качестве верхнего слоя в речевых студиях.

Следует отметить, что для полов речевых студий самой дешевой и лучшей обработкой является ковер хорошего качества с

подложкой (но для потолка при этом потребуется компенсация низких частот). Хорошим средством являются деревянные блоки на полу музыкальной студии.

Что касается общей меблировки звуковых студий, то неразумно создавать хорошую акустику для студии, когда она пуста, а затем наполнять ее массой предметов (в особенности большими мягкими поглотителями), которые изменяют акустику. Эти предметы должны быть включены в расчеты с самого начала. Например, если помещение достаточно обработано для уменьшения времени реверберации и если соблюдены основные правила по размещению поглотителей, то, надо полагать, рассеяние звука будет хорошим. Тогда можно расставить мебель исходя из эстетических и других соображений: внешний вид, удобство и целесообразность расположения.

Использование акустических экранов

Очень часто бывает так, что акустика, созданная в студии, не соответствует той, которая требуется для конкретной программы. Поэтому разработаны способы довольно быстрого изменения акустики студии. Иногда акустическая обработка студии заключается в установке некоторых панелей на шарнирах или в пазах, которые минимальными усилиями позволяют заменить поглотитель отражающей поверхностью. Но такое половинчатое решение редко оказывается удовлетворительным, так как трудно организовать акустику студии непосредственно для одного конкретного типа программ, не вводя новых вопросов в проблему планировки.

Существует еще один широко применяемый метод, который основан на различном расположении студийных экранов (щитов). Экраны, вообще говоря, являются не достаточно хорошими поглотителями, так как для того, чтобы их можно было легко переносить, они должны быть легкими и не превышать в ширину 1 м. Щиты эффективны только для коротких звуковых волн, низкочастотные звуки огибают их, поэтому они не представляют для них препятствия. Это значит, что отдельные щиты оказывают малое воздействие на волны длиной более 1 м, т. е. на низкие и средние частоты. Группировка щитов несколько улучшает положение, но даже в этом случае малая толщина поглотителя, из которого обычно изготавливается экран, неэффективна для низких частот.

Разработаны различные типы щитов. Наиболее широко применяемые состоят из деревянной панели со слоем набивочного материала с одной стороны. Преимущество таких щитов заключается в том, что они служат двойной цели: обращенные заглушенной стороной к микрофону, они ослабляют высокие частоты, а обращенные отражающей стороной, они подчеркивают высокие частоты. При этом звук самой студии несколько уменьшается обратной поглощающей стороной экрана. Среди других конструкций экранов испытывались полуцилиндрические деревянные, покрытые набивочным материалом по диаметру (теоретически они лучше, но

очень громоздки), и большие отдельно стоящие щиты из плексигласа или дерева для записи поп-музыки.

Но каким бы ни был экран, он оказывает влияние на следующее:

1) расстояния, проходимые звуком в студии между отражениями, становятся более короткими. Происходит больше отражений и больше потерь в единицу времени. Это приводит к уменьшению времени реверберации студии;

2) звуки отдаленных источников ослабляются, а в звуке, который огибает экраны, обычно недостает высоких частот. Эти закономерности касаются и реверберированного сигнала, проникающего из открытой студии;

3) окраску звука можно получить путем соответствующей расстановки щитов в студии. Если два параллельных экрана установить на противоположных сторонах от микрофона, то создается эффект стоячей волны. И хотя такой эффект вносит искажения, его в художественных целях можно использовать. Часто при этом микрофон помещают ближе к одиночному экрану;

4) при полимикрофонной технике щиты дают возможность добиться лучшего музыкального баланса, так как достигается более эффективное разделение большого количества источников, расположенных близко друг к другу. Это существенно для монофонических записей, а для стереофонии просто необходимо.

В любой студии всегда полезно иметь несколько щитов, поскольку никогда не известно, когда они могут понадобиться. Они могут пригодиться для создания едва уловимого различия в тембре голоса при одной и той же акустике или для экранирования эстрадного певца со слабым голосом от мощного аккомпанемента; в классической музыке для отделения и усиления звука рожков.

Изменение акустики концертных залов

На примере двух главных концертных залов Лондона покажем, как была практически изменена их акустика.

Еще со времен своей постройки в Викторианскую эпоху зал «Ройял Альберт Холл» обрушивал сильнейшее эхо на ряды кресел и сидящих в них несчастных зрителей. Оно вызывалось формой зала и его размерами. Зал очень большой, и расстояния между прямым звуком и местом первого отражения для некоторых кресел составляло около 30 м, что соответствует задержке примерно в 0,1 с. В идеальном случае для уверенности в том, что реверберация неощутима, этот интервал должен составлять 0,02 с и менее. Вообще говоря, многие залы имеют существенную задержку между прямым звуком и самым ранним отражением. Приемлемо это или нет, зависит от характера этих отражений.

Что касается «Альберт Холла», то он был спроектирован в форме барабана с изящным куполом. Это привело к тому, что вогнутые поверхности фокусировали отражения во многих точках и,

к сожалению, многие из этих точек совпадали с рядами кресел. Помимо балкона, где звук был четким, хотя и отдаленным, в зале было только два места (постоянные театралы подтвердят это), где звук был удовлетворительным, и те, кто знал об этом, хранили секрет и заранее закупали эти места.

Исполнение некоторых музыкальных жанров было особенно подвержено искажениям из-за этих свойств зала. Особым искажением подвергалась игра стаккато на ударных инструментах и рояле. Естественное время реверберации зала было велико, поэтому диапазон музыкальных произведений, который можно исполнять с хорошим эффектом, по существу, ограничивался одним видом: романтической музыкой с длинными плывущими аккордами. А для нее теплота тонов, даваемая залом, была исключительной. Этого было достаточно, чтобы посетители концертов вновь и вновь приходили в зал и терпели иногда неприятное запаздывающее эхо. Нерешительные попытки улучшить акустику, не слишком изменяя внутренний вид зала, продолжались несколько десятилетий. В конечном итоге проблема была решена путем подвески под куполом летающих тарелок» диаметром 2—4 м. Сто девять таких тарелок были подвешены немного выше уровня балкона; вместе взятые, они создали новый потолок, слегка выпуклый в направлении аудитории и заполняющий около половины площади крыши. Эти диффузоры из стекловолокна, пропитанного полиэфирной смолой (некоторые из них покрыты звукопоглощающими материалами с верхней или нижней стороны), в основном решили проблему эха, возникавшего сверху, и в то же время уменьшили реверберацию при 500 Гц до разумного значения, приемлемого для широкого музыкального диапазона. И если раньше было невозможно передавать по радио из незаполненного публикой зала очень громкие произведения, например «Реквием» Верди, то после переделки это стало возможным.

В послевоенном лондонском «Ройял Фестивал Холле» ошибка была противоположного характера. Музыкантов заранее опросили, какую акустику они хотели бы иметь — тонально окрашенную или прозрачную. Ответ был: тональную. К сожалению, вместо этого получилась существенная прозрачность. Звук поглощался больше, чем ожидалось, особенно в области низких частот, главным образом, из-за конструкции слишком тонкого свода крыши. Некоторые меры, например удаление ковров из проходов, придание поверхностям большей отражающей способности, дали незначительный эффект. В то же время кашель звучал как близкий винтовочный выстрел, а реверберация низких частот устойчиво сохранялась в течение 1,4 с. Как можно было увеличить время реверберации, не удаляя все кресла из зала и не отправляя оркестрантов домой?

Ответ был технической новинкой, как и зал, построенный в стиле двадцатого века, — вспомогательный резонанс. Были использованы полостные резонаторы, но не в их обычном виде, а с содержанием микрофонов, настроенных на прием узкой полосы

частот, и излучением звука отдельными громкоговорителями. Сто каналов передавали отдельные полосы частот шириной в 3 Гц — это обеспечивало передачу диапазона в 300 Гц. Таким образом восстанавливался резонанс на поверхностях, где ранее звуковая энергия поглощалась. Было достигнуто время реверберации, равное 2 с, но, кроме того, им можно было варьировать и настраивать его на различные частоты.

Такое усовершенствование зала обошлось не так дешево, как в предыдущем случае с «летающими тарелками» «Альберт Холла», и, увы, было менее удовлетворительно по всем акустическим характеристикам, кроме реверберации. В частности, когда на медных инструментах играют в полную мощность или вступают барабаны, другие подавляются и звук их исполнения заглушен. В результате только в нескольких местах существует действительно хороший звуковой баланс для любой музыки. Для современной музыки с «сухим» (т. е. незаглушенным, прозрачным) звуком «Ройял Фестивал Холл» остается лучшим залом¹.

Би-Би-Си все же удавалось в обоих залах добиться хорошего или достаточно хорошего звучания еще до изменения акустики — путем соответствующего выбора микрофонов и тщательного их размещения. Но все же лучшее звучание музыкальных произведений получают не из этих двух, а из третьего зала — главной оркестровой студии Би-Би-Си, давно перестроенной из бывшего катка. Но и этот зал, неизвестный широкой лондонской публике, имеет свои ограничения. Его характеристики ухудшаются, если ряды кресел заняты многочисленной публикой. Поэтому звуко-режиссеры яростно сопротивляются, если делается попытка ввести публику в студию (хотя место для этого, конечно, есть). Эта прекрасная студия используется сейчас исключительно для стереофонических записей.

Компании грамзаписи при работе с первоклассными оркестрами находят свои решения акустических проблем. Возможно, любители музыки во всем мире даже не знают, что лучшие плас-

¹ Зал «Ройял Фестивал Холл» в Лондоне, открытый для публики в 1952 г., является одним из самых больших концертных залов в западноевропейских странах (объем 22 000 м³, вместимость 3000 человек). Устранение недостатков строительной акустики зала с помощью электроакустической системы осуществлялось дважды. Первый раз она была сделана в 1964 г. и соответствует тому, что описано в этой книге. Акустической коррекции подверглась область частот от 70 до 340 Гц, и было использовано 89 электроакустических каналов. Микрофоны и громкоговорители были размещены над подвесным потолком; имеющиеся в нем отверстия были использованы для вывода горловин резонаторов Гельмгольца с микрофонами. Громкоговорители размещались, главным образом, в головной части зала, микрофоны, напротив, на более или менее значительном удалении от эстрады. Однако оптимальное взаимное расположение громкоговорителей и микрофонов подбиралось экспериментально.

После 1969 г. было решено расширить частотный диапазон коррекции и изменить некоторые аппаратные схемы. В настоящее время эта система содержит 174 канала, занимающих диапазон от 58 до 700 Гц. Благодаря этой коррекции «Ройял Фестивал Холл» считается одним из наиболее совершенных концертных залов мира.

тинки записаны не в тех известных всем залах, а в залах маленьких городов, таких, как Уембли, Уотфорд, Хемерсмит, в строениях, которые даже не предназначены для подобных целей. Вывод из этого может быть только один: хорошую акустику надо искать и создавать.

Не все истории с концертными залами и студиями имеют счастливый конец. На радио правильный выбор зала имеет важное значение, хотя случайное использование плохого зала не должно приводить организацию к банкротству. Для записей на магнитную ленту или грампластинку, предназначенных для продажи, выбор студии более важен: он может так повлиять на качество записи, что подорвет репутацию компании, выпускающей их.

Амбифония

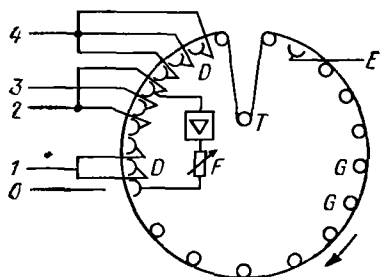
До сих пор наш разговор об изменении акустики основывался на представлении студии в виде некой раковины, которая, как правило, обладает излишней реверберацией, а целью акустической обработки являлось уменьшение ее до необходимо объема. Лондонский «Ройял Фестивал Холл» был пока единственным исключением, да и улучшение его первоначальной акустики было весьма ограниченным.

Для оркестров или других музыкальных групп, требующих естественного акустического баланса, в больших, но относительно заглушенных студиях, таких, как теле- и киностудии общего назначения, необходимы более радикальные методы по совершенствованию акустики. Добавление искусственного эха является лишь частичным решением, так как измененная акустика влияет на самих музыкантов. Струнная группа и другие исполнители, например, стремятся к усилению своего звучания, чтобы лучше слышать себя, но нарушают этим внутренний баланс оркестра и общее качество звучания. Другая проблема для музыкантов возникает из-за того, что отдаленные участки, которые обычно хорошо слышны, могут быть при этом ослаблены, что затрудняет игру ансамблем.

Решение этих акустических проблем предложено способом, который называется *амбифонией*. В ней применяется система микрофонов и громкоговорителей, которая в некоторой степени заменяет недостающие отражающие поверхности. Необходимое для этого количество громкоговорителей велико — скажем, пятьдесят или более для студии средних размеров.

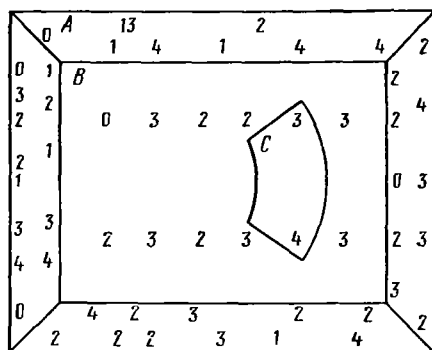
В обычном виде цепи из микрофонов и многочисленных громкоговорителей не могут быть использованы по ряду причин. Одна из них состоит в том, что длина создаваемого при этом акустического пути короче, чем действительные размеры студии; так что общее расстояние от музыканта до микрофона плюс от громкоговорителя до слушателя меньше, чем путь первого отражения через место расположения громкоговорителя. Если, однако, в электроакустическую цепь вводится задержка, то эта проблема

решается и создается кажущаяся отражающая поверхность в тех же размерах студии. На практике удовлетворительные результаты достигаются путем введения не одной системы задержки, а четырех, наряду с несколькими громкоговорителями, передающими незадержанный звук. Эти четыре системы задержки получают смешиванием выходных сигналов с восемью головок воспроизведения с магнитофонной линии задержки, расположенных с необходимыми интервалами вдоль петли ленты. Такое построение амбиофонии обеспечивает быстрое затухание звука, так как он проходит через систему амбиофонического микрофона и многочисленных громкоговорителей, уменьшаясь от одной цепи к другой. Кроме того, используемая переменная обратная связь в петле задержки вводит некоторое дополнительное искусственное эхо.



Амбиофония:

R — записывающая головка, питаемая от амбиофонического микрофона и петли обратной связи *F*; *E* — стиральная головка; *T* — натяжной ролик; *G* — направляющие ленты; *D* — воспроизводящие головки задержки; *0—4* — цепи сигналов на громкоговорители с различными временами задержки.



Размещение громкоговорителей амбиофонии:

A — уровень балкона; *B* — уровень сетки; *C* — область над оркестром; *0—4* — громкоговорители с различным временем задержки: *0* — без задержки, *1* — 30 и 60 мс, *2* — 90 и 150 мс, *3* — 120 мс, *4* — 180, 210 и 240 мс. Это — типовый план, который в каждом конкретном случае может иметь свои особенности.

Амбиофонический микрофон необходимо размещать близко к источнику звука, не более 2—2,5 м, для хорошего разделения звуков источников и громкоговорителей. Микрофон иногда располагают ближе, чем это диктуется условиями достаточного охвата всех исполнителей. Тогда используется несколько микрофонов или же приходится микрофон передвигать в менее благоприятную позицию. Применение нескольких близко расположенных микрофонов на телестудии неприемлемо, поэтому ищут компромиссное решение. Оно, как правило, означает, что амбиофонические микрофоны располагаются на расстоянии, большем необходимого, и предпринимаются специальные меры по устранению возможного возбуждения из-за попадания звука громкоговорителей, на которые подана высокая мощность для хорошей работы системы.

Конкретное расположение микрофонов и громкоговорителей, уровни усиления отдельных каналов определяются путем поочередного включения громкоговорителей один за другим и повышением громкости до возникновения возбуждения. Затем вводят небольшое уменьшение громкости системы до исчезновения возбуждения. Такая регулировка системы должна, конечно, сохраняться для последующего ее использования. Установленный таким образом коэффициент усиления системы является тем максимумом, до которого она может использоваться.

Для рассмотренной системы возможно возбуждение на отдельных частотах (которые в большей степени определяются свойствами студии, а не микрофона, усилителя или громкоговорителя). Чтобы предотвратить это и достичь наивысшего возможного выходного сигнала громкоговорителей, в цепь их каналов включают фильтры — октавные или с еще более узкой полосой. Пользуясь ими, уменьшают нестабильность на отдельных частотах и добиваются улучшения качества амбиофонии.

На работу амбиофонической системы влияет и магнитофонная линия задержки. Так, например, изменение типа ленты в петле задержки следует делать до окончательной настройки всей системы с тем, чтобы учесть изменение ее характеристик, а также для хорошей полировки ленты при ее прохождении по магнитофонной линии, которая обуславливает стабильность характеристик записи и воспроизведения линии.

Амбиофоническая система, разумеется, должна быть полностью отделена от микрофонных каналов передаваемой программы, поскольку программные микрофоны располагают иначе, часто слишком близко к исполнителям, для получения хорошего музыкального баланса. Впрочем, в некоторых типах звукоорежиссерских пультов можно выделить отдельные каналы для амбиофонии и для передачи программы.

Основная цель амбиофонии заключается в создании условий, при которых музыкантам было бы так же удобно работать, как и при естественной акустике. Это достигается, но, помимо этого, создается и приемлемое моделирование акустики музыкальной студии, более удовлетворительное по сравнению с первоначальными неблагоприятными условиями. Вместе с тем, амбиофонию предпочитают не использовать при хорошей естественной акустике концертного зала.

Часто для приема общего звучания студии используется ненаправленный микрофон, располагаемый высоко вверх (см. гл. 7). При использовании амбиофонии этот микрофон следует особо настраивать для правильного баланса прямого звука от системы кажущейся акустики, которая сама по себе влияет на частотную характеристику и время реверберации. Методы установки баланса обсуждаются в гл. 11.

Принятое однажды расположение громкоговорителей амбиофонической системы с соответствующими задержками является специфическим для конкретного положения источника звука, для

которого оно обычно рассчитано. Если же вводится дополнительный источник звука (скажем, певец в другой части студии), то система может быть разбалансирована. В частности, нельзя требовать удовлетворительной работы амбиофонии при перемещении микрофона за певцом. При движении микрофона на различные расстояния будут создаваться неблагоприятные условия для работы отдельных громкоговорителей. Впрочем, если провести эксперимент, то при тщательной его постановке можно найти решение и этой проблемы в каких-либо конкретных условиях.

ГЛАВА ПЯТАЯ

МИКРОФОНЫ

Принцип действия микрофона заключается в преобразовании звуковых механических колебаний в электрические таким образом, чтобы содержащаяся в звуке информация не претерпевала заметных изменений.

Для этого микрофон должен отвечать следующим требованиям:

при рабочих уровнях звука микрофон должен вырабатывать электрический сигнал, в достаточной мере превышающий уровень собственных электрических шумов;

вырабатываемый сигнал не должен иметь существенных искажений;

будучи подключенным к аппаратуре, микрофон должен почти одинаково передавать все звуковые частоты, содержащиеся в сигнале в пределах частотного диапазона аппаратуры¹.

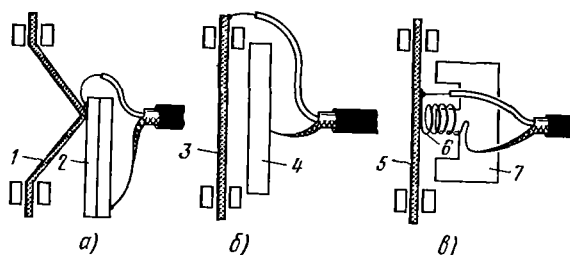
В современных высококачественных микрофонах первые два требования выполняются легко, хотя часто для передачи сигнала без искажений по микрофонному кабелю необходим трансформатор или усилитель, расположенный так близко к микрофону, что может рассматриваться как его часть.

Третье требование не всегда выполняется, и это не случайно. До появления УКВ радиовещания не было необходимости в микрофонах, которые воспроизводили бы весь звуковой диапазон. В настоящее время тоже не обязательно применять микрофоны, работающие во всем диапазоне звуковых частот для источников, создающих лишь часть его. Например, в многомикрофонном музыкальном балансе желательно, чтобы микрофон по своей частотной характеристике соответствовал диапазону частот инструмента. Это делается не только из соображений экономии за счет использования меньшего числа высококачественных микрофонов, но и по другим причинам.

Микрофоны отличаются по способу преобразования колебаний мембраны в электрические колебания. В настоящее время наибо-

¹ См. словарь терминов — микрофон и его параметры.

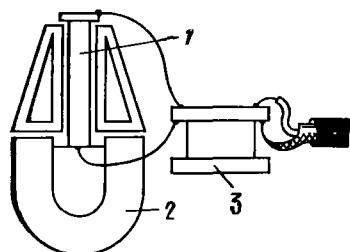
лее употребимыми на практике являются динамические (катушечные), конденсаторные и ленточные микрофоны. Пьезоэлектрические микрофоны используются только в дешевом оборудовании, а угольные — в телефонах. Кроме того, существуют микрофоны с



Типы микрофонов:

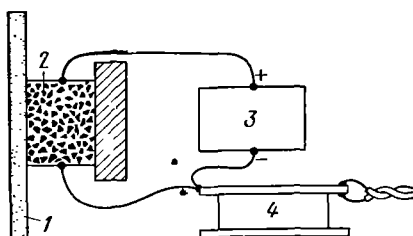
а — пьезоэлектрический микрофон: 1 — легкая, но жесткая мембрана, 2 — элемент из двух кристаллических пластин; **б** — конденсаторный или электростатический микрофон: 3 — мембрана из фольги, 4 — задняя пластина; **в** — электродинамический микрофон: 5 — мембрана, 6 — катушка, присоединенная к мембране, 7 — постоянный магнит.

подвижным сердечником, магнитострикционные и электретные, но они не описываются в этой книге из-за свойственных им недостатков и крайне ограниченного распространения



Ленточный микрофон:

1 — лента из алюминиевой фольги; 2 — постоянный магнит (с направленными вверх полюсами); 3 — трансформатор



Угольный микрофон:

1 — легкая жесткая мембрана; 2 — таблетка из угольного порошка; 3 — батарея; 4 — трансформатор.

Микрофоны также различаются зависимостью движения диафрагмы от звукового давления или от его перепада. Это различие приводит к зависимости характеристик микрофона от направления звуковой волны, т. е. характеристик направленности, которые имеют принципиальное значение для эксплуатации микрофонов. Направленные свойства микрофона широко используются на практике. Однако зависимость частотной характеристики от направления является негативным свойством, которое следует учитывать при использовании микрофонов, превращая даже эту зависимость в положительный фактор.

Чувствительность микрофона определяется минимальным электрическим сигналом, вырабатываемым микрофоном, и явля-

ется важнейшей его характеристикой. Большинство профессиональных микрофонов имеет высокую чувствительность, различающуюся для разных типов микрофонов лишь на несколько децибел (чувствительность измеряют на выходе микрофонного усилителя). Следует при этом отметить, что для передачи сигнала по линии на радиопередатчик необходимо усилить сигнал с микрофона более чем на 70 дБ.

Приведем некоторые важные эксплуатационные свойства микрофонов.

Прочность. Этим качеством в наибольшей мере обладают электродинамические микрофоны. Поэтому они наиболее пригодны при работе во внестудийных условиях. Конденсаторные микрофоны, напротив, не очень прочны и требуют большой осторожности в обращении.

Чувствительность к тряске и резким изменениям положения. При исполнении песен, когда микрофон находится в руках певца, возможны резкие изменения положения микрофона в пространстве. Наиболее надежны при таком обращении опять-таки электродинамические микрофоны. Следует только обратить внимание на то, чтобы соединительный кабель и соединители не являлись причиной каких-либо помех.

Чувствительность к ветру. Повышенной чувствительностью к ветру обладают ленточные микрофоны, поэтому их не следует использовать при работе вне помещения.

Формы, размеры, масса. Внешний вид микрофона особенно важен, когда он применяется на телевидении, а его размеры и масса имеют большое значение, когда микрофон необходимо держать в руке или прикреплять к одежде выступающего.

Стоимость. Самые дешевые микрофоны — пьезоэлектрические. Но и хорошие электродинамические микрофоны сравнительно недороги. Самые дорогие микрофоны — конденсаторные. За последние годы цена высококачественных микрофонов значительно снизилась.

Выходное сопротивление микрофона должно соответствовать входному сопротивлению аппаратуры, на которую от него поступает сигнал. В противном случае произойдет сужение частотного диапазона. Допустимо, однако, низкоомный микрофон применять совместно с аппаратурой, имеющей высокое входное сопротивление. Например, микрофоны с сопротивлением 60 Ом могут быть подключены к аппаратуре с входным сопротивлением 300 Ом и получаемые при этом характеристики будут весьма удовлетворительными. На практике часто используется вместе несколько микрофонов различных конструкций, имеющих разные выходные сопротивления.

В конкретной ситуации любое из рассмотренных свойств может быть определяющим, строго ограничивая или даже диктуя выбор микрофона.

Размещение микрофонов в студии

Микрофон, являющийся началом цепи электрической передачи звука, размещают в студии так, чтобы сигнал от источника звука и отраженные от стен звуковые волны, определяющие звучание студии, попадали в него в правильном соотношении. Иными словами, микрофон надо установить так, чтобы обеспечить приемлемый акустический баланс. Микрофон можно, например, разместить далеко от источника звука, тогда он будет передавать в основном звучание студии; при слишком близком расположении к источнику прямой звук будет настолько преобладающим, что акустика студии вообще не будет сказываться на звучании передаваемого сигнала. При установке используются направленные свойства микрофона, которые дают возможность получить необходимый акустический баланс не только его размещением, но и углом поворота по отношению к источнику звука и ревербирующим сигналом студии. Кроме того, при установке микрофона уровень сигнала должен быть таким, чтобы его можно было передать дальше по электрической цепи без искажений и чтобы он намного превышал уровень шумов микрофонной цепи.

В профессиональной практике это означает, что следует решить, сколько микрофонов необходимо для правильной передачи звука источника, и выбрать наилучший тип микрофона по его поляридной и частотной характеристикам. Необходимо также выбрать дополнение источника звука в студии, если возможно, или, когда их несколько, степень их рассредоточения. Естественная реверберация часто заменяется искусственной, которая вводится в передаваемый для записи звуковой сигнал с помощью электронных устройств. В этом случае сигнал каждого отдельного источника звука можно обрабатывать особо. Принимая во внимание также то обстоятельство, что звучание самой студии можно получить с помощью второго, более удаленного от источника микрофона, устанавливают еще одну цепь микрофона, сигнал которого обрабатывают отдельно и подмешивают к сигналу основной микрофонной цепи.

Для специалиста, работающего в области эстрадной музыки, понятие звукового баланса означает гораздо больше, чем здесь было сказано. Оно включает в себя обработку сигнала, его микширование и контроль — операции, которые являются составными частями единого, но сложного процесса создания нужного звучания. В этой главе, однако, будет рассказано лишь о размещении микрофонов, т. е. том элементе баланса, от которого звучание зависит больше всего.

Расстановка микрофонов

Трудно получить хорошее качество звучания, руководствуясь только готовыми рецептами. Достижение хорошего звучания в значительной степени дело субъективное и оценивается при про-

верочных прослушиваниях в условиях, максимально приближенных к наилучшим. В связи с этим единственный путь определения правильной расстановки микрофонов в студии — тщательная слуховая проверка получающихся акустического и музыкального балансов.

Звукорежиссер, располагая отдельным контрольным помещением, с помощью высококачественного громкоговорителя контролирует правильность расстановки микрофонов по звучанию сигналов, приходящих непосредственно из звуконепроницаемой студии. Но и там, где нет такой идеальной возможности, можно судить о качестве звучания с помощью пробных записей, а если необходимо, то и целой их серии, сравнивая их между собой при последующем воспроизведении.

Звукорежиссер использует пробные записи для того, чтобы судить о возможностях акустики студии или в ряде случаев для исключения ее недостатков, когда, например, реверберация слишком велика или звучание излишне тонально окрашено. Поэтому для воспроизведения этих записей необходимо использовать высококачественное оборудование. Нелишне напомнить, что встроенный в микрофон громкоговоритель, как правило, имеет недостаточно хорошее звучание: его частотная характеристика изрезана провалами и пиками, обуславливая искаженную картину того, что было записано с микрофона. Звукооператор кино или звукорежиссер радио, работая не в студии, может оказаться в чрезвычайно невыгодном положении, записав звук, который затем звучит неудовлетворительно на студийных контрольных агрегатах. Здесь необходимо мастерство или, при отсутствии опыта, очень большая тщательность в работе.

Проверить расстановку микрофонов в хорошо оснащенной студии кажется очень просто, но простота эта обманчива. Для музыкальной записи наилучший, но долгий метод нахождения лучшей расстановки микрофонов состоит в том, что устанавливают два микрофона и сравнивают звучание, получаемое с помощью каждого из них. Микрофон, обеспечивающий лучшее звучание, оставляют на месте, а другой перемещают, и так до тех пор, пока не будет достигнут наилучший баланс. Для речи метод получения баланса во многом похож на предыдущий. Если выступающий сидит за столом, то следует дать ему возможность устроиться поудобнее, а затем произвести с помощью двух микрофонов серию сравнительных проб.

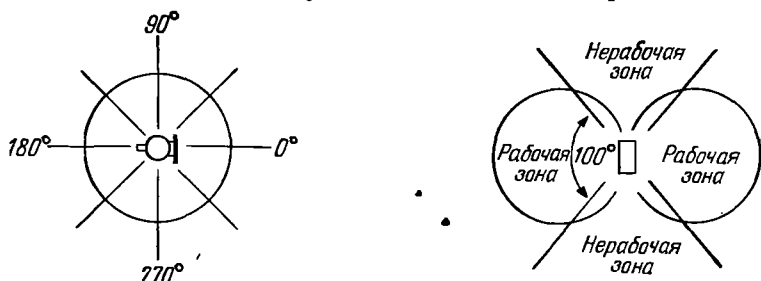
Опытный звукорежиссер, работающий в привычных условиях студии, быстро добивается желаемого результата, пользуясь имеющимися навыками, но это не должно дезориентировать новичка в области звукозаписи. В случаях, когда необходимо получить особенно хорошее художественное звучание, обойтись без проведения соответствующих проб просто невозможно. Но такие методы, как, например, расхаживание по студии в поисках места, которое «хорошо звучит», большого успеха не приносит. Впрочем, для записи музыки это может послужить отправной точкой для

дальнейшего выбора варианта расстановки микрофонов. При репортаже художественными характеристиками звучания можно поступиться ради документальной информации, которая в нем содержится. Но для всех других случаев необходимо принять как должное, что любой недостаток акустического и музыкального баланса снизит оценку, которую дадут передаваемой программе слушатели.

Диаграмма направленности

В зависимости от характеристики направленности все микрофоны разбиваются на несколько основных групп. Описания, данные ниже, приведены для того, чтобы разъяснить термины, которые встретятся читателю. Основные типы микрофонов впоследствии будут рассмотрены более подробно.

Ненаправленные микрофоны. Воспринимают одинаково звуки, приходящие со всех направлений. Принцип их работы основан на измерении давления воздуха и преобразования его в электрический сигнал. Так работает большая часть электродинамических и кристаллических микрофонов, а также некоторые конденсаторные микрофоны. Мембрана микрофона открыта для воздействия давления воздуха только с одной стороны.



Ненаправленная характеристика. Вырабатываемый электрический сигнал на выходе микрофона не зависит от направления прихода звука.

Двунаправленная характеристика. Рабочая и нерабочая зоны ленточного микрофона. Если звук приходит под углом 60° к акустической оси микрофона, то сигнал на выходе уменьшается вдвое. Рабочий угол характеристики направленности обычно составляет 100° .

Микрофоны с двусторонней направленностью. Измеряют разницу в давлении (градиент давления) в точках, последовательно расположенных в направлении распространения звуковой волны. Если осевая линия микрофона расположена перпендикулярно направлению движения звука, то давление воздуха по осевой линии одинаково и на выходе микрофона электрический сигнал отсутствует. По этой причине микрофон обладает направленностью. При движении источника звука вокруг микрофона сигнал на его выходе постепенно изменяется, а его чувствительность в зависимости от направления — диаграмма направленности — имеет вид «восьмерки» (рис. 5.5). У такого микрофона есть рабочая зона, в пределах которой он воспринимает сигнал, и не-

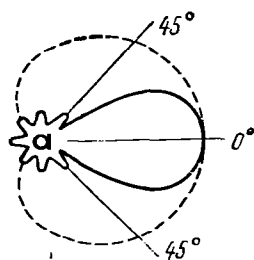
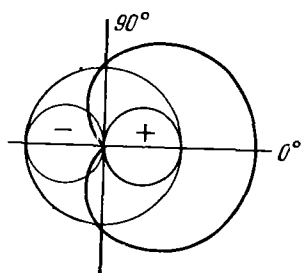
рабочая, где чувствительность микрофона минимальна. Угол, в пределах которого микрофон работает, составляет около 100° .

Звук, попадающий на тыловую часть микрофона, создает электрический сигнал, который равен по значению сигналу с фронтального направления, но находится с ним в противофазе.

В режиме микрофона-приемника градиента давления обычно работают ленточные микрофоны, у которых колебания полоски алюминиевой фольги происходят в соответствии с разницей давлений на ее сторонах. Конденсаторные микрофоны с одной диафрагмой работают так же, если давление воздуха воздействует одновременно на обе стороны диафрагмы.

Микрофоны с характеристикой направленности в виде «восьмерки» широко используются для получения стереобаланса, поскольку в технике стереофонии такой тип микрофона необходим по самой сути — в стереофонии источники звука, расположенные под углом относительно друг друга, должны различаться по своим сигналам.

Однонаправленные микрофоны имеют характеристику в виде кардиоиды, которая по своей форме напоминает сердце. Такую характеристику можно получить, объединив выходы двунаправленного (ленточного) и ненаправленного (катушечного) микрофонов. Некоторые типы кардиоидных микрофонов так и содержат — ленту и подвижную катушку в одном корпусе.



Кардиоидная характеристика является результатом сложения ненаправленной и восьмеркообразной характеристик. Таким образом, микрофон с этой диаграммой будет однонаправленным.

Характеристика высоконаправленного микрофона. Сплошной линией показана характеристика для средних частот звукового диапазона (на более высоких частотах она становится еще уже). На низких частотах — пунктирная линия — характеристика расширяется и становится обычной — кардиоидной.

Выходные сигналы таких микрофонов складываются, если звук приходит с фронтального направления, и вычитаются для звуков, приходящих с тыльной стороны. Если звук попадает в микрофон с направления, которое не воспринимается лентой, то сигнал на выходе будет образован только подвижной катушкой. Поэтому микрофон лучше всего воспринимает звуки, приходящие с фронтального и боковых направлений, и практически не реагирует на звуки, приходящие сзади.

Кардиоидные микрофоны чаще всего представляют собой сложные устройства, содержащие или две мембраны, или

одну. В последнем случае мембрана имеет сложную акустическую связь с внешней средой. Некоторые микрофоны этого типа можно переключать на работу с разными характеристиками направленности: с ненаправленной характеристикой, с характеристикой вида «восьмерка» или с характеристикой, являющейся промежуточной между первыми двумя.

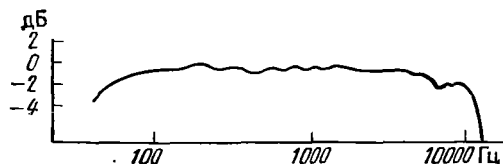
Особенно примечательной характеристикой однонаправленного микрофона является гиперкардиоида, имеющая относительно широкий лепесток во фронтальном и меньший лепесток в обратном направлениях.

Высоконаправленные микрофоны практически не воспринимают звуки с тыльной стороны. Они отличаются своими размерами: либо большим параболическим отражателем, направляющим звук на помещенный в его фокусе микрофон, либо, что более распространено в настоящее время, длинной трубой, выходящей вперед от собственно микрофона. Характеристика направленности такого микрофона довольно узка на высоких частотах, но расширяется по мере увеличения длин волн, особенно на тех, что соизмеримы с размерами микрофона.

Частотные характеристики микрофонов

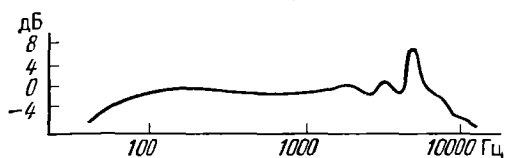
Частотные характеристики высококачественных микрофонов на практике, как правило, неравномерны. Даже характеристики исключительно дорогих микрофонов обладают неравномерностью, обнаруживая пики и провалы около 3—4 дБ. Но это происходит не от недостатка мастерства при изготовлении микрофона, а исключительно из-за трудности создания микрофона с совершенно равномерной частотной характеристикой во всем диапазоне звуковых частот. Микрофоны одного и того же типа, кроме того, могут отличаться один от другого по частотной характеристике на 2 дБ. К счастью, очень мало людей, которые в состоянии заметить такую неравномерность; как правило, она маскируется реверберацией и другими особенностями акустики студии, в которой микрофон установлен. Впрочем, широкий подъем характеристики в области высоких частот на 6—7 дБ, который возникает у микрофона, находящегося близко ко рту говорящего, будет замечен.

Частотная характеристика некоторых микрофонов имеет спад в области низких частот. Это препятствует их применению для записи некоторых оркестровых инструментов. Однако гораздо существеннее то, что большая часть микрофонов обладает потерей



Частотная характеристика высококачественного ленточного микрофона. Ее неравномерность определяется, как правило, в децибелах, дБ.

ми на высоких частотах: для обычных профессиональных микрофонов — выше 10 кГц, для высококачественных — выше 12 кГц. Лишь отдельные экземпляры микрофонов не имеют заметных потерь в области высоких частот, однако для них критичен угол установки по отношению к источнику, под которым используется микрофон: его акустическая ось должна быть направлена строго



Неравномерная частотная характеристика недорогого ненаправленного микрофона с большой мембраной. Небольшими неравномерностями по сравнению с теми, которые существуют в области высоких частот, можно пренебречь. Следует заметить, что пик в высокочастотной области можно использовать для создания «эффекта присутствия».

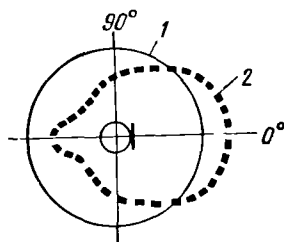
на источник звука. Весьма распространен и такой недостаток микрофонов — очень серьезный с точки зрения высококачественной передачи звука — случайный характер характеристики в верхней области средних частот. И так как, за редким исключением, изготовители микрофонов обычно публикуют данные, которые в какой-то мере идеализируют их продукцию, то упомянутые дефекты частотной характеристики по этим материалам предвидеть трудно.

Частотный диапазон микрофона прямо зависит от его размеров. В общем случае, чем больше мембрана и корпус микрофона, тем труднее получить гладкую частотную характеристику, хотя уровень сигнала при этом будет выше.

Если тыловая часть мембраны закрыта, как в ненаправленном микрофоне, то принципиально трудно получить хорошую частотную характеристику в верхней области средних частот. Напротив, в двусторонненаправленных микрофонах, например ленточных, открытых с тыла, такого недостатка нет — они обычно имеют более равномерную характеристику.

Ненаправленные микрофоны

Большое количество микрофонов, которые считаются ненаправленными, на самом деле являются таковыми только на низких частотах. Если размеры микрофона около 5 см, то он начинает проявлять направленные свойства на частотах выше 7000 Гц. Обычно это свойственно дешевым кристаллическим, а иногда и некоторым профессиональным электродинамическим микрофонам. В их характеристиках, кроме того, часто наблюдается подъем в области высоких частот, однако если источник звука находится под углом около 45° к акустической оси, то частотная характеристика микрофона становится более равномерной. Использо-



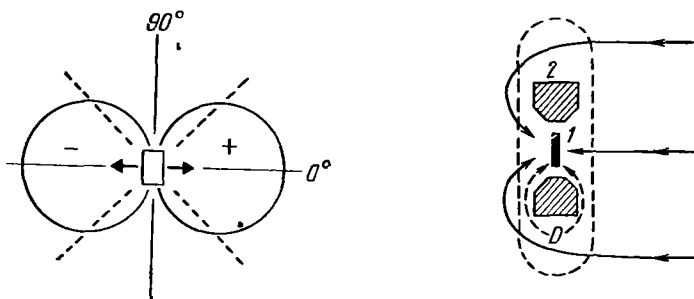
Характеристика направленности реального микрофона показывает типичное изменение его направленных свойств в зависимости от частоты. На низких частотах характеристика (1) соответствует теоретической, но на высоких частотах (2) появляются направленные свойства.

зование этого свойства иногда позволяет регулировать частотную характеристику записи, устанавливая микрофон под углом 45° или определяя опытным путем другой угол, при котором частотная характеристика оказывается наиболее равномерной. Впрочем, если микрофон используется для интервью в шумной обстановке, то установка по акустической оси позволяет сделать передачу речи более внятной, хотя частотная характеристика и не будет при этом равномерной.

Миниатюрные микрофоны не имеют направленных свойств. Их применение в студии для передачи и записи речи будет рассмотрено далее, хотя чаще всего они применяются вне студии для ведения репортажей и записей интервью.

Микрофоны с двусторонней направленностью

Микрофоны с характеристикой типа «восьмерка» следует рекомендовать для всех видов работы в помещениях. Их направленные свойства дают возможность оператору выбрать приемлемое соотношение прямого и отраженного звуков, а также подавить нежелательные шумы.



Характеристика направленности в виде «восьмерки». При перемещении источника звука вокруг микрофона сигнал на его выходе изменяется. При угле 90° к акустической оси сигнал на выходе микрофона отсутствует, а при дальнейшем движении источника он увеличивается по амплитуде, но имеет противоположную фазу.

Работа микрофона, построенного на принципе измерения градиента давления. Разность путей распространения волн, т. е. дополнительное расстояние, которое волна пройдет, чтобы достигнуть обратной поверхности мембраны 1, эквивалентна расстоянию D вокруг полюса магнита 2.

Особенностью ленточного и других двенаправленных микрофонов является подчеркивание низких частот. Если такой микрофон поместить близко к источнику звука, скажем, на расстоянии менее 0,6 м, то низкие частоты будут воспроизводиться сильнее и тем резче, чем ближе микрофон располагается к источнику. Вместе с тем, и общий уровень звука этого сигнала очень сильно возрастает. На расстоянии в 30 см уровень звука в четыре раза больше, чем на расстоянии в 60 см. Для низких частот возрастание больше, для высоких — меньше. Последнее объясняется тем, что на высоких частотах на уровень сигнала влияет изменение фазы звуковых волн, приходящих на фронтальную и тыловую

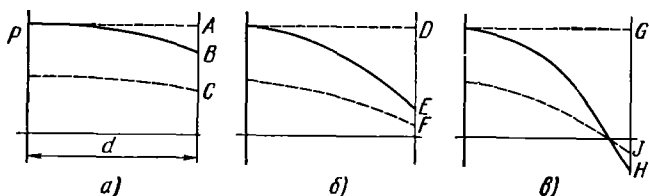
части микрофона. Таким образом установка такого типа микрофонов часто сводится к балансировке уровня низких частот.

Приведем несколько замечаний относительно использования ленточных микрофонов, когда условия студии вынуждают размещать микрофон близко к источнику.

1. Вышеописанный эффект сказывается по-разному для различных голосов. Женщины например, могут говорить перед микрофоном на расстоянии, меньшем рекомендованного, без заметных искажений.

2. Для уменьшения искажений близко расположенного микрофона можно использовать электрическую корректировку, например микрофонный усилитель с регулировкой тембра. Глубина коррекции и расстояние микрофона до источника определяются экспериментально.

3. Не следует располагать микрофон и на большом расстоянии, так как это вызовет не только достаточно заметное изменение интенсивности сигнала, но и изменение соотношения прямого и отраженного звуков. Качество звучания изменится существенно.



Изменение действия микрофона градиента давления в зависимости от длины звуковой волны. На каждой диаграмме сплошная линия показывает давление звуковой волны на передней поверхности мембраны; пунктирная линия показывает уменьшенное давление сферической волны после того, как она проходит до обратной поверхности мембраны больший путь ϵ .

a — разность давлений, которая при неослабленной волне была бы равна AB , увеличивается до AC ;

$б$ — для более короткой длины волны разность давлений DE увеличивается до DF , но эта разность меньше, чем для длинных волн;

$в$ — для очень короткой длины волны изменение может стать противоположным, т. е. разность давлений GH может уменьшаться до GJ . Но этот случай — гипотетический. На практике для коротких звуковых волн обратная сторона мембраны заглушена, воздействие оказывает лишь давление волны с прямого направления.

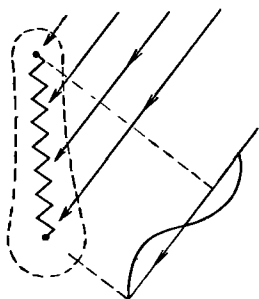
Это справедливо для всех типов микрофонов, однако для ленточных микрофонов такой эффект может быть подчеркнут еще и изменением в области низких частот.

4. Изменения интенсивности и частотной характеристики, происходящие при изменении расстояния, значительно заметнее, если используется микрофон с низкочастотной коррекцией.

5. При записи шепота необходимо микрофон располагать близко, но чтобы не создавать эффекта «бубнения», его установку следует проделать особенно тщательно.

Когда двунаправленные микрофоны размещаются рядом, проверяется их синфазная работа. В противном случае может произойти компенсация сигналов от источника звука, находящегося

на равном расстоянии от обоих микрофонов. Другие положения источника также будут вызывать искажения. Решение задачи состоит в таком изменении положения микрофона, при котором фазы изменяются на противоположные. Часто это можно сделать простым переключением проводов.



Характеристика ленточного микрофона в вертикальной плоскости. Если звуковая волна падает на ленту под острым углом, то происходит частичная взаимная компенсация воздействия звуков, соизмеримых с длиной по длине волны.

В том случае, когда микрофоны должны воспринимать звуки от разных источников, их следует располагать таким образом, чтобы каждый источник действовал только на один микрофон.

Для этого микрофон устанавливают по его диаграмме направленности: максимальная чувствительность на «свой» источник, минимальная чувствительность (нерабочая зона) на «чужой». Такая установка позволяет удобно регулировать сигнал от каждого источника звука.

Полярная диаграмма ленточного микрофона в горизонтальной плоскости меньше зависит от частоты, чем в вертикальной плоскости, где эта зависимость весьма заметна. Степень зависимости в области высоких частот определяется размерами микрофона, в первую очередь длиной ленты микрофона.

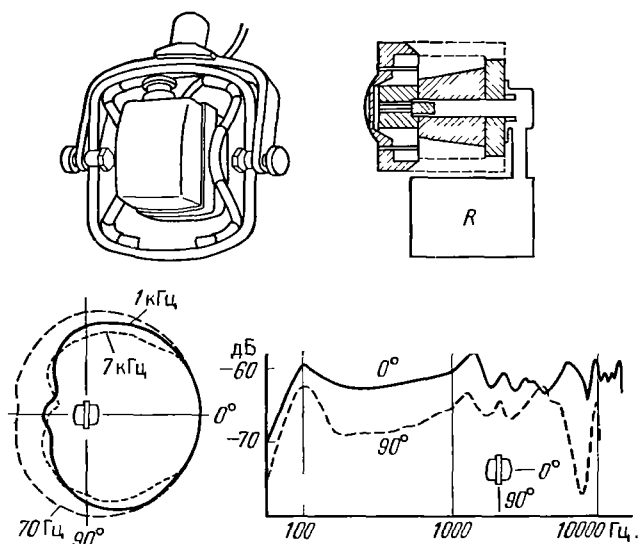
Кардиоидные и гиперкардиоидные микрофоны

Угол раствора характеристики направленности кардиоидного микрофона составляет по меньшей мере 120° , однако на практике можно считать его равным 180° . Сигналы с боковых направлений обычно значительно меньше, а частотная характеристика хуже, чем для сигналов, приходящих по направлению акустической оси. Если источник звука перемещать по окружности вокруг микрофона, то отклик на его выходе постепенно уменьшается и с тыла теоретически должен стать равным нулю. Однако на практике некоторый, хотя и малый, сигнал на выходе микрофона останется, причем частотная характеристика будет резко неравномерной.

Направленные свойства микрофона при близком расположении приводят, как уже говорилось, к подчеркиванию низких частот. Этот эффект будет значительно меньшим, чем для ленточного микрофона, но вполне заметным, чтобы вызывать затруднения при работе.

Большая зона диаграммы направленности по сравнению с ленточным микрофоном дает возможность более успешно использовать кардиоидный микрофон, когда пространство ограничено. В одном и том же месте студии кардиоидный микрофон передает больше акустических оттенков, чем двусторонний, причем его направленные свойства позволяют оператору лучше выполнять регулировку акустических балансов в студии.

О наиболее распространенном способе получения кардиоидной характеристики микрофона, состоящем в параллельном соединении катушки и ленты, уже говорилось. Второй способ менее очевиден и заключается в том, чтобы заставить звуковое давление



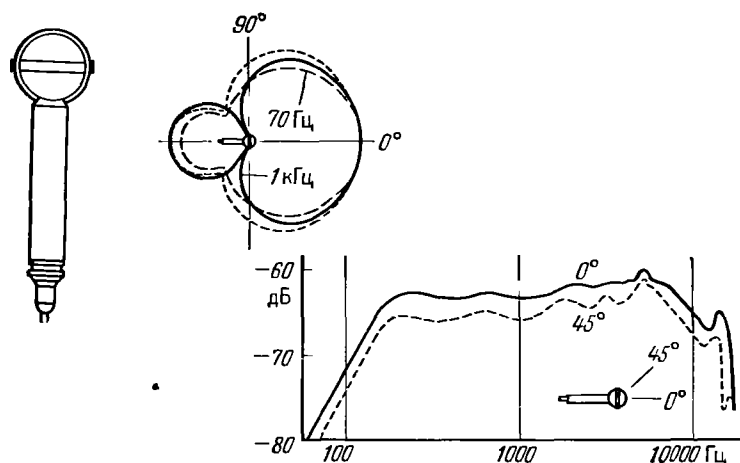
Электродинамический микрофон с кардиоидной характеристикой, приспособленный для установки на стойку для телевизионных передач. Внутри его корпуса устроена сложная система акустических лабиринтов; воздушная полость (показанная схематически) служит для ослабления одного из трех резонаторов системы, которые дают возможность получить необходимую частотную характеристику микрофона.

воздействовать на обратную сторону диафрагмы с измененной фазой. Чтобы осуществить это в широком диапазоне частот, необходима сложная фазосдвигающая цепь из акустических камер и узких туннелей.

Впрочем, большинство практиков используют готовый микрофон, не задумываясь о теоретических вопросах его построения. Упомянутая система, однако, может быть описана математически с помощью акустических сопротивлений, емкостей и индуктивностей. Можно рассчитать, например, давление на обе стороны диафрагмы для широкого диапазона частот сигналов, поступающих с различных направлений, и, исходя из желаемого результата — кардиоидной характеристики, не зависящей от частоты, — определить соответствующую акустическую цепь камер и туннелей, подводящих звук с обратной стороны диафрагмы. Такие микрофоны хорошо зарекомендовали себя в работе.

Конденсаторный микрофон с двумя диафрагмами по обе стороны центрального базового основания может работать как кардиоидный микрофон. В этом случае между одной диафрагмой и основанием существует разность потенциалов, в то время как другая диафрагма имеет тот же потенциал, что и основание. Таким

образом, используется только одна диафрагма как обычный элемент конденсаторного микрофона. Звуковая волна вызывает вибрацию обеих диафрагм, но давление воздуха в камере за второй диафрагмой передается сквозь отверстия в основании к первой диафрагме. Количество отверстий и их размеры выбраны такими, чтобы происходило изменение фазы сигнала, приходящего с тыла, вследствие чего и получается кардиоидная характеристика.



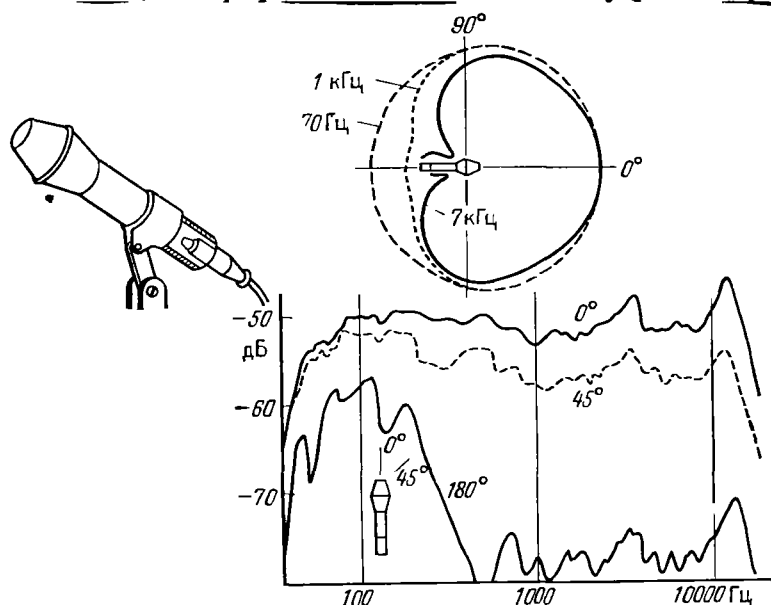
Двухленточный суперкардиоидный микрофон: полярная и частотная характеристики.

В последние годы разработан целый ряд профессиональных микрофонов, основанных на описанных или похожих принципах: например, двухмембранный конденсаторный, электродинамический и ленточный микрофоны. Не все эти микрофоны чисто кардиоидные. Их характеристики представляют собой широкие кардиоиды, весьма похожие на характеристики ненаправленных микрофонов, хотя с тылового направления у них значительно меньший отклик.

Существует еще один вид такого типа микрофона — суперкардиоидный. По сути, он является двунаправленным, но имеющим диаграмму направленности с гораздо большим и узким передним лепестком и небольшим задним. Этот тип микрофона особенно полезен для съема звука при близком расположении к источнику при многомикрофонном музыкальном балансе. Например, двухленточный микрофон, который имеет спад частотной характеристики ниже 200 Гц вблизи источника звука, обеспечивает необходимый уровень низких частот и отделение от других источников звука вследствие своей направленности.

Электродинамический микрофон с двумя катушками обладает характеристикой в виде широкой кардиоиды, что объясняется как его двойной диафрагмой, так и фазовым сдвигом. Микрофон обычно снабжается ветрозащитным экраном из металлической

сетки, которая защищает чувствительный элемент от резких перепадов давления воздуха и от взрывных согласных, особенно опасных когда микрофон находится близко у рта говорящего.



Двухкашечный электродинамический микрофон с кардионной характеристикой: полярная и частотная характеристики.

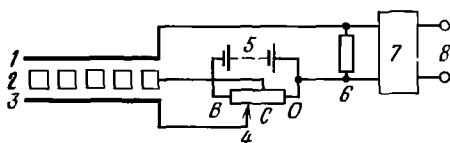
Такой тип микрофона используется в телевизионной студии, хотя для музыкальных программ лучше применять конденсаторные микрофоны.

Переключаемые микрофоны

Микрофон, кардионная характеристика которого обеспечивается за счет характеристик двух микрофонов, направленного и двунаправленного, может быть переключен на работу с любой из трех характеристик. Возможны также промежуточные характеристики, которые образуются за счет сложения выходных сигналов, взятых в разных соотношениях от обоих микрофонов. Первые микрофоны такого типа имели конструкцию, приспособленную только для получения оптимальной кардионной характеристики, поэтому составляющие его микрофоны в отдельности обладали невысоким качеством. Однако позже были созданы более совершенные комбинированные микрофоны, обеспечивающие в зависимости от положения переключателя разные характеристики направленности, близкие к оптимальным.

В переключаемом конденсаторном микрофоне одна мембрана поляризована постоянно одним напряжением, на другой — напряжение можно изменять. Когда обе мембраны поляризованы оди-

наково, микрофон действует как приемник давления. Если напряжение поляризации одной из мембран уменьшить до нуля (центральная пластина имеет сквозные отверстия), то характеристика направленности будет кардиоидной. Увеличив напряжение на этой мембране до величины, противоположной по знаку первой,



Двухмембранный конденсаторный микрофон с изменяемой характеристикой направленности: 1 — передняя мембрана; 2 — центральное жесткое перфорированное основание; 3 — задняя мембрана; 4 — многопозиционный переключатель и потенциометр; 5 — батарея; 6 — резистор с большим сопротивлением; 7 — встроенный усилитель; 8 — выходные зажимы. Когда переключатель установлен в положение *O*, напряжение на обеих сторонах мембраны одинаково и превышает напряжение на центральном основании: капсоль действует как ненаправленный микрофон. В положении *B* микрофон работает как двунаправленный, в положении *C* — как кардиоидный.

с тем, чтобы напряжение на центральной пластине было средним по отношению к обеим мембранам, получим характеристику двунаправленного микрофона.

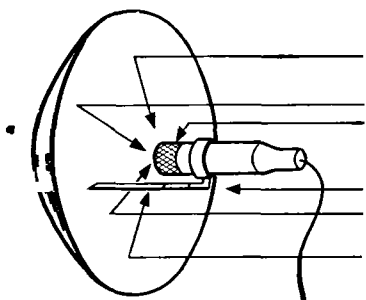
Несмотря на хрупкость конструкции, мембраны хорошо переносят перегрузки, чего нельзя сказать о первых каскадах усилителей. Именно в этой области в настоящее время ведется работа по совершенствованию конденсаторных микрофонов, и сейчас уже разработаны микрофоны, основанные на несколько иных принципах изменения емкости и получения необходимого электрического сигнала.

При разработке высококачественного микрофона с двумя мембранами приходится все же идти на известный компромисс, так как получение оптимальной кардиоидной характеристики и сравнительно неплохой ненаправленной характеристики сопровождается большим подъемом в области высоких частот при двунаправленной характеристике.

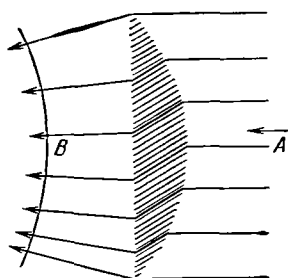
Высоконаправленные микрофоны

Принцип, на котором основаны высокие направленные свойства параболического микрофона, очевиден. Ясно также и то, что эти свойства теряются на низких частотах, когда длина волны гораздо больше диаметра зеркала рефлектора. Звуки высоких частот эффективно улавливаются на значительном расстоянии, чего нельзя сказать о звуках низкой частоты. Например, средних размеров рефлектор диаметром 90—120 см хорошо работает на частотах выше 1 кГц. Параболический микрофон, таким образом, дает возможность уменьшить нежелательные низкочастотные звуки. Обычно он используется для записи пения птиц и для других специальных целей. Однако широкого применения параболический микрофон не нашел из-за больших размеров.

Другие фокусирующие устройства, например акустические линзы, также действуют с очень большой точностью, особенно на высоких частотах. Некоторая расфокусировка на низких частотах позволяет расширить диаграмму направленности. Микрофоны с



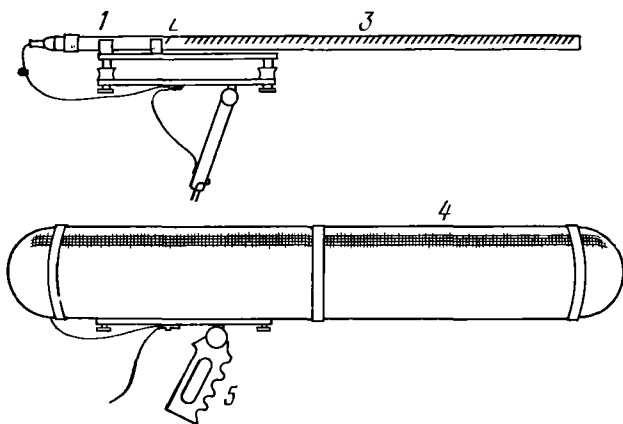
Микрофон с параболическим рефлектором. Его направленные свойства снижаются для волн, длина которых превышает диаметр чаши. Рефлектор дает усиление до 20 дБ для приходящего вдоль его оси звука. Заметим для сравнения, что описанный далее «микрофон-пушка» усиления не дает. По этой причине микрофон с параболическим рефлектором обеспечивает гораздо лучшее отношение сигнала к собственным шумам микрофонного усилителя.



Акустическая линза. Это устройство, состоящее из пластинок разной длины, преобразует плоскую звуковую волну A в сходящуюся B , тем самым обеспечивая большое акустическое усиление для установленного в фокусе микрофона. Акустическая линза эффективно действует лишь для звуков, длины волн которых меньше, чем ее диаметр.

фокусирующими устройствами можно использовать как в студиях, так и вне их, однако размеры таких микрофонов сужают возможности применения.

Более удобен в эксплуатации «микрофон-пушка». Первые его образцы снабжались множеством узких трубок различной длины, объединенных в одно целое — мембрана микрофона размещалась

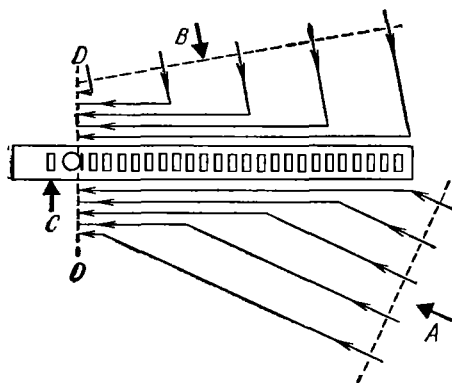


«Микрофон-пушка»:

1 — встроенный усилитель конденсаторного микрофона; 2 — микрофонный капсюль; 3 — акустическая интерференционная труба с расположенными на ее верхней поверхности входными щелями; 4 — ветрозащитный экран; 5 — рукоятка.

в полости основания. Когда эти трубки направлены прямо на звучащий объект, волны разной длины проходят по трубкам одинаковые расстояния, поэтому прием в этом направлении нормальный. Однако для звуков, приходящих под углом к оси, длины путей до диафрагмы различались и происходила взаимокompенсация волн в широком диапазоне частот. Чем больше угол между акустической осью и направлением на источник звука, тем сильнее эффект компенсации. Для звуков, приходящих сзади, эта разница составит двойную длину ствола микрофона. Величина компенсации зависит от размера ствола микрофона.

В современном «микрофоне-пушке» ствол состоит из одной длинной трубки, имеющей большое количество отверстий вдоль ее длины. В первых микрофонах этой конструкции отверстия были заполнены пористым материалом (например, фетром), и звуковая волна, проникнув внутрь трубы, полностью передавалась



Принцип действия «микрофона-пушки». Волна *A*, приближающаяся под небольшим углом к акустической оси микрофона, достигает мембраны *D* несколькими путями, длина которых различается незначительно. Компенсация произойдет лишь для очень высоких частот. Волна *B* приходит к мембране по путям, которые будут различаться сильнее, и компенсация как на средних, так и на высоких частотах будет значительной. Звук с перпендикулярного направления попадает на обратную сторону мембраны через щель *C*. Диаграмма направленности микрофона без интерференционной трубы — кардиоидная; с трубой — высоконаправленная.

по ней к микрофону. Более поздние микрофоны этого типа имеют трубу длиной до 2 м и, вследствие этого, высокую направленность. Их часто применяют в инженерной акустике для выявления источников эха в концертных залах. Подобные микрофоны используются также для улавливания голоса с дальнего расстояния, например, во время многолюдной пресс-конференции. Качество звука, полученного таким образом, весьма невысокое, но речь получается вполне разборчивой. Недостаток высоконаправленного микрофона с длинной трубой заключается также в том, что звук в трубе распространяется медленнее, чем в открытом пространстве, поэтому происходит его частичное ослабление, прежде чем он дойдет до мембраны.

Сравнительно недавно был разработан «микрофон-пушка» с более короткой трубой (45 см), прикрепленной к кардиоидному конденсаторному элементу. Такой микрофон в значительной степени сохранил высоконаправленные свойства в области высоких частот, улучшив качество сигнала на его выходе. По этой причине его теперь часто используют при звукозаписи, и, в частности, автор успешно применял его в поставленных им телевизион-

ных фильмах. Этот микрофон чувствителен к низкочастотным шумам, однако их можно скорректировать, так что этот недостаток в значительной степени становится незаметным. Труба микрофона внутри ничем не заполнена, но с передней части закрыта сеткой. Это сделано для предотвращения воздействия на микрофон воздушных потоков и попадания в него частиц пыли. Некоторые микрофоны снабжены pistolетной рукояткой, угол которой относительно трубы можно изменять.

Для работы с микрофоном вне студии применяется ветрозащитный экран, однако, как это видно из рисунка на с. 121, он очень громоздок и затрудняет работу. К тому же экран не защищает в достаточной степени, когда дует сильный ветер, и оператор вынужден прикрывать микрофон дополнительно своим телом и специальными щитами. В этих условиях возникает вопрос: что лучше использовать — «микрофон-пушку» или индивидуальный персональный микрофон? При работе вне студии предпочтителен все же первый из них.

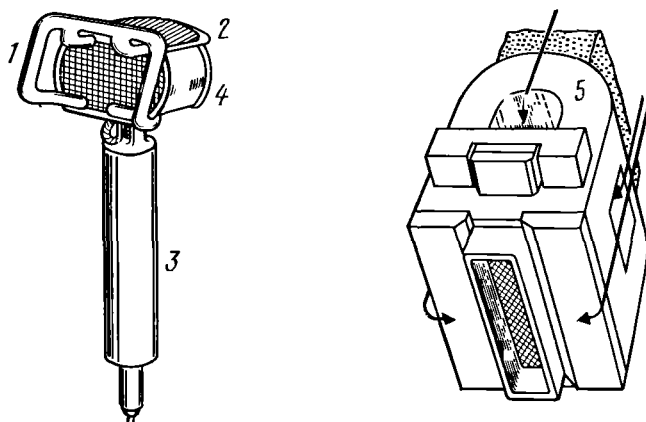
При работе в помещении наблюдается некоторое снижение направленных свойств микрофона, так как компенсация звуков с боковых направлений уменьшается из-за реверберации. Поэтому при работе в студии характеристика направленности «микрофона-пушки» практически такая же, как у суперкардиоидного микрофона, причем для слуха реверберированные звуки, приходящие с боковых направлений, звучат неприятно.

Микрофон и шум

Существует несколько способов уменьшения постороннего шума. Один из них заключается в изоляции говорящего, например спортивного комментатора, в звуконепроницаемой кабине. Такая кабина, однако, не защищает от низкочастотных звуков, производимых толпой, а при малых размерах создает резонансы. Другой способ состоит в применении ненаправленного микрофона, расположенного непосредственно у рта говорящего. Но и здесь при сильном окружающем шуме микрофон не обеспечивает необходимого баланса между голосом говорящего и звуковым фоном, а звукооператор лишен возможности исправить это соотношение.

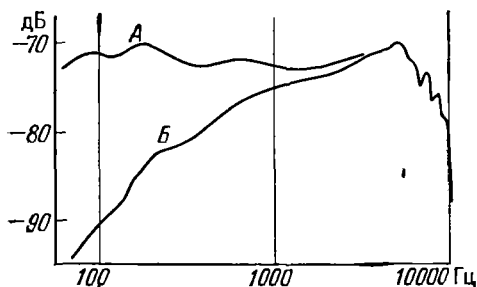
Чтобы получить хорошие результаты в передаче звука в ситуациях, подобных описанным, следует практически полностью разделить голос и звуковой фон. В радиовещании для этих целей применяется губной ленточный микрофон (см. рисунок на с. 124). В этом микрофоне, как видно из названия, лента — мембрана — находится очень близко ко рту говорящего и, поскольку ленточный микрофон работает на принципе градиента давления, близкое расположение источника звука вызывает выделение низких частот, в то время как для звуков удаленных источников этого не происходит. Поэтому если между ртом и микрофоном выбрано расстояние около 5 см и произведено выравнивание частотной ха-

рактеристики для речевой полосы частот, то влияние посторонних низкочастотных шумов резко снижено. Очевидно, что чем ближе микрофон ко рту говорящего, тем эффект уменьшения дальних шумов лучше. Однако следует осторожно произносить взрывные согласные звуки и сдерживать дыхание, попадающее в микрофон.



Губной ленточный микрофон. Рамка 1 прижимается к верхней губе репортера, сетка 2 из нержавеющей стали служит для защиты микрофона от выдыхаемого через нос воздуха. В рукоятки 3 находится трансформатор. Внутри корпуса 4 расположены микрофонный элемент и подковообразный магнит 5. Стрелками обозначены пути распространения звука внутри корпуса микрофона.

При расстоянии 5 см (точно измеренном для микрофона, прижатого к верхней губе) эти недостатки можно уменьшить с помощью защитных щитков, которые, поскольку они находятся близко ко рту и к носу, должны быть выполнены из нержавеющей стали



Частотная характеристика губного ленточного микрофона:

А — для сферической волны от источника, расположенного на расстоянии 5 см от микрофона, т. е. для говорящего; В — для плоской звуковой волны окружающего пространства со стороны осевого направления.

Такой эффект получается за счет специальной коррекции, без которой характеристика В была бы плоской, а А имела бы слишком большой подъем в области низких частот из-за подчеркивания их при близком расположении микрофона.

или пластмассы. В конструкции микрофона мембрана располагается в углублении за магнитом.

От одного экземпляра микрофона к другому степень подавления низкочастотного шума разная. В большинстве случаев это подавление составляет 10 дБ на 300 Гц и 20 дБ на 100 Гц. Верхняя граница частотного диапазона микрофона равна 7 кГц, что вполне достаточно для передачи речи в рассматриваемых усло-

виях, поэтому выше этой частоты чувствительность микрофона падает.

Существуют и другие типы микрофонов с шумоподавлением, однако вышеописанный, хотя пользующийся им комментатор выглядит не слишком привлекательно, оказался весьма эффективным практически во всех ситуациях, с которыми можно столкнуться в радиовещании.

Микрофон как элемент изображения

В телевидении и кино все сказывается на общем эффекте. Так, микрофон, который виден в кадре долгое время, становится важным зрительным объектом. В связи с этим современные микрофоны изготавливаются с хорошей отделкой (высокое техническое качество звукопередачи микрофона само собой разумеется), причем проблемы дизайна оказываются не менее сложными, чем другие проблемы, возникающие при конструировании микрофона. Приведем в качестве примеров некоторые виды микрофонов.

Настольные микрофоны. Наиболее подходящий для этого вида тип микрофона — конденсаторный. Его выполняют в форме карандаша диаметром около 1,5 см, внутри которого находится микрофонный капсюль и предварительный усилитель.

Сконструированы и другие типы микрофонов изящной формы, например ленточный, вся система которого помещена в небольшой прямоугольный футляр. Сложность конструирования такого микрофона, однако, заключается в том, что основание микрофона трудно сделать малого размера, поскольку оно должно быть тяжелым и прочным для предохранения микрофона от вибрации.

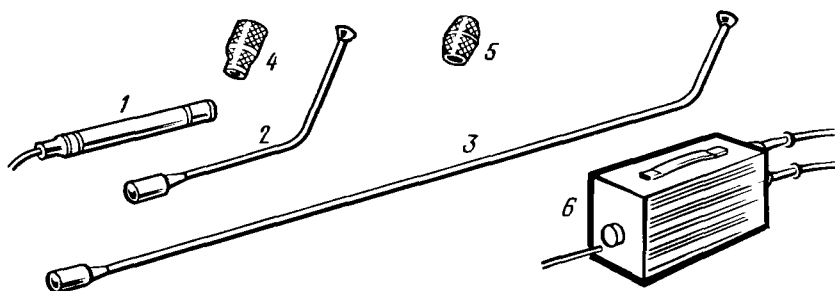
Напольные микрофоны. Если выступающий стоит перед микрофоном, то для закрепления последнего используется специальный штатив, как правило, телескопический, достаточно прочный и имеющий массивное основание. В течение длительных кадров он выглядит на экране, как отчетливая вертикальная линия, однако чем меньше ее будет видно, тем лучше. Устройства, закрепляющие микрофон на определенной высоте и в необходимом положении, должны быть достаточно простыми.

Сконструированы также микрофоны, рабочий элемент которых расположен не на уровне лица выступающего, а внизу, на уровне пола; звук в этом случае подводится к нему по трубе. Конструктивно такая труба объединена с микрофонным капсюлем, и поскольку ее акустическое сопротивление воздействует на приходящий сигнал, длину трубы нельзя изменять. Чувствительность такого микрофона невысока, причем верхний конец звукопровода должен быть устроен таким образом, чтобы не происходило, как в органной трубе, отражений звуковой энергии.

Если все-таки необходимо менять высоту расположения микрофона, то меняют положение в трубе микрофонного капсюля. В самой последней модификации это достигается с помощью кон-

денсаторного капсюля, причем необходимый в этом случае предварительный усилитель помещается в нижней части трубы. Один из микрофонов такого типа снабжен двумя капсюлями с ненаправленной и кардиоидной характеристиками, которые устанавливаются на различной высоте. Этот микрофон удобен, когда его надо установить на пол перед выступающим, сидящим не за столом, или же в коробку, чтобы в кадре была видна только его верхняя часть.

Ручные микрофоны обычно имеют форму стержня небольшого диаметра, для того чтобы их было удобно держать. Они должны обладать ненаправленной характеристикой на низких частотах, так как их расстояние от источника звука (за исключением описанного губного микрофона) точно не определено. Для высокой



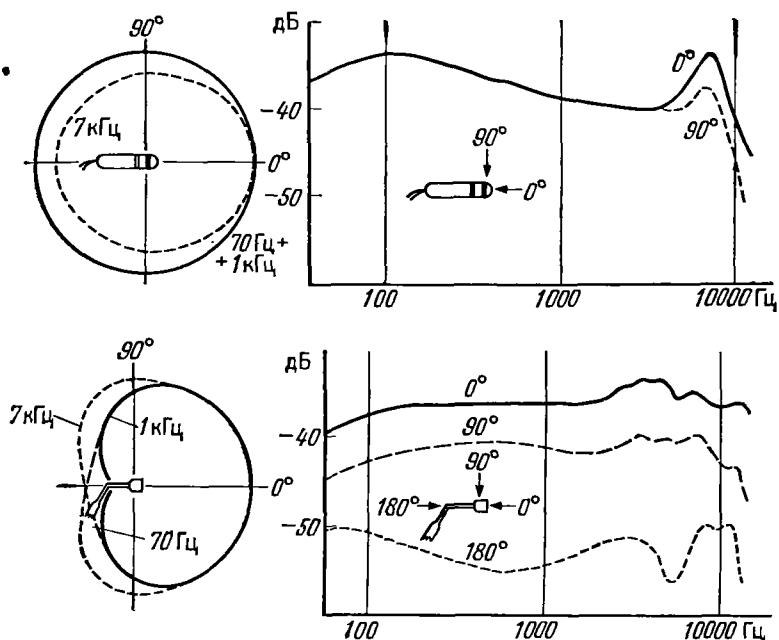
Конденсаторный микрофон, снабженный сменными капсюлями, для получения кардиоидной и ненаправленной характеристик:
1 — предварительный усилитель и капсюль; 2 и 3 — удлинитель; 4 и 5 — ветрозащитные экраны; 6 — блок питания.

чувствительности необходима хорошая мембрана большого диаметра, поэтому такой микрофон часто имеет утолщение в верхней части. Однако когда микрофон используется не для речи, а для пения, громкость звука такова, что может восполнить недостаток чувствительности, и тогда используется более изящный, цилиндрический микрофон без утолщения.

Направленные микрофоны позволяют получить наибольший уровень сигнала, если источник звука расположен в направлении их акустической оси. Но это не всегда удобно, поскольку рука с микрофоном может заслонять нижнюю часть лица певца. Если микрофон располагать относительно источника под углом 45° , то будет наблюдаться некоторый спад высоких частот, который можно компенсировать электрически с помощью фильтра «присутствия» на частотах 2—3 кГц, добавляя при этом некоторое снижение уровня сигнала на низких и средних частотах. (Обычно микшерный пульт позволяет очень легко изменить частотную характеристику — см. гл. 11.)

Индивидуальные или персональные микрофоны помещаются на уровне груди выступающего. Они могут быть скрыты галстуком или иной деталью одежды.

Такой микрофон должен иметь ненаправленную характеристику на низких частотах, так как, несмотря на близкое расположение ко рту выступающего, точное расстояние заранее неизвестно. В микрофоне этого типа обычно используется небольшой электродинамический капсюль; такой микрофон легко приколоть к одежде или повесить на шнурке на шею.



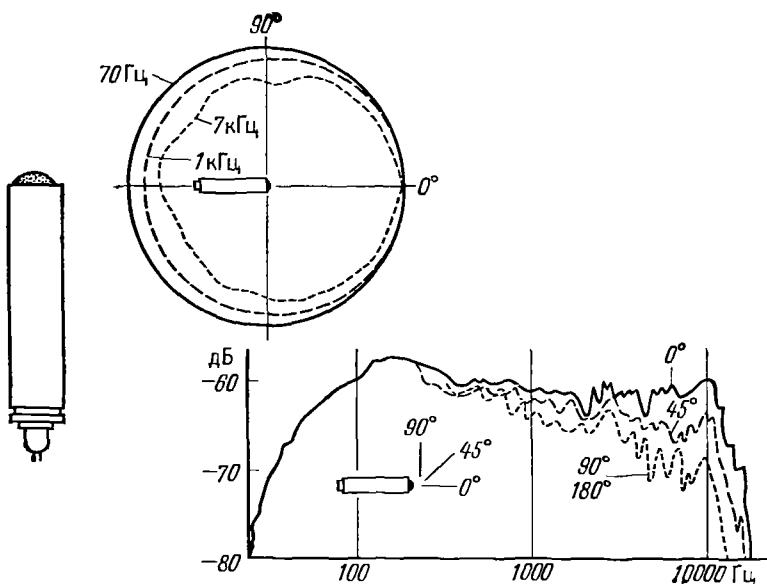
Характеристики конденсаторного микрофона, изображенного на предыдущем рисунке. Верхние кривые соответствуют капсюлю с ненаправленной характеристикой, непосредственно соединенному с предварительным усилителем. Нижние кривые показывают зависимости для капсюля с кардиоидной характеристикой, который подключен к усилителю через удлинитель.

Эти микрофоны работают достаточно хорошо, так как диаграмма излучения звука речевым аппаратом также в значительной степени ненаправлена, как и характеристика микрофона. Следует заметить, что в области высоких частот существует некоторый спад чувствительности, особенно если микрофон закрыт одеждой, а в диапазоне между 2500 и 8000 Гц — подъем характеристики благодаря резонансным свойствам объема полости над мембраной.

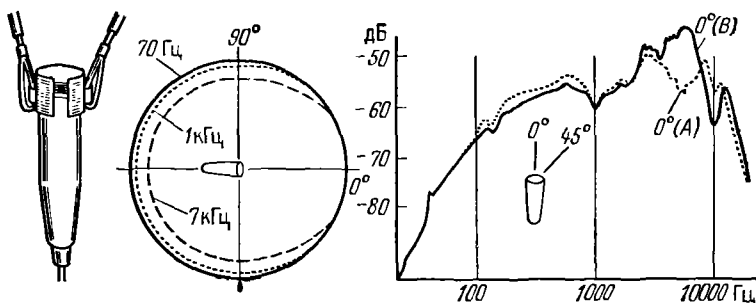
Персональные микрофоны, особенно так называемый петличный, должны быть легкими ($35\text{—}65\text{ г}$) и прочными, что определяется спецификой их эксплуатации.

При использовании рассматриваемых микрофонов в студии, а иногда и вне ее, применяются как проводная, так и радиолиния. В последнее время применяется высококачественный конденсаторный микрофон с небольшой мембраной, укрепляемый на

галстуке или лацкане пиджака, предварительный усилитель которого, соединенный с микрофоном тонким кабелем, кладут в карман. С помощью такого микрофона достигается очень высокое качество передачи речи.



Электродинамический ненаправленный микрофон, часто используемый на эстраде. и его характеристики.



Нагрудный электродинамический ненаправленный микрофон, с опущенным щитком используется для различных целей как обычный ненаправленный микрофон; частотная характеристика соответствует кривой А. Когда щиток поднят, появившийся на 7 кГц пик характеристики (кривая В) позволяет повесить микрофон на шнурке на грудь выступающего.

Индивидуальные радиомикрофоны

В телевизионных и радиовещательных передачах часто необходимо обходиться без микрофонного кабеля. Это бывает в следующих случаях:

в кадрах большой длительности, где волочащийся кабель может быть замечен, например в телеспектаклях;

при многочисленных перемещениях, когда кабель может зацепиться за декорации или запутаться, а избежать этого нельзя, так как приходится неоправданно ограничивать перемещения актеров;

когда исполнителю с индивидуальным микрофоном желательно в перерывах между различными репетициями и дублями переходить с места на место и лучше предоставить ему полную свободу, чем постоянно подключать и отключать его микрофон.

В этих случаях микрофонный кабель заменяется миниатюрным радиопередатчиком с антенной, питаемой от батареи. Размеры передатчика должны быть такими, чтобы его можно было положить в карман или повесить на ремешке под одеждой. Последний способ предпочтительнее, так как передатчик меньше подвергается тряске, ударам и, следовательно, возникновению дополнительных помех. Кроме того, если передатчик находится в кармане, необходимо прорезать для кабеля отверстие в подкладке. Передатчик можно помещать в специальную сумку соответствующего размера и укреплять завязками. Если используется внешняя антенна длиной приблизительно в четверть волны, то ее следует поместить также под одеждой. Часто в качестве антенны используется кабель необходимой длины, соединяющий микрофон с передатчиком¹.

Приемной антенной служит простой диполь, расположенный так, чтобы волны от передатчика попадали на него беспрепятственно. Для этого между ними не должно быть декораций и иных предметов, изготовленных из проводящих материалов (включая, конечно, большие тележки с телекамерами, перемещающиеся во время передачи).

При подготовке передатчика и приемника к работе необходимо проверить установку приемной антенны. Эту проверку выполняют два человека. Один из них последовательно обходит все места на сцене, где во время спектакля может находиться актер, и переговаривается через радиомикрофон со своим помощником. Последний должен отмечать те места на сцене, из которых качество приема сигналов неудовлетворительно. Может потребоваться проверка большого множества положений антенны, прежде чем удастся выбрать подходящие. Для ликвидации «мертвых зон» можно использовать вторую антенну.

Так как передатчик радиомикрофона питается от батарей, необходимо вести учет продолжительности их работы для своевременной замены и предотвращения возможного перерыва в передаче.

В студии одновременно с радиомикрофоном работает другое оборудование, которое может быть причиной помех. Чаще всего

¹ В последнее время нашли применение радиомикрофоны, у которых передатчик находится в одном корпусе с микрофоном.

это происходит, когда используется радиоуправляемая аппаратура для специальных эффектов. Для исключения взаимных помех заранее настраивают передатчики на работу на других частотах. Частоту, используемую для производственных переговоров руководителя работ в студии, конечно, следует выделить существенно.

Первые радиомикрофоны обладали недостатком, который заключался в том, что передатчик легко подвергался перегрузке или перемодуляции. В настоящее время это предотвращается введением в передатчике некоторой компрессии или использованием простого ограничителя, который при нормальных условиях речи не действует.

Радиомикрофоны можно использовать при киносъемке (особенно документальных и хроникальных фильмов), в телевизионных внестудийных репортажах, на всевозможных представлениях и т. д. Однако не следует забывать, что, хотя качество радиомикрофонной линии может быть высоким, оно представляет собой лишь альтернативу петличному микрофону. Поэтому следует рассмотреть и другие варианты: в студии — «журавль», на натуре — «микрофон-пушка».

Радиолиния может быть использована и для передачи с помощью ручного микрофона, однако в этом случае кабель, соединяющий микрофон со спрятанным в одежде передатчиком, будет на виду у публики. Это не совсем удобно, например, если таким микрофоном пользуется певица в облегающем платье.

Контактные микрофоны

Так называются устройства, воспринимающие колебания звукового диапазона с твердых поверхностей, как, например, дека электроакустической гитары. Для преобразования акустической энергии в электрический сигнал используются те же методы, которые применяются в микрофонах и звукозаписывающих устройствах.

Контактные микрофоны часто используются там, где нельзя использовать другой вид звукоприема. Они прикрепляются к поверхности музыкальных инструментов и колеблются вместе с их вибрирующими участками. Поэтому их «активная масса» не должна обладать большой инерцией и имеет свободу перемещения относительно корпуса. Воздействуя на пьезоэлектрический элемент (скажем, кристалл титаната бария), эта масса генерирует электрический сигнал. Такой тип микрофона создает сигнал, пропорциональный ускорению колеблющегося тела, и поэтому является частотнозависимым.

Вспомогательное оборудование микрофонов

В комплекте микрофонов многих типов есть воздушные экраны. Необходимость в них возникает даже при работе на студии, когда требуется уменьшить влияние дыхания выступающего при близком расположении микрофона к его рту. Такие экраны так-

же защищают микрофон от шумов, создаваемых завихрениями потоков воздуха на острых углах и резко очерченных поверхностях. Уменьшить этот эффект можно, если микрофон будут обтекать ламинарные потоки воздуха. Идеальной формой микрофона, если заранее известно направление потока воздуха, была бы каплеобразная. Однако чаще всего направление потока заранее неизвестно и форму экрана следует выбирать сферической. Завихрения воздуха могут возникать и с подветренной стороны экрана, но обычно они незначительны и мало сказываются на работе микрофона.

На практике воздушные экраны делают сферическими или сфероцилиндрическими, но если единственная цель состоит в защите от дыхания, то нет необходимости экранировать микрофон со всех сторон. Для изготовления корпуса экрана применяют металл или пластмассу, а для самого экрана — изящную, акустически прозрачную сетку, сплетенную из проволоки и иногда покрытую пластмассой. Воздушные экраны мало влияют на частотную характеристику микрофона.

Антивибрационный корпус. Микрофоны некоторых типов, особенно ленточные с податливой мембраной, очень чувствительны к вибрациям на резонансных частотах. Поэтому для них применяются специальные корпуса, которые значительно снижают влияние вибраций.

Блоки питания. Микрофоны с предварительным усилителем, как правило, поставляются в комплекте с отдельным блоком питания, от которого подается напряжение на конденсаторный микрофон. Напряжение питания поступает на предварительный усилитель, обычно через специальный кабель с необходимым числом проводов. При использовании современных усилителей на полевых транзисторах питание осуществляется несколько по-другому: ток одного направления разделяется на два одинаковых тока, протекающих по сигнальным проводам; для противоположного направления используется экранная оплетка кабеля.

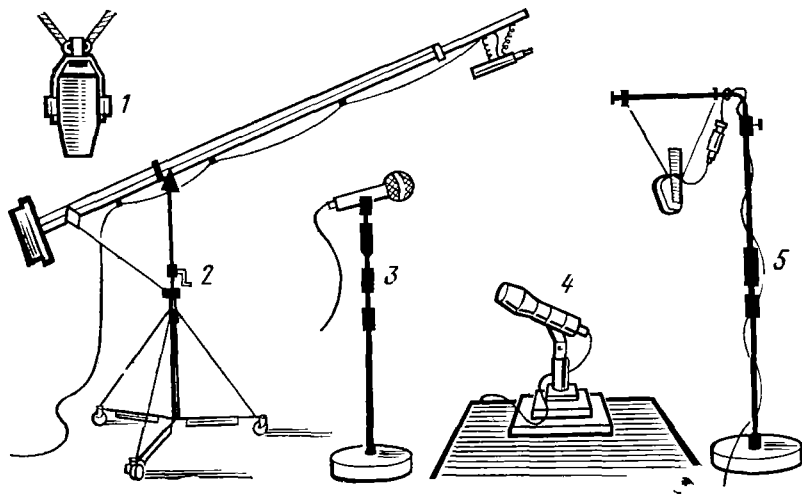
Соединители. Маркировка соединителей (гнезд и штекеров), так же как и цветная маркировка проводов и резисторов, не стандартизирована. Кроме того, высококачественное оборудование изготавливается многими странами и ассортимент соединителей очень велик.

Крепление микрофонов. Кроме уже упомянутых устройств крепления микрофонов существует и много других, включая большое разнообразие стоек типа «журавлей». В концертных залах микрофоны часто прикрепляют прямо к потолку, где для регулировки их точного фиксированного положения и угла наклона используют оттяжки.

На телевидении простая ручная стойка-«удочка» имеет ряд достоинств большого «журавля» и может быть использована в тех местах, которые для последнего недоступны. «Удочку» довольно долго держат рукой или в особых случаях (физически сильными ассистентами) двумя руками над головой исполнителя.

Последним способом режиссеру следует пользоваться для кратковременных эпизодов.

Микрофонные розетки. Студии звукозаписи и телевизионные студии оборудованы специальными розетками, которые



Крепления микрофонов, применяемые в профессиональных студиях:

1 — подвешивание на проводах; 2 — «журавль» с изменяемыми углом наклона и длиной стрелы; 3 — напольный штатив с телескопической опорой; 4 — настольный штатив; 5 — напольный штатив с изогнутым кронштейном. Во всех способах предусмотрены эластичная подвеска микрофонов и использование резиновых шумопоглотителей.

позволяют подключать микрофоны в любом месте. На телевидении крайне нежелательно иметь большое количество кабелей, которые мешают перемещению камер и попадают в объектив. Поэтому в телевизионных студиях устанавливают множество микрофонных розеток: в одной студии Би-Би-Си их более сотни, а в других — более пятидесяти. Чаще их располагают на стенах, но некоторое количество находится на потолке, так что микрофоны можно подвешивать.

Весьма удобно иметь многоканальные розетки, что позволяет для нескольких микрофонов использовать один многожильный кабель.

Коммутатор. В аппаратных все микрофонные каналы выведены на коммутатор, позволяющий соединить каждый микрофон с входом микшерного пульта. С помощью коммутатора, например, можно объединять главные микрофоны (певца и ведущего) с микрофоном зала, а микрофон оркестра с микрофоном ритм-группы. При необходимости в канал можно подключить специальные устройства частотной коррекции, эхо-эффекты или «телефонный» фильтр.

Микрофоны для стереофонии

Для получения информации о положении источника звука в стереофонии используется совмещенный микрофон. Он (в противоположность пространственной паре), главным образом, и применяется на Би-Би-Си по причинам, описанным в гл. 1. При установке микрофонов на близкое расстояние к источнику можно использовать монофонические микрофоны, сигнал которых электрической регулировкой посылается в каналы А и Б. Пары монофонических микрофонов используют также для получения реверберационного сигнала, причем для этого микрофоны располагают дальше один от другого.

Микрофоны, применяемые как пара для создания стереоэффекта, должны обладать по возможности близкими параметрами. При этом желательно иметь не только одинаковые полярные и частотные характеристики, но и хорошо бы, чтобы они были из одной партии микрофонов, поскольку даже малейшие отклонения в их изготовлении вызывают отличия в структуре передаваемого сигнала, особенно на высоких частотах. Лучше всего пары микрофонов подбирать специально.

Совмещенный микрофон обычно состоит из двух отдельных микрофонов или из двойного чувствительного элемента. В таких микрофонах, как правило, одна мембрана находится над другой и они соединены с капсулом таким образом, что могут поворачиваться на одной общей оси. Конструкция такого микрофона часто позволяет включать различные характеристики направленности: «восьмерку», гиперкардиоиду, кардиоиду, суперкардиоиду, а также ненаправленную характеристику, которая, однако, непосредственно в стереофонии не применяется¹.

Характеристики направленности совмещенных микрофонов

Элементы совмещенного микрофона, имеющие характеристики в виде «восьмерки» и установленные под углом 90° один к другому, осуществляют прием звука в смежных квадрантах. Полезная зона приема звука определяется углом в 90° . Вне этого угла сигналы приходят не в фазе, вследствие чего информация о расположении источников звука будет искажена. То же можно сказать и о приеме звука с тыльной стороны. Поэтому источник звука следует размещать в пределах переднего и заднего прямых углов. С боковых сторон звук идет с искажением и может быть использован только для достижения специального эффекта.

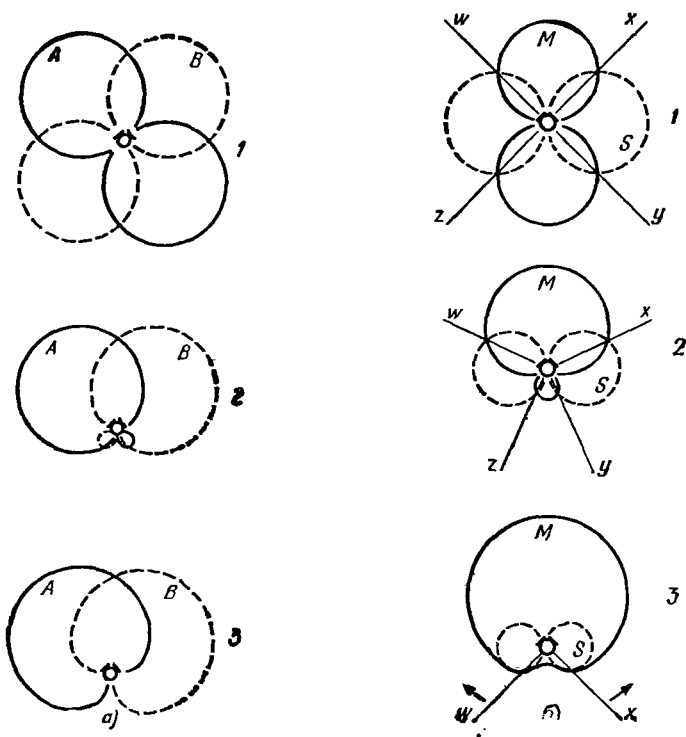
Воспроизводимый стереосистемой звук не будет соответствовать физическому расположению источника по следующим причинам:

¹ Следует заметить, что ранее утверждалось, что ненаправленный микрофон используется в системе МС, как на самом деле и есть в действительности.

1) угол раствора характеристик микрофонов в 90° при прослушивании определяется на самом деле положением (углом) громкоговорителей (равным обычно 60° или несколько меньше);

2) источники звука, находящиеся за микрофонами, представляются в звуковой картине в «зеркальном» изображении. Таким образом, физически несовместимые объекты могут оказываться в одной и той же точке пространства звуковой картины.

Фронтальные лепестки диаграмм пары микрофонов с гиперкардиоидными характеристиками должны быть в фазе. Если их мембраны расположены одна относительно другой под углом 90° , то ширина полезной зоны будет иметь угол около 130° . Лепестки



Характеристики направленности совмещенных микрофонов:

a — полярные диаграммы для стереопар, совмещенных под углом 90° : 1 — пересекающиеся «восьмерки», 2 — пересекающиеся суперкардиоидные характеристики, 3 — пересекающиеся кардиоиды. Хотя характеристики даны для микрофонных капсулей, установленных под углом 90° , на практике, как правило, используются большие углы, обычно 120° ; *b* — *M*- и *S*-диаграммы. В случае пересекающихся «восьмерок» 1 — полезный угол, обращенный вперед (*W*—*X*), равен лишь 90° . Звуки, приходящие с боковых направлений 1 (в пределах углов *W*—*Z* и *X*—*Y*), будут не в фазе. Скрещенные суперкардиоиды 2 дают более широкий полезный угол в переднем направлении (*W*—*X*). Скрещенные кардиоиды 3 обеспечивают полезный угол в 270° , но на практике он берется равным 180° из-за того, что для звуков, приходящих с тылового направления, частотная характеристика элементов неравномерна.

характеристик в заднем направлении составляют угол 50° и не приносят какой-либо пользы, а частотный диапазон в этом направлении сильно сокращен. Следует, однако, заметить, что нап-

равление на источник звука, находящийся сзади внутри этого угла, может быть передано правильно, чего нельзя сказать об источниках, находящихся вне этого угла¹.

Пересечение кардиоидных характеристик дает наибольший раствор полезной зоны шириной в 270° , однако для источников, находящихся во фронтальной плоскости, этот угол уменьшится до 180° . Это объясняется тем, что частотная характеристика микрофона, для которого источник находится в стороне от оси, существенно сужается с увеличением расстояния до него.

Полярные характеристики совмещенных микрофонов можно рассматривать двояко. С одной стороны, можно использовать характеристики микрофонов стереоканалов A и B , с другой, — суммарный $A+B$ и разностный $A-B$ сигналы микрофонов. Сумму $A+B$ иногда называют M -сигналом (от слова «main» — главный), разность $A-B$ — S -сигналом (от слова «side» — боковой).

При рассмотрении M - и S -сигналов можно заметить, что они связаны с диаграммами направленности пары микрофонов, которые могли бы быть, в принципе, применены для получения непосредственно этих сигналов. Иногда так и делают, используя для S -сигнала микрофон с какой-либо характеристикой направленности, а для S -сигнала — магнитофон с характеристикой в форме «восьмерки». Недостаток такого метода состоит, однако, в том, что суммарная частотная характеристика имеет резкую неравномерность в наиболее важной части звуковой картины — около центра, хотя этот эффект снижается для S -сигнала.

Как будет показано далее, совмещенные кардиоидные микрофоны наиболее предпочтительны в профессиональной практике, поскольку позволяют использовать акустику студии наилучшим образом.

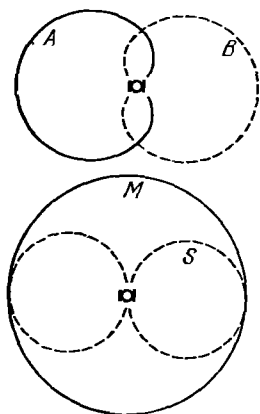
Кардиоидные микрофоны

Ранее мы рассмотрели два микрофона, расположенных под углом 90° один к другому. Это было удобно для анализа, однако такое положение микрофонов малопрактично и служит лишь отправной точкой для других возможных комбинаций.

Оба микрофона могут быть кардиоидными и направлены в противоположные стороны. Получающиеся при этом M - и S -сигналы читателю уже знакомы. M -сигнал образуется звуками, приходящими со всех направлений, другими словами, это эквивалент-

¹ Здесь речь идет о следующем. Микрофон с гиперкардиоидной характеристикой направленности имеет узкую рабочую зону с фронта и несколько небольших зон приема с тыла микрофона. При графическом изображении этих зон они имеют вид узких лепестков. Диаграмма направленности двух совмещенных гиперкардиоидных микрофонов находится сложением таких лепестков в соответствии с положением мембран микрофонов. С тыла прием звука не только слабее, но и крайне узок по частотной характеристике. Однако если звук какого-либо источника принимается микрофоном, то, прослушивая его через громкоговоритель, нельзя определить, где он расположен — спереди или сзади микрофона.

но характеристике ненаправленного микрофона. Получаемая характеристика напоминает диаграмму, которую мы видели, знакомясь впервые с кардиоидной характеристикой, создаваемой суммой круговой диаграммы и восьмеркообразной. Тут мы убеждаемся в том, что, складывая или вычитая две кардиоиды, можно получить те данные, с которых мы начинали. Таким образом, если в



нашем распоряжении есть комбинированные микрофоны, то их можно использовать в стереофонии вместо направленного и двунаправленного микрофонов. Отсюда следует также, что при отсутствии пары подобранных микрофонов вполне приемлемая стереозапись может быть получена с помощью ненаправленного и двунаправленного микрофонов, расположенных в той части студии, которая должна быть

Противоположно направленные микрофоны. Такое расположение даст возможность лучше использовать пространство и большой студии с (малой) реверберацией. Здесь нет положений, в которых имеет место расфазировка. Для того чтобы создать правильную звуковую картину, необходимо тщательно расположить источники звука, поскольку возможно нарушение естественных впечатлений.

центром звуковой картины. (Аналогично можно использовать гиперкардиоидный и двунаправленный микрофоны.)

Описываемое расположение кардиоидных микрофонов имеет два преимущества:

1) используется все пространство студии (хотя для некоторых направлений частотная характеристика будет несколько суженной);

2) большая часть реверберируемого сигнала входит в *M*-сигнал, а это означает, что он сохранится и в моноварианте. Заметим, что в других системах, когда реверберируемый сигнал в основном содержится в *S*-сигнале, эта информация в моноварианте теряется.

Некоторые затруднения возникают в связи с тем, что звуковая картина, принимаемая со всех сторон (360°), суживается при воспроизведении к существенно меньшему углу, около 60° . Кроме того, кардиоидные микрофоны более направлены на высокие частоты, чем на низких, поэтому центр звуковой картины будет передаваться с наибольшими частотными искажениями. В известной степени сигнал, образуемый такой парой кардиоидных микрофонов, аналогичен сигналу, образованному двумя микрофонами — ненаправленным и двунаправленным.

Кардиоидные микрофоны располагают и под другими углами в Голландии — 120° и во Франции — 110° . Угол 110° применяется, когда используют метод «искусственной головы», в котором микрофоны устанавливают на расстоянии 17 см один от другого. Микрофоны с двумя капсулями в одном корпусе имеют конструкцию, позволяющую поворачивать один капсуль относительно другого.

Выверка стереопары

Если выходные сигналы двух микрофонов различаются, то информация о пространственном положении источников звука будет искажена. Ниже приводится последовательность операций по выверке стереопары, которую два человека могут сделать в течение считанных минут (один из них находится у микрофона, другой — на контроле).

*1. Сначала следует убедиться, хорошо ли выверены громкоговорители. Для этого надо воспользоваться мономикрофоном (или одним элементом стереопары), сигнал с которого питает оба громкоговорителя — *А* и *В*. Звук должен исходить из средней точки между ними.

2. Если микрофоны имеют переключатели диаграмм, следует поставить их в одинаковое положение. Диаграммы должны соответствовать тем, которые будут использоваться для работы, а если это неизвестно, то следует установить диаграмму типа «восьмерка».

3. Капсюли микрофонов устанавливают на глаз под прямым углом один к другому. Поочередно их проверяют и определяют, где правый и где левый, так как если капсюли установлены один над другим, то обычно не указано, какой из них должен питать тот или иной канал.

4. При симметричной конструкции, устанавливая капсюли под углом 0° , следует убедиться, что они не направлены в противоположные стороны (на капсюлях всегда имеется какая-либо маркировка, указывающая необходимое положение).

5. Затем следует прослушать только разностный сигнал *А—В* или, если нет возможности его проконтролировать, поменять фазу одного из микрофонов и прослушать суммарный сигнал *А+В*.

6. В то время как один проверяющий говорит перед микрофоном, другой подстраивает выходные уровни их сигналов по минимальной разнице между ними. Это можно делать регулировкой как в каждом канале в отдельности, так и с помощью специальной регулировки «баланс каналов».

7. Затем следует установить уровень сигнала на громкоговорителях соответствующим нормальному стереовоспроизведению. Речь при этом должна приблизительно исходить из средней между ними точки вне зависимости от положения громкоговорителей. Если это не соблюдается, следует проверить диаграмму направленности одного из микрофонов и произвести необходимую коррекцию. Кроме того, следует помнить, что при перемещении говорящего громкость звука должна меняться в соответствии с выбранной полярной характеристикой микрофона.

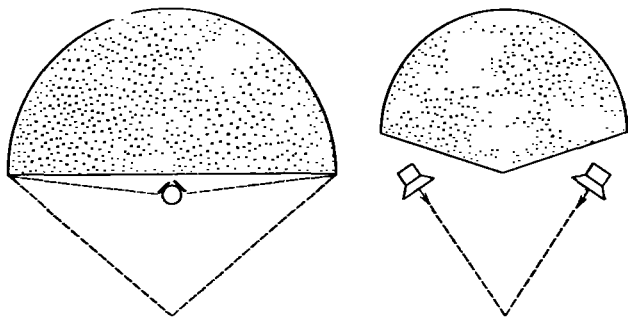
8. В заключение необходимо восстановить угол 90° между капсюлями и снова определить левую и правую сторону, а также центр.

Стерефонический баланс микрофонов

В стереофонии также необходимо устанавливать баланс, как и в монофонии, однако с одним важным дополнением: необходимо найти подходящую ширину базы. Принимая во внимание, что отраженный звук занимает всю звуковую панораму, считают приемлемым, что прямой звук может занимать только часть ее.

Обширный источник звука, такой, как оркестр, заполняет большое пространство, причем для реалистичности звуковой картины необходима соответствующая реверберация. Струнный квартет при той же реверберации занимает лишь часть панорамы, около 20° из общей ее ширины базы в 60° . Если угол будет большим,

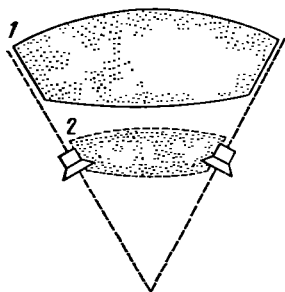
Уменьшение ширины звуковой картины. Источники звука, которые в действительности занимают пространство в пределах угла 90° и более (слева), в звуковой картине сжимаются до обычно привычного угла 60° .



то каждый музыкант квартета будет казаться гипертрофированным в звуковой картине. Этот же квартет, однако, можно «передвинуть» вперед, если использовать так называемый «сухой» баланс. В обоих случаях реверберация должна присутствовать по всей ширине базы.

Управлять шириной базы можно тремя способами:

1) микрофоны можно размещать ближе или дальше от источника. Передвижение микрофона дальше от источника «сужает» его и одновременно увеличивает реверберацию, как и в монофонии;



2) может быть изменена полярная диаграмма микрофонного элемента. Расширение характеристики от «восьмерки» к кардионде сужает базу. Это одновре-

Правильное размещение оркестра в пределах ширины звуковой картины. Объект, занимающий значительную площадь, нуждается в определенной реверберации, помогающей восприятию его истинного размера 1; если реверберация недостаточна, то объект кажется расположенным ближе и уменьшенным в размерах 2.

менно уменьшает реверберированные сигналы с тыла и позволяет приблизить источник;

3) отношение сигналов $A+B$ и $A-B$ можно изменить электрическим путем, причем с уменьшением $A-B$ сужается ширина базы. С уменьшением $A+B$ ширина несколько расширяется.

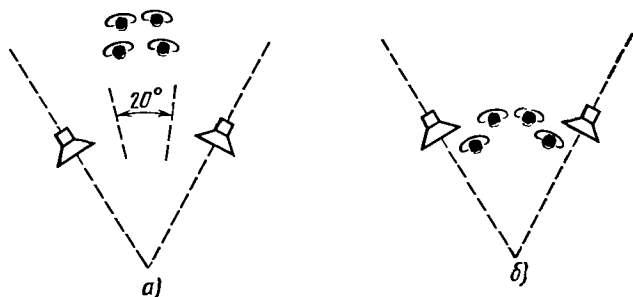
Реверберационный сигнал можно добавить в общую картину от дополнительного, удаленного от источника звука микрофона.

Близкое расположение микрофонов

Отдельные источники звука, не имеющие сколько-нибудь значительной протяженности, могут быть введены в звуковую картину с помощью монофонических микрофонов. Микрофоны при этом устанавливают достаточно близко (или студия должна быть хорошо заглушена) для предотвращения ощутимой реверберации.

Размещение квартета:

а — квартет занимает только треть звуковой картины, однако реверберация заполняет ее целиком; *б* — квартет занимает все пространство между громкоговорителями, в этом случае реверберация должна быть снижена, чтобы участники квартета не казались чрезмерно «увеличенными».



В противном случае возможен так называемый «туннельный эффект»: реверберационный сигнал приходит точно с того же направления, что и сигнал источника. Это явление (весьма частое в кинофильмах со стереофоническим сопровождением) снижает качество звучания и ухудшает стереофонический эффект.

Если реверберация очень мала, то ее можно увеличить до необходимой величины, добавляя в сигнал искусственное «эхо».

Положение источника в звуковой картине определяется соотношением его сигнала в каналах *A* и *B*. Если источник установлен и слышен, хотя и очень тихо, соотношение его сигналов должно быть таким, чтобы положение источника в звуковой картине соответствовало действительности; в противном случае изменением упомянутой пропорции источник звука можно поместить в любую точку звуковой картины в соответствии с художественным замыслом.

Следует позаботиться, чтобы два монофонических микрофона случайно не воспринимали сигнала от одного и того же источника. Если это произойдет, то возникнет пространственная пара, искажающая действительное положение источника, и, более того, это искажение усилится при увеличении сигнала от одного из микрофонов. Близкое расположение микрофонов, характеристики направленности, расположение источников в студии и экранирование — все используется для предотвращения этого нежелательного явления.

Монофонические микрофоны нельзя использовать, если источник имеет значительную протяженность, как, например, в случае

группы инструментов или певцов, а также при близком расположении микрофонов к роялю или органу. В этом случае два монофонических микрофона можно использовать как стереопару.

ГЛАВА ШЕСТАЯ

РЕЧЕВОЙ БАЛАНС

На первый взгляд запись речи представляется делом нехитрым. На практике же получить действительно высококачественную запись речи не так уже просто. Хороший речевой баланс означает ясный и естественно звучащий голос, «подчеркнутый и осветленный» акустикой помещения, в котором производится запись. Никакие посторонние звуки не должны мешать слушателю воспринимать речь.

Три фактора влияют на качество записи речи: характеристики записываемого голоса, микрофон и акустика помещения, где производится запись.

На радио каждая студия акустически тщательно обрабатывается, чтобы время ее реверберации и частотная характеристика максимально подходили для предполагаемых записей.

Студии для речевых записей, для передачи информационных или дискуссионных программ обычно имеют размер большой комнаты. Ее стены обрабатываются так, чтобы они поглощали звуки, подобно обычной жилой комнате с мягкой мебелью, гардинами и т. п. Пол застилают большим ковром.

Микрофон определенного типа выбирается в соответствии с акустикой помещения. Для записи дискуссии, например, с шестью участниками, сидящими за круглым столом, применяют кардиоидный или ненаправленный микрофон при относительно заглушенной акустике студии. Для записи одного или двух выступающих предпочтительнее ленточный микрофон, так как он, будучи направленным, позволяет уменьшить реверберируемый сигнал и другую окраску звучания акустической студии.

Ленточный микрофон; передача одного или двух голосов

Хороший ленточный микрофон обеспечивает ровную амплитудно-частотную характеристику для всего речевого диапазона частот. Поэтому микрофон такого типа — основной для записи речи на Би-Би-Си.

Рабочее расстояние между говорящими и микрофоном выбирается около 0,5—0,9 м. Перед записью делается ряд проб, как описано в предыдущей главе, однако если для выступающего запись — дело непривычное, следует свести эти пробы к минимуму — длительная регулировка микрофонов может выбить выступающего из колеи.

Для того чтобы получить хорошее отношение сигнал/шум, надо говорить отчетливо и не слишком тихо. Здесь следует учитывать, что англичане от природы говорят тихо, нешироко открывая рот. Американцы и австралийцы, напротив, не склонны бормотать. Однако следует придерживаться общего правила при записи: говорить достаточно ровно.

Добиться правильного баланса при записи двух выступающих, сидящих по обе стороны от ленточного микрофона, сложнее, чем при записи одного, если только их голоса не сильно отличаются по громкости.



Положение микрофона. Диктор читает текст держа рукопись сбоку от микрофона. Обратите внимание, что он сидит не слишком близко к микрофону и голова его поднята.

Иногда специально делают так, чтобы голос журналиста, берущего интервью, звучал немного тише, чем голос интервьюируемого. Это и правильно, так как цель любого интервью состоит в том, чтобы донести до слушателей мнение и личность человека, у которого берут интервью. Однако безусловно и то, что задаваемые вопросы должны быть при этом отчетливо слышны.

Если проверочная запись покажет, что относительная громкость двух голосов сбалансирована неверно, то можно поправить положение, слегка передвинув микрофон ближе к одному из выступающих. При этом надо иметь в виду, что голос более удаленного человека может оказаться более ясным, чем голос человека, расположенного ближе к микрофону. Поэтому иногда приходится отказываться от балансировки громкостей путем установки микрофона на разных расстояниях от выступающих и прибегать к электрической регулировке уровней сигнала, понижая их в те моменты, когда говорит обладатель более громкого голоса. Кроме того, отметим, что случайные изменения громкости более неприятны на слух при прослушивании через громкоговоритель, чем при непосредственном восприятии их в комнате, где идет беседа, и когда люди при разговоре покачиваются, приближаясь к микрофону или удаляясь от него, или просто меняют громкость речи, то электрическая регулировка уровня становится просто необходимой.

Для создания непринужденной обстановки микрофон удобно устанавливать на стол между собеседниками, однако если они при чтении материала используют какие-либо заметки, лежащие на столе, то шелест бумаги может оказаться существенной помехой при записи.

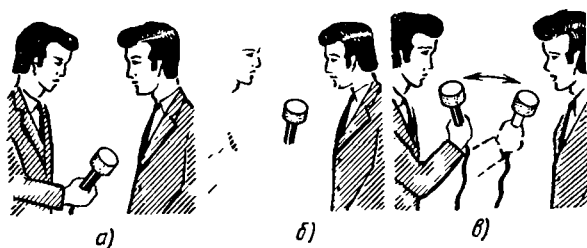
Ненаправленный микрофон; передача одного или двух голосов

Микрофон такого типа должен быть близко расположен к выступающему, поэтому при репортаже и интервью вне студии его лучше всего держать в руке. В студии такие микрофоны уста-

навливаются в непосредственной близости от источников звука. Привычка держать микрофон очень близко ко рту широко распространена среди многих ведущих эстрадные программы. Так, например «диск-жокей», добиваясь интимного звучания голоса, предпочитает говорить очень тихо и прямо в микрофон. Акустика помещения в этих условиях практически не влияет на окраску голоса. Ведущему кажется, что он «шепчет публике в ухо», настраивая ее психологически «на его волну». Однако если «диск-жокей» обладает мягким, но низким голосом, а микрофонный тракт не оснащен устройством для коррекции низких частот, то их подчеркивание ненаправленным микрофоном может сильно исказить голос. Это особенно заметно на фоне комментируемой поп-музыки, которая, как правило, содержит много высокочастотных гармоник. Многие ненаправленные (а иногда и кардиоидные) микрофоны имеют частотную характеристику с сильной неравномерностью в области средних и высоких частот, поэтому голос выступающего становится резким.

Ненаправленный микрофон в качестве ручного при записи интервью используется тремя способами:

1) микрофон держат немного выше пояса: такой способ используется на телевидении и в студиях, когда говорящий чувствует себя стесненным при виде микрофона. К сожалению, качество звука при этом получается посредственным; запись сопровождается шумами, иногда несколько больше, чем хотелось бы,



Приёмы интервьюирования:
а — микрофон на уровне пояса или груди, качество звука плохое; б — неподвижный микрофон на уровне плеч или рта, качество звука удовлетворительное или хорошее, если репортер и его собеседник находятся в достаточно тихом месте; в — микрофон подносится поочередно ко рту говорящего, качество звука хорошее.

прослушивается ревербирующий сигнал студии. Однако на телевидении, где основное внимание зрителя уделяется изображению, вполне можно примириться с этим, конечно, если речь достаточно разборчива;

2) микрофон, находится на уровне груди или шеи и направлен рабочей стороной вверх;

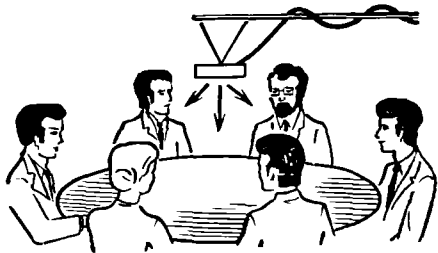
3) микрофон наклоняется поочередно ко рту каждого говорящего. Расстояние до микрофона выбирается в зависимости от уровня окружающих шумов. В этом случае, хотя микрофон каждый раз перемещается от спрашивающего к отвечающему и этим несколько сковывает последнего, качество звука получается наилучшим.

Журналист должен как можно ближе подойти к интервьюируемому лицу и стоять сбоку от него, или, еще лучше, сидеть рядом.

Если в интервью или дискуссии участвуют трое или четверо,

то в студийных условиях наиболее целесообразно использовать ленточный микрофон. В этом случае лучше беседующих рассаживать не вокруг стола, а размещать их по двое с каждой его стороны (если трое, то одного посадить напротив двоих). Это не очень их стеснит, зато качество записи будет выше. Микрофон можно передвинуть на несколько сантиметров или немного наклонить в сторону более слабых голосов. Участников беседы, находящихся по одну сторону стола, следует посадить ближе друг к другу, чтобы расстояние между ними и микрофоном было одинаковым. Если известно заранее, что кто-то из участников дискуссии намерен преимущественно говорить с кем-то одним, то этих двух следует усадить друг против друга. Необходимо также учесть, что изменение тембра звука происходит из-за того, что один участник беседы, обращаясь к рядом сидящему, несколько отворачивается от микрофона. Если же он при этом еще откинется на спинку стула, то этот эффект усилится.

Хотя микрофоны, имеющие диаграмму направленности в виде «восьмерки», применяются на радио очень широко, иногда для такого рода записей выбирают микрофоны других типов. Это делают, например, в случаях, когда записывают более четырех участников и нужно разместить за столом троих против одного. Иногда для того, чтобы атмосфера дискуссии была более непринужденной, ее участники размещаются вокруг стола, и тогда небольшой микрофон, выглядывающий из углубления посреди стола, или микрофон, подвешенный над головой говорящих, меньше стесняет их, чем ленточный, который должен находиться на уровне их ртов.

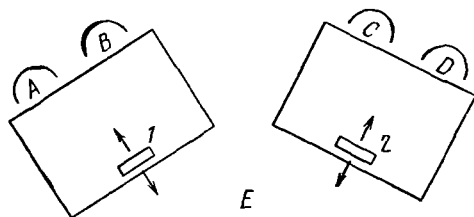


Дискуссия за круглым столом. Для всех участников используется один кардиоидный микрофон.

Но таким путем получить хороший баланс при записи группы людей совсем непросто. Нужно иметь в виду, что качество передачи звука многими ненаправленными и большинством кардиоидных микрофонов изменяется в зависимости от направления в большей степени, чем предполагают их названия. Поэтому лучше всего поместить микрофон рабочей поверхностью вверх (или вниз, подвесив микрофон над столом) и рассадить участников дискуссии вокруг него. Желательно, чтобы все они находились под углом в 45° к акустической оси микрофона.

Специально изготовленный для этого стол должен иметь в центре углубление с легко перемещающейся платформой, куда устанавливают микрофон. Однако посадить группу людей близко к микрофону и разместить микрофон на уровне ртов обычно трудно, поэтому воспринимаемые ненаправленным микрофоном посторонние шумы студии гораздо больше, чем при использовании

ленточного микрофона. Следует также всегда заботиться об устранении посторонних шумов, создаваемых участниками дискуссии.



Речевой баланс при двух микрофонах. Голоса *A* и *B* не воспринимаются микрофоном на втором столе, так как находятся в его нерабочей зоне. Голоса *C* и *D* не воспринимаются микрофоном на первом столе. Голос *E* принимается обоими микрофонами (они должны быть сфазированы). Такое размещение удобно для записи викторин. Этот метод полезен при установлении разнообразных звуковых балансов и особенно для музыки.

Шумы студии

Допустим ли шумовой фон в записи, зависит, прежде всего, от ее назначения. Для большинства записей на радио шум, конечно, неприемлем. Поэтому всегда вначале делают пробные записи, тщательно их прослушивают, выясняя нет ли там посторонних шумов. Пробная запись должна также показать, не слишком ли навязчива «атмосфера» помещения, из которого ведут запись. Здесь под «атмосферой» мы понимаем окружающий шумовой фон, который наполняет даже самую тихую комнату, как бы низок его уровень ни был. Пробная запись покажет, нужно ли скорректировать этот шум, не следует ли изменить громкость голоса выступающего, приблизить его к микрофону или вообще изменить место записи. Умелое использование направленного микрофона помогает снизить уровень посторонних шумов.

Посторонние шумы могут проникнуть в студию извне. Даже в специально построенной радиовещательной студии могут при записи возникнуть трудности, вызванные посторонними шумами, просачивающимися через вентиляционную систему или возникающими в самой студии из-за движения воздуха в ней. Шумов, возникающих в силу недостатков конструкции помещения, полностью избежать невозможно, несмотря на то, что звукоизоляции студий уделяется самое серьезное внимание.

Звукорежиссер должен обращать внимание также на шумы, создаваемые выступающим. Например, легкое постукивание карандашом о стол, в записи может восприниматься как ружейные выстрелы, а легкий скрип стула может звучать так, как будто он развалился на куски. И если не заметить этого во время записи, то потом придется ломать голову, как от них избавиться. У многих людей встречаются привычки, которые в их жизни не играют никакой роли, но которые неожиданно проявляются, когда эти люди выступают перед микрофоном. Например, большую угрозу для качества записи может представлять обычная шари-

ковая ручка, которую выступающий вертит в руках, время от времени нажимая кнопку. В записи будут непонятные щелчки, раздающиеся каждые 10—15 секунд.

Шум от закуривания сигареты менее опасен, чем другие шумы, так как его можно опознать на слух, однако чирканье спички на малом расстоянии от микрофона может быть даже зловещным. Из-за нескольких таких курильщиков дискуссионная программа становится скорее похожей на передачу из притона курильщиков опиума или репортаж с фейерверка, чем на благопристойную беседу уважаемых людей.

В радиопрограммах шумы становятся особенно раздражающими по многим причинам. Первая из них состоит в том, что большинство людей слушают радио при громкости, гораздо большей, чем громкость живой речи, поэтому и посторонние шумы усиливаются и лучше слышны.

Но беда не только в том, что шумы по радио громче, чем в реальной жизни. Хуже то, что при монофоническом прослушивании они исходят из той же точки воспроизводящего их громкоговорителя, что и речь. Это важно, так как в процессе естественного восприятия человеческое ухо способно выделять главные звуки среди всех второстепенных по тем направлениям, откуда они приходят. Человек способен в шумной общей беседе различать тот голос, который его интересует. Это явление называется эффектом «коктейльной вечеринки».

Третья причина того, что шумы при передаче сильнее раздражают, чем в натуре, часто заключается и в том, что слушатель не может объяснить их происхождение. Многие опытные работники радиовещания учитывают это в своей работе. Например, ведущий одного радиообозрения, заметив, что движения собирающегося выступить артиста не столь бесшумны, как хотелось бы, сказал: «А теперь к нам присоединился наш уважаемый...». Тем самым слушатель получил объяснение непонятному шуму и как бы удалил его из сферы внимания. Такой шум стал уже неопасен.

Шелест листов рукописи

Часто шум возникает из-за шелеста листов бумаги с текстом выступления. Поэтому звукорежиссер перед записью должен дать несколько советов выступающему, как следует обращаться с рукописью. Перечислим основные из них.

Текст следует писать на плотной бумаге, не сгибать ее и не класть в карман. Тонкой бумаги вообще следует избегать.

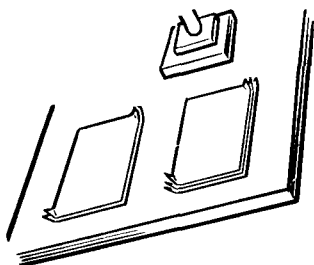
Если вы сидите за столом, то разложите листки с текстом перед собой, заранее освободив их от скрепок. Перевернуть лист бумаги бесшумно трудно, поэтому лучше отогнуть для этого два угла каждого листа, и после того, как лист будет прочитан, его легко убрать, подняв за уголки, но не следует верхний лист стаскивать с нижних — это создаст шелест.

Перед выступлением разложите бумаги таким образом, чтобы можно было прочесть записи, не поворачивая и не наклоняя головы.

Если необходимо выступить стоя у микрофона, скрепите листы текста выступления. Страницы следует переворачивать, отводя руки с рукописью в сторону от микрофона.

Когда в выступлении принимают участие несколько человек, не следует перелистывать страницы всем сразу. Актеры должны помнить, что страницы нужно перевертывать бесшумно.

Если текст выступления небольшой, то лучше всего каждую его страницу положить в отдельный полиэтиленовый пакет подходящего размера.



Способ предотвращения шороха страниц рукописи. Уголки листов отогнуты вверх так, чтобы можно было бесшумно переключать страницы. Пюпитр для рукописи. Здесь нет отражений звука от рукописи, которые могут попасть в микрофон. Однако диктору приходится наклонять голову при чтении нижних строк страницы. Заметим, что пюпитр и поверхность стола могут быть изготовлены из акустически прозрачной сетки.

Сам я предпочитаю держать рукопись немного сбоку от микрофона. Не следует раскладывать ее перед микрофоном, так как отраженный от бумаги звук будет интерферировать с прямым звуком. Кроме того, при чтении страницы сверху вниз будет происходить постоянное уменьшение громкости из-за увеличивающегося наклона головы, а затем громкость резко возрастет, когда начнется чтение следующей страницы. Некоторое уменьшение громкости можно компенсировать, но изменение тембра звучания поправить нельзя, поэтому лучше попытаться избежать этих неприятностей.

Иногда для рукописи используют специальную подставку. Так как она имеет наклон, то отраженный сигнал в микрофон не попадает. Однако если выступающий при чтении наклоняет голову, то изменение громкости будет еще большим, чем без подставки, так как верхняя часть страницы читается прямо в микрофон.

Использование акустики студии при передаче драматических постановок

До сих пор мы рассматривали возможности добиться правильно сбалансированной речи путем выбора микрофона определенного типа, расстояния до него и угла его поворота по отношению

к чтецу. Теперь мы должны рассмотреть влияние самой студии, поскольку баланс звучания в значительной мере зависит от него.

Там, где требуется передать драматические эффекты, очень важно иметь возможность по-разному использовать акустику студии, поэтому драматические студии Би-Би-Си имеют значительные размеры и оборудованы большим количеством всякого рода экранов, занавесов и т. п., чтобы обеспечить с их помощью многообразие акустических оттенков.

В Англии и других странах радиодрама все еще здравствует, пережив более чем на 20 лет театральные радиопостановки в Америке. Кроме того, как будет рассказано далее, готовятся радиопостановки для стереофонического вещания. Следует подчеркнуть, что живучесть литературно-драматического вещания объясняется большим интересом слушателей к передачам этого жанра.

Радиоспектакли смогли бы служить и рекламе, если бы не трудности, связанные с необходимостью многократно прерывать действие. Следует заметить также, что в ситуации, когда телевидение может обслуживать менее взыскательную публику, качество постановки — индивидуальной игры — имеет совсем тот же уровень, как в многосерийных «мыльных операх».

Микрофонная техника, используемая в радиопостановках, может быть также применена для отдельной от изображения записи звука в кино или на телевидении (включая последующую синхронизацию), хотя она, к сожалению, редко используется для этих целей.

Микрофонная техника, используемая в радиопостановках, может быть также применена для отдельной от изображения записи звука в кино или на телевидении (включая последующую синхронизацию), хотя она, к сожалению, редко используется для этих целей.

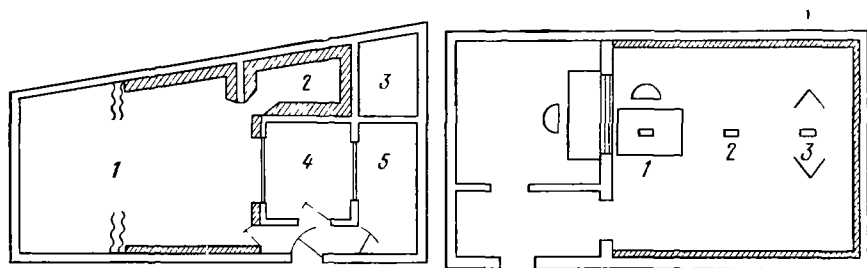
Основные акустические условия, необходимые для речевого баланса, создаются в большой комнате, звук в которой мало чем отличается от звука в комнате слушателя. Такая акустика не должна иметь каких-либо выдающихся достоинств или недостатков, т. е. не создавать ничего такого, что привлекало бы к себе внимание слушателей. Она необходима и для радиопостановок, чтобы у слушателей создавалась полная иллюзия действия, происходящего в комнате.

Практическое использование акустики

Помещение студии следует разделить на части, которые по-разному обработаны звукопоглощающими или отражающими материалами. В каждой такой части качество звука должно быть различно, чтобы можно было создать весьма реалистические акустические условия, необходимые для тех или иных целей. Заглушенная акустика, как будет показано далее, для этого практически не применяется.

При рассмотрении акустики помещения полезно напомнить, что его размеры сказываются не столько на времени реверберации, сколько на иных свойствах реверберации. Маленькая комната и звучит, как маленькая, потому что определенные частоты выделяются ею и подчеркиваются в зависимости от расстояния между стенами. Сочетание времени реверберации и других ее характеристик дает представление о размере и акустической обстановке комнаты: звук, имеющий время реверберации, равное 1 с, может возникнуть в полупустой небольшой комнате или в большом заглушенном зале, но эти помещения легко различимы на слух.

Например, акустика ванной комнаты может быть получена в малом помещении с сильно отражающими звук стенами. Часть главной студии или большую комнату с реальной акустикой можно использовать для создания впечатления зала для собраний, зала суда, небольшого концертного зала и т. п. Когда эта часть студии не нужна для драматических постановок, ее можно использовать как небольшую музыкальную студию. Для изменения акустическую окраску звучания можно изменить различным расположением микрофона. Например, начало сцены, происходящей в зале с большой реверберацией, следует провести немного далее от микрофона, чем все последующее действие, поскольку слушателю будет трудно выдержать всю сцену в условиях сильной реверберации.



План студии для радиопостановок. Это типичная студия для радиоспектаклей, созданная во времена, когда они пользовались наибольшей популярностью. Значительное количество таких студий существует и на Би-Би-Си. До сих пор они используются по основному назначению, тогда как условия, созданные при их строительстве, не теряют ценности и для других целей.

Основные помещения студии: 1 — сценическая площадка; она может быть разделена с помощью занавеса на две части с различными видами акустики; 2 — помещение с заглушенной акустикой, стены которого обиты толстым слоем поглотителя; 3 — эхо-камера; 4 — студийная аппаратная; 5 — аппаратная записи. В студии стены непараллельны, что устраняет появление нежелательной окраски звука из-за стоячей волны.

План студии, приспособленной для радиопостановок. Здесь используются три ленточных микрофона: 1 — для рассказчика (около окна), 2 — для действия в помещении, 3 — для действия на «открытом воздухе».

Первое затруднение возникает, если действие сопровождается словами от автора. Очевидно, необходимо сделать так, чтобы слушатель не путал действующих лиц и рассказчика. Безусловно, в их игре должна быть разница: повествовательная линия от автора должна контрастировать с действием спектакля. Для этого

можно использовать смену акустики: если сцена разыгрывается в студии на среднем расстоянии около 1 м от ленточного микрофона, то рассказчика следует поместить ближе к одной из стен студии, а расстояние от микрофона установить около полуметра.

Все хорошо, пока рассказчик не является одновременно действующим лицом в сцене. Тогда, если действие происходит в большой студии, ему придется довольно резко перемещаться от одного микрофона к другому. Положение облегчится, если установить второй микрофон другого типа на том же самом месте, где в данный момент происходит действие: ленточный микрофон для записи действия, ненаправленный для рассказчика. Эти два микрофона должны быть так установлены, чтобы рассказчику, при необходимости воспользоваться ими, достаточно было лишь повернуться. Ленточный микрофон дает естественный тембр, а ненаправленный имеет некоторую тональную окраску в верхней части диапазона, придавая голосу более «механическое» звучание, как раз такое, которое характерно для дикторского чтения печатного текста и резко отличается от как бы подслушанного в реальной жизни звучания. Можно достигнуть желаемого контраста и другим способом, поместив вблизи микрофона рассказчика экран.

Иногда нужно смешать два типа акустики, например когда два голоса звучат одновременно в разных местах студии. Здесь открывается большой простор для изобретательности; серьезная проблема при этом заключается в том, чтобы избежать попадания голосов в микрофоны, для них не предназначенные, особенно, когда голос из части студии с «сухой» акустикой такой же громкий или громче другого голоса. В этом случае можно использовать двойной занавес или экраны, но лучше всего разные студии.

Чтобы сцена естественно звучала, можно также использовать экраны. Например, внутренность салона автомобиля состоит из звукоотражающих и звукопоглощающих частей, поэтому «коробка» из экранов с аналогичным покрытием даст очень похожий тембр звука. Расположение двойных V-образных или двух (и более) экранов по обе стороны от двусторонненаправленного микрофона используется для получения заглушенной акустики, характеризующей открытое пространство.

Акустика открытого пространства

Эта разновидность акустики часто необходима в радиопостановках и характеризуется почти полным отсутствием реверберации. Даже если рядом есть стены или какие-либо поверхности, способные отражать звук, суммарный отраженный звук будет незначительным и вызовет едва заметное изменение тембра.

Каким образом можно воспроизвести такие условия в студии?

Один из методов, испытанный немецкими акустиками, состоит в использовании сильно заглушенного помещения. Чтобы достичь этого, стены комнаты покрывают звукопоглощающим материалом

толщиной более метра. Такое помещение обладает следующими достоинствами:

становится возможным получить максимальный контраст с другими видами акустики; таким образом создаются условия расширения диапазона окрасок звука;

заглушенное помещение заставляет актера повышать голос и придавать ему более резкий тембр точно так же, как он сделал бы это на открытом воздухе;

звуковые эффекты, записанные на открытом воздухе, хорошо сочетаются с записью, сделанной в такой студии;

второстепенные голоса и сопровождающие сцену звуковые эффекты можно смешать с голосами основных действующих лиц, разместив их вокруг ленточного микрофона ближе к его нерабочей зоне;

рабочее пространство вокруг микрофона больше, чем при использовании акустических экранов.

Кроме достоинств, к сожалению, есть и недостатки:

работать в комнате с заглушенной акустикой нелегко, особенно для людей склонных к клаустрофобии (боязни закрытого пространства);

звукорежиссеру трудно поддерживать уровень записи, мгновенные значения звукового сигнала могут вызывать перемодуляцию, хотя средний уровень и будет невысоким;

неприятно длительное время слушать запись, сделанную в помещении с сильно заглушенной акустикой.

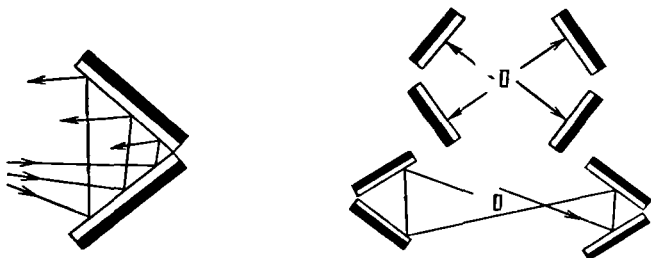
Таким образом, комната с абсолютно заглушенной акустикой не является идеальным решением проблемы, поэтому приходится искать какие-то другие решения. В каждом конкретном случае, в соответствии с требованиями сценария, надо решать, насколько сильно может отличаться имитированная акустика «открытого пространства» от истинной. Если действие пьесы почти полностью происходит на открытом воздухе, то следует применить акустику с несколько меньшей реверберацией, чем при обычной записи речи. В том случае, когда только небольшая часть действия происходит вне помещения, можно использовать акустику, более приближающуюся к заглушенной. Другими словами, кроме исключительных случаев, надо всегда стараться, чтобы средняя акустика спектакля приближалась к акустике при записи речи.

Применение акустических экранов

Используя различные системы для создания заглушенной акустики, следует избегать эффектов, которые создают звучание, как в маленьких каморках. Такое звучание, например, получается в комнате со стенами, сплошь покрытыми нетолстым звукопоглощающим материалом. Его можно получить и с помощью акустических экранов. Впрочем, более целесообразно использовать экраны, располагая их буквой «V» по обе стороны двунаправленного микрофона.

Рассмотрим некоторые особенности такого применения акустических экранов.

1. Экраны следует располагать ближе к микрофону. При этом пути распространения звуковых волн будут короткими, а реверберация почти не сказывается на звучании. Актерам придется несколько ограничить свои перемещения.



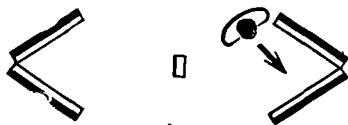
Использование акустических экранов. Двукратное отражение звука в V-образном экране из поверхностей, установленных под острым углом. Для некоторых длин волн поглощение невелико, но больше, чем для поверхностей, установленных под тупым углом.

Пространство, ограниченное экранами. Если пространство ограничено V-образными экранами с двух сторон, как показано на нижнем чертеже, то поглощение за счет двойного отражения увеличится. Образование стоячей волны внутри такого пространства исключено, если противоположные экраны не параллельны между собой (верхний чертеж).

2. Устанавливать экраны следует не параллельными парами, а в виде острых V-образных фигур. Это помогает снизить уровень как низких, так и высоких частот. По моему мнению, расположение экранов под острым углом обеспечивает более чистое звучание, чем при широком угле. При этом актер не должен стоять слишком близко к вершине угла, образуемого экранами.

3. Некоторые затруднения могут вызвать реплики актеров, по ходу действия появляющихся на сцене и уходящих с нее. В действительности речь удаляющегося человека характеризуется постепенным снижением громкости. Голос же, удаляющийся из рабочего пространства, ограниченного экранами, может быть неожиданно усилен акустикой студии. Поэтому надо все время оставаться внутри экранированного пространства и стараться не направлять звук в студию, минуя экраны.

4. «Удаленная» реплика может быть произнесена поверх V-образных экранов. Если она будет слишком громкой по сравнению с другими голосами, то актер должен произносить ее тише, но более отчетливо. Не следует пытаться заглушить голос, повернув лицо в угол между экранами, так как создается впечатление, что актер говорит, уткнувшись лицом в вату.



Использование микрофона при «реплике в сторону». Актеру не следует отворачиваться от микрофона или уходить в глубь угла, образованного экранами, дальше, чем показано на рисунке. Если желателен более «удаленный» голос, то его можно достигнуть изменением тембра или регулировкой громкости.

В общем, экранирование не полностью имитирует акустику открытого пространства. В то же время оно не создает и обычную, «живую» акустику. В этом случае получается нечто среднее, но вполне приемлемое для вышеупомянутых целей. Если же звучание в результате получается все-таки более похожим на звучание в помещении, не стоит пытаться убедить слушателя в обратном, вставляя по ходу действия запись с пением птиц. Делу это не поможет, а только усилит контраст и подчеркнет недостатки метода.

В отдельных случаях «стилизации», например когда надо изобразить «путешествие по всей своей жизни», вполне достаточно использовать три экрана с каждой стороны микрофона, причем пол можно не покрывать ковром.

Примером использования экранов может служить такая пятнадцатиминутная пьеса. Место действия — помещение уголовного суда в Олд Бейли (Лондон). Для записи было использовано шесть микрофонов, из которых три ленточных, расположенных в наиболее оживленном месте драматической студии. Актеры, игравшие адвоката и свидетелей, с разных расстояний пользовались микрофоном № 1, причем к их голосам подмешивался реверберируемый сигнал. Другие действующие лица, расположенные несколько далее, записывались на микрофон № 2 в полутора метрах от микрофона № 1, причем в этот канал добавлялась более сильная реверберация, вследствие чего усиливался пространственный эффект. Запись «атмосферы» зала суда довершалась звуками шарканья ног, покашливанием и прерывистым шепотом с галерей, для создания которых использовался микрофон № 3. В последнем случае искусственная реверберация не применялась, просто актеры работали на расстоянии около полуметра от микрофона.

Действие прерывалось сценой преступления, которая записывалась на микрофон № 4, расположенный внутри пространства, огороженного экранами, и изображавший «открытый воздух». Этот же микрофон был снабжен специальным фильтром для имитации телефонного разговора. Микрофон № 5 служил для записи звуков открывания и закрывания автомобильной двери (для этого использовалась настоящая автомобильная дверь, укрепленная на раме) и шума падающего тела («тело», конечно, было не настоящее, так как не нашлось желающих исполнить эту роль; использовали металлическую трубу, обернутую в толстую ткань). Записанный на тот же микрофон, что и все действие, удар двери мог бы оказаться слишком громким, а шум падения тела тихим и удаленным. Микрофон № 6, установленный в конце студии с нормальной «живой» акустикой, служил для записи разговора в комнате домика на окраине города.

Использование шести микрофонов дало возможность получить большое разнообразие в акустике, варьирование комбинациями микрофонов и реверберацией сделало возможным передать эти действия.

В рассмотренном случае была осуществлена запись всего спектакля без остановок, в непрерывной последовательности. Однако это не единственный метод. Многие звукорежиссеры предпочитают иной способ, состоящий в записи отдельных сцен в разное время и в различных условиях, т. е. в разных студиях с подходящей для изображаемого действия акустикой. Специальные эффекты монтируются в запись там, где это необходимо, и окончательный результат получается за монтажным столом.

Впрочем, оба метода имеют гораздо больше общего, чем может показаться на первый взгляд, поскольку в работе приходится сталкиваться с одинаковыми проблемами и решать их одинаковыми способами.

Условности взаимодействия изображения и звука

В кино и на телевидении применяются те же способы размещения микрофонов, что и на радио, однако есть и различия.

Одно из важных условий состоит в сочетании звука и изображения. Очевидно, что если показывается крупный план, то и речь должна звучать громче. Соответственно, если люди в кадре находятся на общем плане, то их речь должна быть передана с соответствующей акустической перспективой. На первом месте всегда разборчивость речи. Даже если действующие лица разговаривают, пробираясь через шумное многолюдное помещение, их речь должна быть отчетливо слышна. Речь лиц, расположенных ближе, может быть практически неслышной, и, напротив, речь репортера, находящегося в кадре значительной продолжительности, может быть слышна. Другие условности вытекают из расположения микрофона — может он находиться в кадре изображения или нет. Для театральных постановок и художественных фильмов ответ, естественно, отрицателен, так как в противном случае нарушается иллюзия реальности.

В случае телевизионных представлений требования к тому, чтобы микрофоны были вне поля зрения, не столь строги. Например, видимые микрофоны используются, когда звуковое сопровождение лучше и удобнее всего получить именно таким образом. Поэтому в большей части телевизионных передач микрофоны могут находиться в поле зрения — зрители к ним привыкают настолько, что не замечают их. Однако их вездесущность все же незаметно утомляет, и по возможности их следует убирать из поля зрения.

В кино, включая и телевизионные фильмы, когда иллюзия реальности не требуется, микрофон может появиться в кадре, но причины для этого должны быть более весомыми, чем на телевидении. Однако большая часть фильмов снимается там, где микрофон не может быть предметом обычной обстановки. Появление в кадре микрофона напоминает зрителю процесс съемки и весь связанный с этим антураж, включая кинокамеры. Поэтому и

микрофон начинает вызывать раздражение, появляясь слишком часто на экране.

Вместе с тем, в ряде случаев микрофон может занять в кадре одно из первых мест. Так, например, при показе событий политической или общественной жизни микрофон используется намеренно как символ власти или социального исследования. Микрофоны окружают политиков и государственных деятелей, их суют в лицо людей, от которых получают важные новости, — и все это имеет изобразительное, хотя и условное значение. Ручной микрофон комментатора также ассоциируется с властью и исследованием, однако комментатору следует быть осторожным: эта иллюзия может быть легко разрушена неверным словом, акцентом или жестом и смениться образом массовика-затейника, который тоже пользуется ручным микрофоном.

В телевизионной программе, занимающей промежуточное положение между рассмотренными, могут быть случаи, когда «микрофонная» символика нежелательна. Демонстрируемая власть кажется, например, преувеличенной или выглядит как надменность, а смысл социального исследования и без того понятен по оформлению студии. В этом случае микрофон может находиться в кадре, поскольку дает возможность получить наилучшее звучание (особенно когда выступающие не в состоянии управлять своим голосом, как это делают актеры), но это должно подчиняться изобразительным правилам, касающимся всех присущих изображению элементов.

Использование микрофонов на стойках «журавлях»

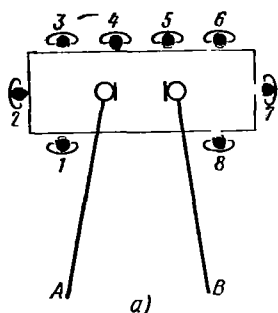
В телевизионной студии специальная стойка «журавль» является основным средством помещения микрофона в точку студии, которая дает возможность правильно передавать звук и не быть видимой в кадре. Такая стойка, обычно телескопическая, может значительно меняться по длине и охватывать большое рабочее пространство студии. Если же длины недостаточно, то стойку можно сравнительно легко передвинуть на новое место. Кроме того, микрофонный оператор имеет возможность повернуть микрофон под определенным углом в точке крепления на конце кронштейна стойки, направив его в сторону, или отвернуть микрофон от источника звука.

У микрофонного оператора, работающего со стойкой, есть сценарий передачи, и в соответствии с ним он поворачивает микрофон в сторону того лица, которое говорит или собирается вступить в беседу. Может возникнуть вопрос: если микрофон имеет широкую кардиоидную характеристику, то зачем поворачивать его во время передачи или записи, вместо того, чтобы оставить микрофон в каком-то среднем положении?

Дело в том, что под углом в 45° к оси микрофона потери на высоких частотах составляют 2—3 дБ, а при увеличении угла до 60° они возрастают до 5 дБ. Кроме того, микрофон должен быть

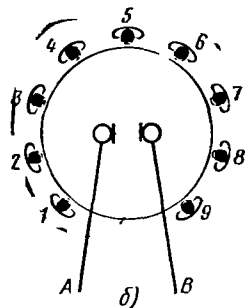
опущен с кронштейна настолько близко к выступающему, насколько позволяют размеры кадра. (На репетициях микрофон следует время от времени «погружать» в изображение с тем, чтобы установить, где находится край кадра.) Правильная установка микрофона может дать не только наилучшее соотношение сигнал/шум для речи исполнителя, который говорит в данный момент, но и приемлемый ее баланс, при котором уменьшается влияние всяких других посторонних звуков. Если говорят два участника передачи, то речевой баланс устанавливается преимущественным для того, кто ведет важнейшую линию, или же таким, при котором речь обоих воспринимается микрофоном одинаково.

Микрофон должен находиться в некотором среднем положении относительно размещения многих выступающих, особенно когда они сидят на большом расстоянии друг от друга. Если же один из них повернется, то трудно обеспечить хорошую передачу



Использование «журавля» в телевизионной передаче дискуссии:

а — «журавль» А обслуживает участников 4—8, В — 1—5; б — «журавль» А обслуживает участников 5—9 (1 и 4 — с меньшим уровнем, В — 1—5. Используются кардиоидные микрофоны



одним микрофоном; в этом случае необходим еще один микрофон, подвешенный над столом или замаскированный где-то внутри кадра. Иногда можно применить дополнительный «журавль», хотя это, как правило, вызовет некоторые трудности с освещением.

В сценах телеспектаклей, действие которых происходит на открытом воздухе, микрофон следует устанавливать так близко к актерам, как только позволяют размеры кадра. Это необходимо, чтобы достичь акустического контраста со сценами в помещении, где микрофон следует располагать несколько удаленным от источника и вводить небольшую реверберацию. Заметим, что создаваемое пластинчатым ревербератором время реверберации, равное 0,8 с, далеко не то же самое, что 0,8 с, даваемое собственно студией, так как пластинка ревербератора создает гораздо больше отражений за это же время.

Для записи одного и того же голоса может быть использовано большое количество разных типов микрофонов и должна быть возможность их частотной коррекции с помощью студийного контрольного пульта. Тем самым обеспечивается выравнивание характеристик применяемых микрофонов. Если такая коррекция необ-

ходима, то характеристики микрофона, подвешенного на «журавле», принимаются за исходные и параметры дополнительных микрофонов приводятся к ним.

Применение «журавля», обеспечивающего необходимый речевой баланс, автоматически сочетается с изображением: крупному плану соответствует более крупный план звука, при общем плане и звук может быть просто «удален». Микрофонный оператор на репетициях использует монитор в студии для установления возможных пределов перемещения своего микрофона относительно кадра изображения. Таким образом он запоминает допустимое во время основной передачи положение микрофона. Впрочем, относительно недавно микрофонному оператору было просто справляться с этим делом, так как он на глаз мог определить, какой ширины сцена снимается каждой камерой. Сейчас в связи с массовым внедрением трансформаторов эта задача значительно осложнилась.

На телевидении звукорежиссер может связаться с оператором «журавля» по цепи диспетчерской связи. На Би-Би-Си такому вызову предшествует короткий сигнал высокого тона. Во время репетиции, записи или передачи оператор может ответить на вызов или сам послать его по отдельной переговорной цепи. Для этого установка с «журавлем» оснащена многожильным кабелем, позволяющим как передавать звуковое сопровождение, так и вести переговоры.

Обычно на «журавлях» используют электродинамические микрофоны, хотя могут применяться и микрофоны других типов, например ленточные или конденсаторные — последние для музыкальных передач.

Для некоторых целей лучше использовать остронаправленные микрофоны. И хотя большая инерция «микрофона-пушки» длинной в полметра при быстрой смене обстановки затрудняет работу, то обстоятельство, что этот микрофон можно поместить на большом расстоянии от снижаемой сцены, компенсирует это неудобство. Такой микрофон, как правило, используется в программах, где ведущий ведет беседу с многими участниками.

Когда передается беседа с двумя участниками, сидящими друг против друга на довольно большом расстоянии, оператору «журавля» приходится поворачивать кардиоидный микрофон для охвата каждого участника по очереди. В этом случае можно использовать два микрофона, расположенные под углом в 90° один к другому. В результате получается широкая кардиоидная характеристика, весьма удобная при низкой подвеске микрофонов. При передаче пьес такое расположение ограничило бы использование «журавля» для других сцен, поэтому в аналогичной ситуации или, например, в том случае, когда за круглым столом сидит много участников, используют два «журавля».

«Журавль» может быть использован для передачи речи с трибуны высотой около 2 м (при этом ораторы должны размещаться в пределах 3 м по фронту), а тележка «журавля» должна быть

как можно дальше от трибуны, так как угол возвышения «журавля» невелик.

Для эпизодов, происходящих на большой высоте, может потребоваться поднять «журавль» на возвышение того же уровня (в результате чего, естественно, его нельзя использовать в эпизодах в удаленных частях студии, куда обычно его доставляли).

Другая возможность состоит в демонтаже микрофонного кронштейна и установке его на специально устроенных подмостках. Кронштейны следует заново отбалансировать, а оператору надо дать больше времени на репетиции, чтобы он освоился с новыми условиями.

Микрофон в кадре

Присутствие микрофона в кадре должно быть естественным и не отвлекающим внимание. Если микрофон подвешен на «журавле» и виден в верхней части изображения, то он раздражает зрителя, особенно если перемещается время от времени от одного участника передачи к другому.

В кадре могут находиться так называемые индивидуальные микрофоны, которые вешают на шею или держат в руке, или статические, установленные на столе или на специальной подставке на полу.

Если во время выступления диктор находится на одном месте, то лучше всего использовать микрофон, установленный на столе и наклоненный таким образом, чтобы он был направлен на выступающего.

Основание микрофона должно быть массивным, защищающим его от каких-либо толчков, но, поскольку эта деталь совсем не обязательна для кадра, как сам микрофон, ее можно спрятать в углубление в столе. Углубление не должно влиять на акустику рабочего места диктора.

Микрофон, устанавливаемый сбоку от выступающего, должен выглядеть более изящным, чем тот, который находится прямо перед ним. Замечено, что в разговоре человек чаще поворачивается в одну сторону, нежели в другую, поэтому микрофон надо установить именно с этой, предпочтительной стороны. Однако если он все-таки повернется в другую сторону, то его голос может быть воспринят микрофоном, стоящим около его соседа.

Когда люди размещаются по всей студии, микрофоны устанавливаются для каждого отдельно. Даже если они сидят парно близко друг к другу, звукорежиссер может предпочесть установить для каждого свой баланс, пользуясь тем, что он заранее знает из сценария, кто будет говорить. Для хорошего качества записи требуется, чтобы в каждый момент времени работало как можно меньше микрофонов.

Вот практический пример: в викторине участвуют три ведущих, задающих вопросы, и три команды по шесть и более человек. Каждую команду опрашивают последовательно, причем по

каждому вопросу есть два судьи, которые, однако, могут вмешиваться и в обсуждение других вопросов. Кроме того, число ответов не может быть больше четырех (по количеству микрофонов в команде), при этом заранее известно, кто будет отвечать, поскольку их называют по именам.

Таким образом, звукорежиссер должен сбалансировать речь только по шести микрофонам, и это максимальное количество, которое не следует превышать при одновременной работе.

В случае, когда два выступающих сидят рядом и большую часть времени разговаривают между собой, можно ограничиться одним микрофоном, установленным таким образом, чтобы оба голоса воспринимались одинаково, даже если выступающие и несколько отвернутся от него.

Ручной микрофон на экране

Ручной микрофон давно стал общепринятой условностью телевизионного репортажа. Это очень удобно для работы группы, состоящей только из репортера и оператора, а также полезно, потому что микрофон всегда можно поднести ближе к рту говорящего, если обстановка съемок слишком шумная. При такой работе звук обычно записывается одновременно с изображением на киноленту.

Как-то, когда дискуссия происходила у электродуговой сталеплавильной печи, я использовал два ручных микрофона. Микрофоны пришлось подносить почти вплотную к губам участников дискуссии и только так удалось получить хорошо сбалансированную запись, в которой речь отчетливо звучала на фоне рева печи — передача произвела большое впечатление. Единственная трудность при записи заключалась в том, что собеседники слышали друг друга гораздо хуже, чем слушатели.

В исключительных случаях «губной» (репортажный) микрофон тоже может быть в поле зрения: например, при прямом репортаже с аэродрома о первом взлете гигантского самолета «Конкорд». Разделение речи комментаторов, передающих этот микрофон друг другу, и шума двигателей самолета было отличным.

Однако иногда случается, что ручной микрофон придает репортеру несколько самонадеянный и даже агрессивный вид. По этой причине женщинам-репортерам не стоило бы пользоваться ручным микрофоном при интервьюировании мужчин.

Вместо ручных микрофонов во многих случаях можно использовать индивидуальные (петличные) и направленные микрофоны.

Применение «микрофона-пушки»

Достоинства и недостатки этого микрофона уже рассматривались в предыдущей главе. Он очень удобен при съемках на открытом воздухе. Звукооператор должен держать его непосред-

ственно за краем кадра и направлять по очереди на участников съемки, стараясь не «залезать» в кадр, что возможно только при согласованной работе кино- и микрофонных операторов. Достоинство «микрофона-пушки» состоит в том, что при его использовании актеры не слишком ограничены в своих движениях, хотя, конечно, поворачиваться к микрофону затылком все равно не стоит.

Звуки, попадающие в микрофон с боковых направлений, имеют очень малую громкость при работе на открытом воздухе, но создают совершенно неприемлемый тембр при работе в помещении. Однако можно успешно его использовать для записи голосов на значительном расстоянии в относительно тихой обстановке телевизионной студии, в той ее части, где нет сильно отражающих поверхностей. Впрочем, высокие направленные свойства при работе в студии и даже вне ее используются редко.

«Микрофон-пушка» конструктивно может быть объединен с камерой и направлен туда же, что и объектив. В этом случае микрофон должен быть хорошо укреплен, чтобы не воспринимать шумы, производимые камерой. Такой микрофон улавливает звуки в пределах снимаемого кадра. Однако применение этого аппарата очень ограничено, так как вся съемка производится лишь одной камерой редко.

Иногда «микрофон-пушка» с коррекцией на низких частотах в сочетании с микрофонами других типов используется для записи пресс-конференций, лучше обеспечивая «эффект присутствия», чем обычные микрофоны.

Микрофон на шнурке

Этот микрофон вешают на шею выступающего. Его можно спрятать под галстук, хотя следует помнить, что шелковый галстук может вызвать потрескивание звука, а толстый шерстяной — приглушить его. Если микрофон спрятан, то следует проверить, не виден ли шнурок; можно, например, выбрать его того же цвета, что и одежда выступающего. Часто на это не обращают внимания, а результатом является очевидная неряшливость в работе. Микрофон, который не маскируется, тоже не должен сильно отличаться по цвету от одежды, чтобы не привлекать внимания.

Эти микрофоны очень легки (30—60 г) и могут быть прикреплены к одежде с помощью булавки, чтобы они не раскачивались при движении выступающего. Кроме этого, надо обратить внимание на возможные движения человека: например, наклон вперед может вызвать шум. Все движения могут вызвать шум, причиной которого будет шорох ткани одежды, поэтому садиться, вставать, наклоняться следует во время пауз между словами. На это время можно уменьшить сигнал с микрофоном или при последующем монтаже записи заменить эти шумы «атмосферой» места действия. Однако не следует ограничивать без нужды сво-

боду движений выступающего. Ведь преимущество этого микрофона перед ручным в том и состоит, что руки выступающего свободны. Если он отвернется от камеры, его голос все равно будет хорошо слышен, но если он просто повернет голову, то громкость звука может уменьшиться. Это можно предотвратить, укрепив микрофон на лацкане пиджака или предупредив выступающего.

Индивидуальные микрофоны придают голосу характерный тембр. Если передача началась с использованием этого микрофона, то так и надо продолжать до какого-либо изменения в обстановке съемки (например, переход от природы к павильону) или очень длинной паузы перед появлением того же голоса. Это, кстати, справедливо и для других микрофонов, но в меньшей степени.

Индивидуальные микрофоны удобно использовать в шумной обстановке или в условиях более яркой акустики, чем обычно на телевидении.

Следует заметить, что большинство зрителей предполагают в телевидении гораздо большую посредственность, чем это есть на самом деле. И хотя повесить микрофон на чью-то шею гораздо легче, чем выбрать правильное освещение, расположить камеру и объект съемки, присутствие микрофона, привлекающего внимание, ухудшит иллюзию. Но не всем нравится носить на себе какое-то техническое оборудование; например, актер в пьесе может чувствовать, что оно его стесняет. Кроме того, при использовании индивидуального микрофона по сравнению с микрофоном на «журавле» нет совпадений звуковой и зрительной перспектив. В пьесах это более важно, чем в других программах.

Для съемок пьес можно использовать радиомикрофоны, соответственным образом позаботившись о создании звуковой перспективы. Радиомикрофоны здесь предпочтительнее, чем нашейные с кабелем, ограничивающим движения актеров. Однако радиомикрофоны чаще применяются в хроникально-документальных и развлекательных программах.

Чтобы хорошо спрятать в одежде актера радиомикрофон и передатчик, необходимо взаимопонимание между звукооператором и костюмерами. Следует также уделить внимание определению зоны, внутри которой звук микрофона воспринимается удовлетворительно.

Использование низкокачественных микрофонов для передачи «действительности»

Случается, что необходим выходной сигнал с низкокачественного микрофона, например, при разговоре по внутренней связи на борту самолета в документальном фильме. При записи надо сделать так, чтобы, несмотря на плохой микрофон, речь была понятной любому слушателю, а не только команде самолета и

служб наземного обеспечения, привычных к пониманию передаваемого сообщения при использовании таких микрофонов.

Для восприятия звука не из воздуха, а из других сред существует специальная и очень большая группа электроакустических преобразователей.

Примером может служить подводное синхронное интервью, которое автор снимал на дне Ла-Манша. Темой фильма был как раз метод связи, который использовался для этого интервью. Подводная связь осуществлялась с помощью маленького микрофона в передней части маски для подводного плавания. Сигнал от микрофона после усиления подавался на 10-ваттный водонепроницаемый электродинамический громкоговоритель, привязанный к укрепленным на спине баллонам с воздухом. Звук под водой воспринимался непосредственно ушами. Микрофон был снабжен переключателем для отсоединения батарей питания громкоговорителя во время пауз, для прекращения передачи на время стравливания воздуха.

Такой же преобразователь, используемый поочередно как громкоговоритель и микрофон, был установлен на судах. Звукооператор пользовался этим оборудованием для записи, которая оказалась довольно разборчивой, хотя и в значительной степени испорченной шумом пролетающих самолетов, хорошо слышимым под водой.

Звукопроводящая среда никаких трудностей сама по себе не создала, так как вода — хороший проводник звука, однако стоит предупредить будущих создателей подводных фильмов: в море не так уж тихо.

Речь в стереофонии

В стереофоническом радиовещании для речи пользуются в основном монофоническими микрофонами. Источник речи размещается в центре звуковой картины, поэтому он часто служит для установки стереобаланса. Если передача ведется из концертного зала, то ведущий также пользуется монофоническим микрофоном на сравнительно близком от него расстоянии, причем к этому сигналу добавляются сигналы от стереопары микрофонов, установленной на некотором удалении для передачи реверберированного сигнала помещения. Ведущий передачу и микрофон должны находиться в таком месте, с которого в стереопару попадал бы небольшой прямой звук.

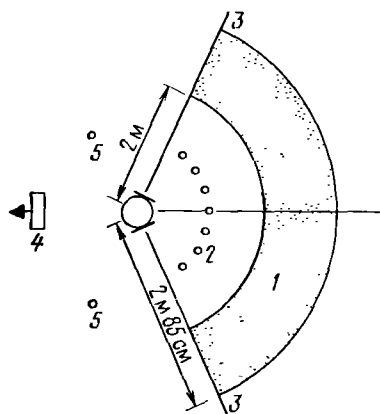
Для речи применять мономикрофон следует также и потому, что даже малые боковые смещения говорящего относительно стереомикрофонов выливаются в непомерно большие перемещения звука в стереокартине.

Развитие стереофонического вещания совпало с упадком радиодрамы и еще в большей степени совпало с сокращениями средств, отпускаемых на радиовещание по сравнению с телевидением и на речевые программы по сравнению с музыкальными.

Тем не менее Би-Би-Си достигла определенного опыта в драматических постановках для стереофонического вещания; некоторые из них были записаны на пластинки, а также передаются по стереоканалам в Америку.

Использование совмещенных микрофонов для стереофонических радиопостановок

На Би-Би-Си почти всегда используется пара совмещенных микрофонов: две пересекающиеся кардиоидные диаграммы лучше всего охватывают пространство студии. На полу студии белой клейкой лентой обозначают границы рабочего пространства, определенные точки, направления движения. Движение в звуковой картине по прямой линии в студии соответствует движению по дуге, поэтому рабочее пространство должно быть ограничено соответствующими дугами. Эти дуги имеют постепенный, а иногда и переменный радиус, чтобы обеспечить постоянный суммарный сигнал $A+B$. Переменный радиус предпочтительнее для сложных массовых сцен, где важно различать относительное расстояние между голосами.



План размещения микрофонов и исполнителей при стереозаписи речи. Большая часть действия должна происходить внутри зоны 1; 3 — границы зоны. Для более близких голосов можно использовать положение 2, однако при этом произойдет «увеличение» объекта и стереоэффект уменьшится из-за снижения реверберированного сигнала. Микрофон рассказчика 4 расположен позади стереопары. Точки 5 соответствуют положению громкоговорителей.

Из рассмотрения полярных диаграмм стереопары видно, что для пересекающихся кардиоид дуга границы рабочего пространства в середине более удалена, чем по краям. Кроме того, вследствие свойств акустики студии эта дуга может быть несимметричной. В результате положение звуковой картины в студии может быть смещено в ту или иную сторону от действительного положения сцены в студии.

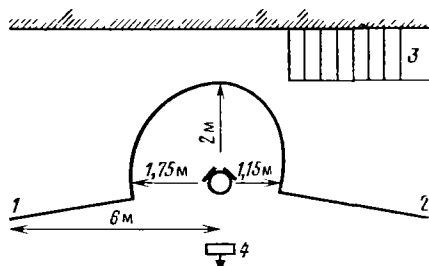
Положение «в громкоговорителях» отмечается по обе стороны от центра. Теоретически для скрещенных кардиоид рабочее пространство находится в пределах угла, равного 270° , хотя кажущимся одинаковыми расстояниям в звуковой картине могут соответствовать различные действительные расстояния. Практи-

чески используется лишь часть полного угла, равного 270° ; стереопространство—это то, что находится между громкоговорителями, но не в них самих. По этой причине устанавливаются рабочие пределы угла: $160\text{--}200^\circ$ (кроме каких-нибудь особых случаев).

В монофонической передаче приближение актера издали может быть имитировано относительно небольшим перемещением вокруг микрофона от его тыльной стороны к рабочей. В стереопередаче так делать нельзя: приближение издали должно быть и в самом деле таковым, причем следует заранее установить, какое пространство для этого потребуется. Перемещения актеров могут происходить под различными углами относительно оси микрофона, и в зависимости от этого производится их установка.

•Если в совмещенном микрофоне один капсюль находится над другим, то при близком размещении исполнителя могут возникнуть некоторые затруднения. Голос высокого актера будет в большей степени восприниматься верхним микрофоном, что приведет к смещению центра картины в одну сторону. Обратное явление будет наблюдаться, если актер невысокого роста. Для предотвращения этого следует или добиться большего разделения голосов, или сделать так, чтобы лица актеров находились на одном уровне.

Установлено, что для стереопередачи рабочие расстояния от микрофонов должны быть большими, чем при монофонических передачах. Это необходимо для устранения преувеличенных перемещений голосов в звуковой картине, вызванных относительно



План размещения микрофонов для стереозаписи речи, подчеркивающий крайние положения источников. Предусматривается возможность постепенного приближения к центру сцены со сторон 1 и 2. Этот план соответствует подлинному расположению в студии Би-Би-Си, где вследствие асимметрии акустической обработки минимальное расстояние для нормальной работы с правой стороны меньше, чем с левой. О положениях источников делается заключение на слух, и в соответствии с этим на полу студий делаются пометки. Для имитации приближения используется лестница 3. Ведущий 4 размещается в центре.

малыми боковыми смещениями актеров. Ближайшая зона, в которой это может происходить, должна быть поэтому такой же ширины, как звуковая картина. При этом желательно, чтобы стереостудия была более заглушена, чем студия для аналогичных монофонических передач, а если по ходу действия требуется большая яркость звука, то должна вводиться дополнительная реверберация.

Для этого может применяться как эхо-камера, так и дополнительная пара микрофонов. В последнем случае ее помещают метра на полтора выше основной пары (это немного напоминает метод, описанный в гл. 11 и предназначенный для автоматической компенсации изменений громкости голоса актера при его пе-

ремещениях относительно микрофона). Можно использовать также пространственную пару микрофонов, направленных в сторону студии, противоположную сцене.

Если для монофонической радиопостановки в одной студии оборудуют несколько рабочих площадок для разных сцен, то при стереовещании та же студия может быть использована лишь для одной сцены. По этой причине есть смысл записать сначала все сцены с одинаковой акустикой, а затем переоборудовать студию для записи сцен с другой акустикой. Затем в процессе монтажа отрезки фонограмм склеивают в определенном порядке. Если в одной и той же сцене необходимы две сильно отличающиеся акустики, например голоса с улицы и разговор в комнате, то следует сделать отдельно каждую запись, а потом положить одну на другую.

Изображать сцены на «открытом воздухе» в студии можно, вырезав из сигнала низкие тона, однако успех этого способа зависит от акустики самой студии.

Проблемы радиопостановок для стереовещания

При постановке пьес для стереовещания необходимо уметь передавать перемещение действующих лиц в процессе речи или других сопровождающих звуков, например шагов исполнителей. Не следует перемещаться во время небольших пауз между двумя репликами, так как это может привести к неожиданным эффектам.

Проблемы моновещания в стереовещании становятся более серьезными. Например, посторонние шумы сказываются сильнее, так как: у микрофона нет мертвой зоны; из-за большего удаления актеров от микрофона сигнал уменьшается, поэтому его усиление в канале приводит к увеличению шума; посторонние шумы мешают в большей степени из-за пространственного выделения в звуковой картине.

Особые трудности вызывают требования художественной совместимости стерео- и монопередач.

Возьмем, например, разговор двух лиц, выходящих из толпы: они непринужденно разговаривают, постепенно продвигаясь через сцену к выходу. Слушатель, принимающий стереопередачу этой пьесы на моноприемник, должен как-то понять, что актеры перемещаются и где они в данный момент находятся. Если бы это делалось в монофонической передаче, то микрофон стоял бы около главных действующих в этой сцене лиц, а остальные актеры, беседуя, проходили бы мимо них на некотором расстоянии. При стереопередаче это можно решить так же, но с большими трудностями. Режиссер должен хорошо представлять себе или прослушивать моно- и стереоварианты для того, чтобы решить, какие изменения могут или должны быть сделаны, чтобы желаемый результат был достигнут, если, конечно, он заинтересован в слушателе моноварианта.

Еще один сложный случай — телефонный разговор. Здесь необходимо разделение сцены на две части и помещение «голоса в трубке» на место одного из громкоговорителей. Для стереопередачи это подходит, а для моно не имеет смысла. В этом случае художественная совместимость не предлагает, а уже требует применения специального метода: голос одного актера должен быть «искажен», как это делается при моноещании (см. гл. 11). «Искаженный» голос помещается на краю звуковой картины, а другой, неискаженный — ближе к ее центру, причем акустический баланс обоих голосов должен быть различным. Такое решение проблемы в стереопередаче продиктовано требованием совместности.

Записи речи с театральной сцены, как правило, звучат в стереоварианте ничуть не лучше, чем в моно, поскольку предопределено расстоянием до микрофонов, при котором акустика сцены скорее всего будет слишком яркой. Для записи или трансляции оперы, исполняемой перед публикой, можно использовать микрофоны, размещенные вдоль рамп (см. гл. 7), но для обычной речи это не может быть сделано удовлетворительно.

Другие методы подходящего речевого баланса в стереофонии рассматриваются в гл. 2, 11, 13, 14.

Озвучение стереофонических фильмов делается монофонически, а панорамирование звука в соответствии с изображением производится при последующих перезаписях и монтаже.

ГЛАВА СЕДЬМАЯ

МУЗЫКАЛЬНЫЙ БАЛАНС

Существует два типа музыкального баланса. Естественный баланс, в котором для реверберации используется акустика студии, предпочтителен для классической музыки. Для одного инструмента или для группы инструментов, хорошо сбалансированных между собой, достаточно одного микрофона. Однако подходящий баланс звуков студии редко встречается — обычно голос певца заглушается практически всеми звуками оркестра, кроме самых тихих, а в оркестре нередко преобладают духовые инструменты. Поэтому естественный баланс снимается не одним микрофоном, а как минимум двоя.

В балансе такого типа, кроме того, различают моно-и стереобаланс. Я уже показал ранее, что для «естественного» стереобаланса предпочтительнее использовать совмещенную, а не разнесенную стереопару микрофонов. Выбором положения микрофона, относительного угла между направлением на источник и диаграммой направленности можно получать во многих случаях удовлетворительный баланс, однако на практике проще установить вторую стереопару, которая может и не быть совмещенной. Кроме того, при этом могут быть использованы индивидуальные мо-

нофонические микрофоны, для того чтобы видоизменить данный внутренний стереобаланс.

Для создания музыкального баланса второго типа используют большое количество близко расположенных микрофонов и искусственную реверберацию вместо естественной акустики. Такой баланс предпочтительнее для народной и легкой музыки. Приемы монофонического баланса равным образом используются как при моно- так и при стереозаписи, с добавлением в последнюю искусственной реверберации.

В этой главе в общих чертах будут рассмотрены проблемы музыкального баланса двух типов; затем на примере отдельного инструмента или группы инструментов будет показано, как они применяются.

Что надо слушать

Проблемы баланса уже рассматривались. Так, речевой баланс является специфическим, в котором имеются свои задачи. Для более общего случая баланса — музыкального — следует проанализировать более широкий перечень полезных и вредных звуковых соотношений и эффектов. Перечислим наиболее важные из них:

полезный прямой звук, т. е. звук, излучаемый вибрирующим элементом музыкального инструмента непосредственно в воздух. Такой звук должен состоять из полного диапазона частот от низких до высоких, включая гармоник, а также все переходные процессы, характерные для данного инструмента;

вредный прямой звук: например, стук молоточков рояля, шум от механизма педалей, поскрипывания стула, на котором сидит музыкант, шорох переворачиваемых нотных страниц и т. п.;

полезный отраженный звук: реверберация;

нежелательные отраженные звуки, создающие резкую окраску;

вредные посторонние шумы.

Проверяя баланс, прислушайтесь, все ли низкие, средние и высокие частоты присутствуют в звуке в правильном соотношении. Если это не так, то причина может быть в акустике студии, подчеркивающей одни частоты больше, чем другие, и изменяющей как их соотношение, так и кажущуюся перспективу, или в неправильном микрофонном балансе, при котором не все звуки от инструмента большой протяженности, например рояля, в одинаковой мере попадают в микрофон, что происходит при близком его расположении.

Естественный музыкальный баланс

При монофонической передаче, осуществляемой с помощью одного микрофона, его размещение в одинаковой мере зависит как от диаграммы направленности микрофона, так и от акустики студии.

Если запись ведется в хорошем в музыкальном отношении зале или в каком-нибудь другом помещении с живой и прозрачной акустикой, установку следует начинать с двунаправленного микрофона. Для некоторых инструментов или групп достаточно будет хорошего ленточного микрофона, но в более общем случае используется конденсаторный микрофон. Устанавливайте его на разных расстояниях и внимательно слушайте, что получилось: музыкальный баланс, к которому мы стремимся, должен обеспечивать достаточно большой реверберируемый сигнал, но не настолько большой, чтобы звук становился «грязноватым» или окрашенным.

Близкое расположение микрофона дает более драматическое, завораживающее звучание. Однако оно не всегда уместно, хотя в помещениях с акустикой, далекой от идеальной, и под давлением обстоятельств приходится прибегать к такому балансу вопреки чьим-либо личным вкусам. При близкой установке возможно потребуются более широкая диаграмма направленности, чем «восьмерка». В этом случае весьма полезным окажется конденсаторный микрофон, позволяющий получить диаграмму, промежуточную между «восьмеркой» и кардиоидой.

Многие слушатели, использующие высококачественную звуковоспроизводящую аппаратуру, часто предпочитают удаленный и поэтому более смешанный звук, чем тот, который понравился бы профессионалу, устанавливающему музыкальный баланс в студии. Если же прослушивание ведется с помощью аппаратуры среднего качества, то более сухой и четкий звук, получающийся при близкой установке микрофонов, помогает замаскировать некоторые ее недостатки. Вы можете не слышать всего, но в состоянии слышать хотя бы главные элементы музыки. По этой причине, а также в связи с применением крутных планов близкий, «сухой» баланс широко применяется на телевидении.

Проблемы музыкальной студии

При естественном балансе записываются в равной степени как музыкальные особенности исполнения, так и акустические характеристики студии.

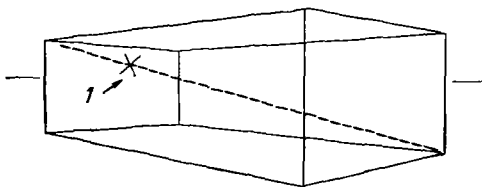
Студия являет как бы дополнением к оркестру. Для сравнения возьмем, например, струнные инструменты, прямой звук от струн которых мы слышим лишь в очень малой степени. В действительности их звук представляет собой излучение резонатора, к которому струны прикреплены, причем своеобразие звучания инструмента в сильной степени зависит от его формы и размера.

Студию можно уподобить такому же резонатору: ее форма и размеры накладывают на музыку свой отпечаток. И если одинаково изготовленные инструменты звучат в первом приближении одинаково, то помещения для записи музыки сильно отличаются одно от другого, так как трудно найти одинаковые.

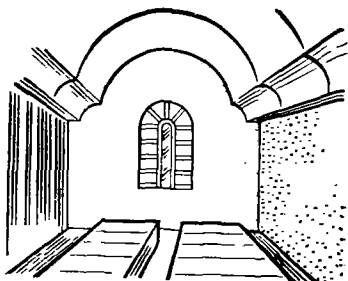
В соответствии с теорией в радиовещательной студии монофонический микрофон нужно располагать так, чтобы воспринимать реверберированные сигналы равным образом со всех сторон. Кроме того, такой микрофон нельзя устанавливать посредине помещения, так как утрачиваются четные гармоники основных резонансных частот помещения и тем самым звучание обедняется.

К счастью, количество студий, где это действительно сказывается, невелико. Стереомикрофоны устанавливают, как правило, на центральной линии концертного зала, хотя в этом случае не исключается, что основные тона зала передадутся в меньшей степени.

Положение микрофона для монофонической записи, обеспечивающее хороший баланс, часто может находиться на одной из диагоналей комнаты. Обычно такое положение бывает оптимальным при установлении наилучшего баланса. После этого методом проб и ошибок проверяются различные варианты баланса. Если получить хороший баланс не удастся ни при какой позиции микрофона, то желаемый результат можно достигнуть изменением положения источника звука.



Размещение микрофона. Удачное положение монофонического микрофона в большом зале с хорошей акустикой — вблизи задней стены вдоль одной из его диагоналей 1.



Искривленные поверхности. Вогнутые архитектурные элементы могут быть причиной возникновения эха. Микрофон не следует помещать внутри свода, подобного изображенному.

В студии с несколько заглушенной акустикой лучше использовать ненаправленный микрофон. Однако это не всегда дает хороший результат. Некоторые ударные инструменты, например литавры, продолжают звучать после воздействия, причем это звучание напоминает реверберацию. В зале с заглушенной акустикой звуки таких инструментов могут сильно выделяться. Для предотвращения такого явления вводят искусственную реверберацию.

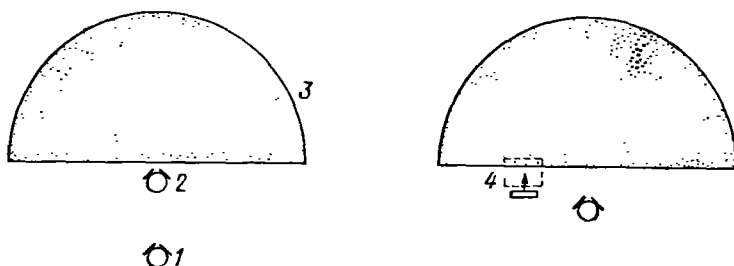
Обычная телевизионная или киностудия обладает весьма заглушенной акустикой. Но те же проблемы возникают и в случае, когда один или два певца (или инструмента) записываются «на натуре», т. е., например, в обычной гостиной, которая не приспособлена специально для записи музыки. Здесь уже не поможет

размещение микрофонов у одной из стен, поскольку это лишь подчеркнет несоответствие помещения требованиям. Единственный способ несколько улучшить акустику такой комнаты — убрать мебель, и в первую очередь мягкую: кресла, диваны и т. п. Ковер надо с пола удалить, а тяжелые шторы раздвинуть. При записи в комнате должно находиться как можно меньше людей.

При монофонической записи применение направленного микрофона позволяет решать вопросы, возникающие из-за акустики помещения, так как имеется возможность изменять угол направленности микрофона и расстояние до источника сигнала. При стереозаписи, однако, такой возможности нет, и приходится, к сожалению, в большей степени зависеть от акустики студии.

Стереомузыкальный баланс

Рекомендуемый в этой главе стереомузыкальный баланс основан на применении совмещенной пары микрофонов с кардиоидными диаграммами направленности, укрепленных под углом 90° один относительно другого.



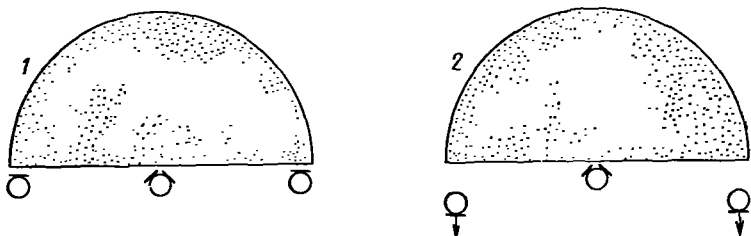
Оркестровый стереобаланс:

1 и 2 — две стереопары с различными диаграммами направленности, но обеспечивающие одну и ту же ширину звуковой картины 3 для оркестра. Микрофоны 1 имеют диаграмму в виде «восьмерки», 2 — в виде кардиоиды. Смещение их сигналов можно использовать для регулировки и изменения реверберируемого сигнала, когда динамический диапазон сигнала велик и необходимо применить компрессию. Для солиста 4 используется монофонический микрофон

Двойная «восьмерка» здесь не используется по двум причинам. Главная из них — плохая совместимость с монофонией. Если слушать стереозапись, сделанную микрофонами такой направленности, применяя монофоническую аппаратуру, то вследствие того, что сигнал $A-B$ будет очень большим, слушатель потеряет значительную часть информации. Например, теряется большая часть реверберируемого сигнала, представленного в $A-B$ компоненте двойной «восьмерки». Кроме того, ревербированный сигнал одинаково воспринимается передней и задней рабочими сторонами микрофонов, вследствие чего на низких частотах происходит компенсация фазы, а реверберируемый сигнал теряет сочность и неприятен на слух. Это будет заметно в концертных залах и особенно в помещениях с сильной реверберацией, например в соборах. Переключение диаграммы направ-

ленности на кардионду в значительной мере снижает этот эффект.

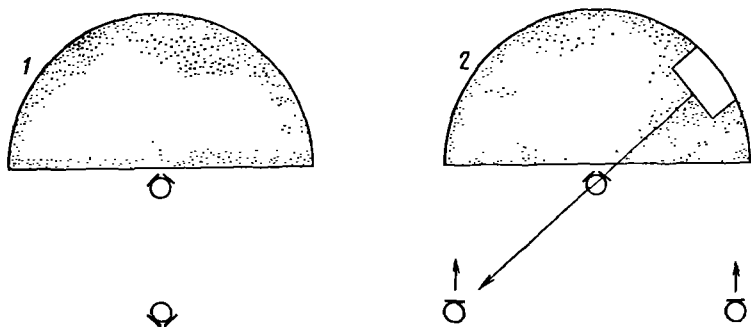
Сначала необходимый баланс устанавливается с помощью кардиондной стереопары, которая предназначена, в первую очередь, для перекрытия всей ширины звуковой картины, а не для получения реверберированного сигнала. Для записи объекта, занимающего большую часть звуковой сцены, эти микрофоны размещаются на краю охватываемого пространства. Для записи оркестра, занимающего от двух третей до трех четвертей звуковой картины, пару подвешивают выше оркестра в зале метрах в двух позади дирижера.



Расположение микрофонов для стереозаписи оркестра:

1 — с использованием пространственно разнесенной пары, обозначающей в звуковой картине края оркестра (например, арфу слева и контрабасы справа); 2 — с пространственно разнесенной парой, для увеличения реверберированного сигнала. Такое расположение микрофонов применяют при четырехканальной стереозаписи.

Реверберированный сигнал вводится разнообразными способами. При одном из них используется вторая, такая же, как главная, стереопара, которая устанавливается за основной и направляется в пустую часть зала или студии. При другом способе применяется пространственная стереопара микрофонов, стоящая в передней части студии, но также обращенная в зал. В обоих случаях важно выбрать правильное их размещение, поскольку



Еще один вариант стереозаписи оркестра.

1 — вторая пара совмещенных микрофонов с инверсным выходом используется специально для контроля реверберированного сигнала; такое расположение также может быть использовано для четырехканальной стереозаписи; 2 — неправильное размещение микрофонов: если пространственно разнесенная пара отнесена на значительное расстояние от сцены в зал, то звуки с дальних направлений, например от группы медных инструментов, могут исказить положение источников звука против истинного.

этими микрофонами в какой-то мере воспринимаются прямой сигнал и сигнал после первого отражения.

Эти два способа расположения микрофонов дают возможность получить прекрасную звуковую перспективу в четырехканальной системе, если два задних громкоговорителя питаются сигналом реверберации, что с эстетической точки зрения воспринимается лучше, чем подача на все четыре громкоговорителя прямого сигнала. Ссылаясь на стереофонию, автор подразумевает наличие двух каналов, хотя то же относится и к четырехканальной системе. Использовались и другие системы, в частности, при одной из них четыре ненаправленных микрофона устанавливались в помещении, имеющем приблизительно ту же конфигурацию, что и комната для прослушивания, причем микрофоны и громкоговорители в обоих помещениях занимали одинаковое пространственное положение. При анализе, однако, оказалось, что, хотя слушатель и находится внутри звукового поля, оно не такое же самое, как в концертном зале. Поэтому, несмотря на то, что баланс такого рода был использован для передачи концертов Бостонского симфонического оркестра (две стереофонические радиовещательные станции обеспечивали четырехканальную передачу, прием велся на два стереоприемника), это не тот баланс, который может быть рекомендован. Однако его можно было бы применить, когда требуется более волнующее звучание.

Следующая установка микрофонов предполагает наличие второй совместной стереопары с характеристиками типа «восьмерка», направленной вперед и установленной сзади на расстоянии, обеспечивающем, в общих чертах, правильное размещение различных частей звуковой картины. В случае оркестра это расстояние может быть около 3 м. Такое расположение имеет дополнительные преимущества, первое из которых состоит в том, что оператор имеет возможность манипулировать сигналами этих пар при предельных изменениях громкости. Кроме того, вторая пара может быть резервной на случай получения при прямой трансляции сигнала невысокого качества от основной пары (хотя это случается крайне редко). Обе пары в любом случае следует балансировать, применяя сравнительные проверки. Следует напомнить, что проблема компенсации фазы сигнала, поступающего на тыльную часть микрофона, остается нерешенной.

Моно- и стереобаланс: проблемы художественной совместимости

Поскольку весьма вероятно, что любая передача стереофонического вещания или стереофоническая запись может прослушиваться с помощью монофонической аппаратуры, весьма желательно обеспечить высокое художественное качество монофонического сигнала. Это означает некоторое видоизменение сигнала, который требовался бы лишь только для стереовещания или записи.

При этом приходится решать ряд проблем.

Громкость. Поскольку источник, который в звуковой картине находится в центре, создает одинаковый сигнал в *М*- и *С*-каналах, при монофоническом воспроизведении информация в *С*-канале теряется, вследствие чего звук будет иметь меньшую громкость, чем было бы желательно.

Реверберация. В сигнале *С* содержится больше информации о реверберации, чем в сигнале *М*, поэтому звучание моноварианта оказывается слишком «сухим». Возможный выход из положения состоит в дополнительном введении в *М*-канал реверберированного сигнала.

Слуховая избирательность. Некоторые важные составные элементы звука при монопрослушивании могут быть слышны неотчетливо, в то время как при стереопрослушивании они ясно слышны за счет пространственного разделения. Поэтому их надо усилить или же источник приблизить к центру.

Фазовые искажения. Пространственное расположение микрофонов, применяемое в стереофонии, может не удовлетворять требованию совместимости, поскольку для объектов, расположенных ближе к краю звуковой картины, будет наблюдаться влияние фазовых искажений: отдельные частоты или подчеркиваются, или подавляются.

Кроме того, в стереофонии очень большую роль играют посторонние шумы. Не замеченные в монопередаче, при стереопередаче они сказываются сильнее из-за пространственного разделения. Шумы, производимые при движении, например звуки шагов, могут в сильной степени отвлекать внимание слушателя, если только они не являются частью действия, в котором они соответствующим образом сбалансированы и имеют определенные громкость и положение в пространстве.

Один или несколько микрофонов?

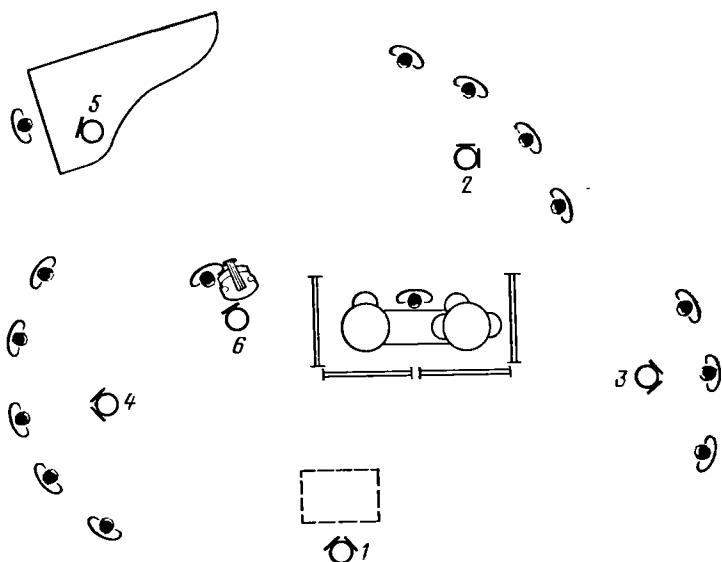
Альтернативой студийной акустике и естественному смешиванию звуков является многомикрофонная техника, в которой звук каждого инструмента воспринимается своим микрофоном, смешиваясь в последствии с другими звуками электрическим путем. Нельзя сказать, что этот метод более правильный, чем иные, так как после многих лет его использования для записи симфонических оркестров и применения одного микрофона для записи больших джаз-оркестров стало складываться противоположное мнение, что большую часть классической музыки, созданной к середине этого столетия, желательно записывать на один или несколько микрофонов. Для записи же эстрадной музыки более подходящей оказывается многомикрофонная техника.

Это мнение соответствует действительности, так как более простой метод установки микрофонов для записи классической музыки отражает внутренний баланс оркестра и акустику зала, соответствующие замыслу автора. Новейшие же музыкальные

произведения в большинстве своем предоставляют современному аранжировщику широкие возможности для эксперимента.

Современный композитор, создающий «серьезную» музыку, тяготеет к тому, чтобы достигнуть желаемого результата техническими средствами; некоторые из них обсуждаются в гл. 12. Однако запись популярной музыки также влияет на запись серьезной музыки, подобно тому, как, например, джаз и блюз в первой половине двадцатого века повлияли на классику. Когда это происходит, вопрос — один микрофон или много — вновь возникает и для серьезной музыки.

Между тем все еще остается неясным, как записывать музыку, занимающую промежуточное положение между симфонической и эстрадной — вероятно, решение должно быть промежуточным.



Расположение микрофонов для стереозаписи эстрадного оркестра, в котором используется «естественный» звуковой баланс: микрофон 1 установлен над дирижером. Кроме него, стереопары установлены у групп труб 2, тромбонов 3, деревянных духовых 4. У рояля 5 и контрабаса 6 установлены монофонические микрофоны.

Перед расстановкой микрофонов следует всегда рассмотреть распределение источников звука в пространстве и установить, может ли для записи при подходящей акустике быть использован один микрофон.

При многомикрофонной технике проблема записи распадается на несколько частей. В этом случае совместно используется большое количество методов: смещение сигналов от нескольких микрофонов, введение искусственной реверберации, творческое «искажение» звука, получение окончательной записи наложением записи одной дорожки на другую. Все эти методы будут рассмотрены

в отдельных главах. Количество переменных, с которыми звукоорежиссер манипулирует, огромно, и единственный выход из положения состоит в том, чтобы научиться особым образом анализировать звук, выделяя и рассматривая каждую его составляющую.

Многомикрофонная техника

В этом методе записи то, что происходит с сигналом после расстановки микрофонов, не менее важно, чем сама расстановка. Более детальное описание отдельных действий этого метода будет дано в последующих главах, здесь уместно дать лишь краткое их перечисление.

Коррекция. Этот процесс связан с восстановлением амплитудно-частотной характеристики микрофона, которая может быть неравномерной или сама по себе, или вследствие неправильной установки микрофона относительно источника звука. Это только часть работы; однако, можно задать вопрос: зачем же оператор выбирает такие микрофоны с неравномерной характеристикой? Коррекция, как и все последующие операции, делается на слух: «что звучит правильно, то и есть правильно». Это второй этап творческого изменения звука (первый этап — выбор микрофона с неравномерной характеристикой и его размещение). Коррекция осуществляется с помощью селективного усилителя или блока, объединяющего регуляторы и усилитель. Раздельно регулируются низкие, высокие и средние частоты спектра сигнала. Некоторые устройства, применяемые для этого на Би-Би-Си, в областях средних частот содержат четыре поддиапазона с центральными частотами 1,4; 2,8; 4,0; 5,4 кГц. Каждый из поддиапазонов снабжен переключателями уровня на два положения. В других устройствах подобного назначения имеется возможность устанавливать диапазоны со средними частотами, равными 2; 3,5 и 8 кГц, при более широкой возможности и регулировки уровня. Это способствует сокращению интервалов, на которые разбит звуковой диапазон, а возможность иметь максимум в частотной характеристике на частоте 8 кГц несомненно полезна (см. гл. 11).

Искусственная реверберация. Она заменяет естественную реверберацию помещения, акустика которого имитируется. Здесь возможна большая регулировка, так как уровни сигналов с микрофонов могут быть установлены различными. Коррекция может быть применена и к реверберации для того, чтобы придать высшим гармоникам прямого сигнала большую ясность за счет изменения реверберированного сигнала в области верхних частот.

Компрессия. Сжатие динамического диапазона используется для поддержания общего высокого уровня сигнала. Оно может быть применено к отдельным составляющим сигнала, уровни которых низки. Сжатие следует применять и к ведущей мелодии, уровень которой должен превышать уровни всех остальных звуков. Для этого применяются как компрессия, так и ограничение.

Индивидуальная запись сигналов. Применяется для получения итоговой общей записи с помощью отдельных записей. Например, сначала записывается инструментальное сопровождение; потом солист, слушая запись через наушники, поет или играет свою партию. Эта запись накладывается на предыдущую. Может так случиться, что к сделанной записи, в которой музыкант уже участвовал, добавляется еще одна, записанная для него индивидуально.

Микширование. Почти во всех случаях перед микшированием следует усиливать сигналы до высокого уровня (около 70 дБ). Однако при записи популярной музыки, где уровень сигнала с отдельных микрофонов часто имеет уже большой уровень, их не следует усиливать больше чем на 30 дБ перед смешиванием с другими сигналами.

Последующий баланс. В некоторых студиях звукозаписи предпочитают применять полудюймовую и дюймовую магнитные ленты для того, чтобы вести синхронную запись на большое количество дорожек, которые сохраняются до конца всего процесса. Это дает возможность экспериментировать в части баланса и комбинаций звуков в отсутствие музыкантов.

В стереофонии эти элементы многомикрофонной техники те же. Так же используются мономикрофоны, а стереоэффект создается микшированием. Однако для записи инструментов, расположенных на периферии звуковой картины, требования более жесткие, чем при монофонической записи.

Инструменты симфонических и эстрадных оркестров

Музыканты как симфонических, так и эстрадных оркестров играют на инструментах, которые имеют гораздо больше сходства, чем различий. Все инструменты симфонических оркестров успешно используются в составе эстрадных и поп-групп, хотя инструменты, характерные для них, — электрогитара, аккордеон или банджо — редко используются в симфонических оркестрах.

Следовательно, мы имеем дело с одними и теми же источниками звука при всех видах музыкального баланса, но его установка должна производиться по-разному в зависимости от вида музыки. Оркестровый баланс может потребовать усиления какого-либо отдельного инструмента; для стереобаланса может быть необходимым индивидуальный «местный» баланс; оба вида баланса требуют близкого размещения микрофонов в соответствии с принципами многомикрофонной техники. Для записи серьезной музыки расстояние от метра до нескольких метров между микрофоном и инструментом может считаться «близким» или даже «очень близким», в зависимости от инструмента. Для записи поп-музыки это расстояние может измеряться сантиметрами, так что понятие «близкая установка» неоднозначно.

Однако в решении основных проблем никакой разницы нет. В последующих параграфах они разбираются применительно к

отдельным инструментам, группам инструментов, к симфоническим и эстрадным оркестрам.

Инструменты следует разделить на следующие группы:

1) струнные: щипковые, смычковые и т. п., имеющие резонатор или электроакустический преобразователь;

2) духовые, в которых резонатором служит воздушный столб, возбуждаемый различными способами;

3) ударные, в которых резонатор (зачастую обладающий негармоническим характером обертонов) возбуждается ударами.

Этот перечень далеко не исчерпывает всех разновидностей музыкальных инструментов. Отсутствуют такие инструменты, как губная гармошка и аккордеон, музыкальная пила или изобретенный во Франции инструмент, в котором продольные колебания в стеклянных стержнях разной длины возникают при поглаживании их влажными пальцами и передаются в металлические стержни и далее излучаются металлическими резонаторами. Эти инструменты и многие другие детально рассматриваться не будут. Если же они встретятся в вашей практике, то следует определить их диаграмму излучения на разных частотах и в соответствии с этим установить микрофоны под определенными углами и на необходимых расстояниях, выбирая их с помощью сравнительных проверок.

Следует также помнить, что музыкальный баланс устанавливается индивидуально для каждого музыканта и каждого инструмента. Так как несмотря на то, что инструменты могут быть одинаковыми, разные музыканты обладают различными манерами и техникой игры, например, контрабасисты. Кроме того, свой баланс звуков устанавливается и для каждого микрофона или группы микрофонов, для каждой студии и даже для тех или иных погодных условий. Влажная атмосфера влияет на звучание потому, что сырой воздух лучше передает высокие частоты. Однако в экспериментах, поставленных на Би-Би-Си, никаких закономерных связей между влажностью и тембром музыки не было обнаружено. Существуют и другие факторы, влияющие на музыкальные инструменты и человеческое ухо, а также, что даже более важно, на субъективное восприятие.

Семейство струнных

Скрипка излучает большую часть высших гармоник в некотором определенном направлении, поэтому публика слышит только звучание низких тонов. Звуки более высокочастотные, и среди них скрипы и скрежетание, которые случаются при игре даже у хороших музыкантов, в основном направлены излучаются над головами сидящих в зале слушателей. Таким образом, большая доля высокочастотных звуков для слушателей утрачивается. Излучение низких частот, создаваемое скрипкой, происходит во все стороны одинаково, но поскольку скрипка из-за своих

размеров не может эффективно излучать низкочастотные колебания, то слышны бывают только их гармоники.

Для музыкального баланса в концерте микрофон следует помещать несколько сзади инструмента для того, чтобы добавлять реверберированный сигнал зала; частотный состав сигнала регу-

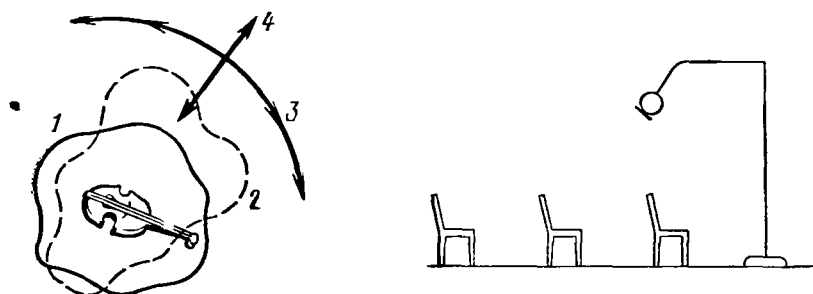


Диаграмма излучения скрипки и установка микрофона:

1 — диаграмма излучения низких частот; 2 — высоких частот. Для изменения доли высокочастотных составляющих микрофон перемещают по дуге 3. Регулировка положения по линии 4 обеспечивает большее или меньшее звучание скрипки в оркестре.

Близкое расположение микрофона для трех скрипок. Использование отдельных микрофонов, установленных у каждого люпитра, привело бы к раздельному звучанию скрипок и чрезмерному подъему в области высоких частот с необходимостью коррекции.

лируют, перемещая по дуге микрофон над инструментом. Высокие гармоники слышны сильнее всего в направлении, немного смещенном от оси в сторону первой струны скрипки. Для того чтобы сделать приятным близкий звук скрипки, требуется больше, чем искусство оператора, устанавливающего баланс: надо, чтобы исполнитель видоизменил игру так, чтобы неприятные на слух составляющие, вполне приемлемые при обычной игре, были уменьшены. Очень близкое расположение микрофона при записи поп-музыки ограничивается радиусом возможных движений исполнителя. В обычных условиях для этого достаточно 1 м, так как иначе скрипач может задеть микрофон смычком. Последняя струна скрипки имеет основную частоту 196 Гц, причем звук настолько слаб, что опасность влияния на направленный микрофон эффекта подчеркивания низких частот отсутствует. Для предотвращения попадания сигналов от других источников может быть использован фильтр на 220 Гц. Весьма удовлетворительный результат можно получить, используя высококачественный ленточный микрофон, правда, несколько снизив уровень высокочастотных составляющих.

Для близкого музыкального баланса нескольких скрипок музыканты могут сидеть, как обычно, по двое за люпитром. В этом случае микрофон подвешивается вверху и несколько позади первой пары скрипачей. Такое положение микрофона позволяет записывать одновременно сольные партии, причем не будут утрачены и партии других исполнителей. Если такой баланс окажется все же недостаточно близким, например, для должной степени

разделения инструментов в оркестре танцевальной музыки, то микрофон можно подвесить над каждым пюпитром. Однако при этом может потребоваться некоторое приглушение высоких частот, чтобы избежать неприятно резкого тембра.

Для стереобаланса можно использовать как моно-, так и стереомикрофоны. Но когда нужен близкий баланс, то мономикрофон следует использовать в обязательном порядке, так как совмещенная стереопара преувеличенно передает возможные перемещения источника звука. В этом случае инструмент должен быть помещен на соответствующее место в звуковой картине (солист — в центр) и добавлено искусственное «эхо» для заполнения всей ее ширины реверберированным сигналом.

Для истинного стереобаланса микрофоны должны быть более удалены. Небольшие движения музыкантов и их инструментов в этом случае производят приятный на слух эффект, если только они не слишком сильно изменяют пропорции попадающих в микрофон звуков. Это обычно происходит при использовании разнесенной стереопары микрофонов, но может случиться и при применении совмещенных микрофонов, когда изменение отражаемого звука воспринимается как движение источника. Еще раз напомним, что реверберированный сигнал должен быть распределен по всей звуковой картине.

Все, что говорилось о скрипках, справедливо и для альтистов, с той лишь разницей, что при близком балансе следует принять меры по выравниванию характеристики в области низких частот. Фильтр на 220 Гц при этом использовать нельзя, поскольку составляющая этой частоты в спектре звука альты имеет значительный уровень. Виолончели и контрабасы отличаются от альтистов и скрипок тем, что они являются более эффективными излучателями звуков низкочастотного диапазона из-за своих больших размеров. Область резонансов, лежащих в верхней части звукового диапазона, придает звуку альты пронзительность, если слушать его прямо над инструментом. Аналогичная область виолончели находится в диапазоне средних частот. Чтобы уловить все богатство звуков высших гармоник этого инструмента, надо разместить микрофон на оси главного лепестка его диаграммы излучения. Если оркестровому звуку нужно придать большую глубину, то используется уже упомянутый баланс с микрофоном, расположенным несколько в стороне от главной оси инструмента. Для получения наибольшей сочности звучания надо повернуть виолончель к микрофону, как это делается во время концерта, когда виолончель направляется в сторону зала.

При исполнении популярной музыки контрабас используется в большей мере как щипковый инструмент, чем смычковый. Он является одним из трех основных инструментов ритм-группы, два других — рояль и барабан. Из этих трех инструментов контрабас труднее всего поддается отделению, так как его уровень звука невысок. Поэтому необходимо близкое расположение микрофона. Операторы, устанавливающие микрофоны для записи поп-

музыки, часто уклоняются от четких рекомендаций по их размещению, объясняя это тем, что на свете нет двух одинаковых как исполнителей, так и инструментов. Тем не менее, дадим эти рекомендации.

1. Микрофон кардиоидный или подобный ему устанавливается на расстоянии нескольких сантиметров от кобылки скрипки и направляется на струны.

2. Еще один такой же микрофон следует направить на фигурное отверстие в резонаторе со стороны первой группы.

3. Индивидуальный или небольшой студийный микрофон полезно направить на переднюю часть скрипки.

4. Если индивидуальный микрофон, завернутый в тонкий лист поролона, на кабеле спустить к фигурному отверстию со стороны первой струны, то это дает полное отделение скрипки от других инструментов.

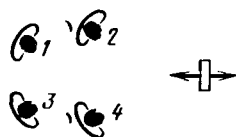
Кардиоидный микрофон имеет частотную характеристику со спадом в низкочастотной области, поэтому ее коррекция при близком балансе происходит автоматически. Большинство микрофонов с характеристикой типа «восьмерка», используемых при тех же рекомендациях, требует значительного выравнивания характеристики в области низких частот.

Основной рекомендацией является первая, поскольку указанное там положение микрофона позволяет воспринять колебание самой струны, а также иметь тонкую регулировку соотношения этого колебания и колебания резонатора инструмента. Микрофон, установленный по последней рекомендации, дает звук с сильно подчеркнутым тембром, уровень которого следует установить наименьшим.

При стереозаписи у контрабаса всегда устанавливают моно-микрофон, а затем уже электрическим путем помещают его звучание на соответствующее место в звуковой картине.

Другие струнные инструменты, такие, как гитара (акустическая), банджо и т. п., излучают звуки аналогично описанным инструментам, и установление баланса при записи исполняемой на них музыки делается подобным образом. Это же касается и групп, состоящих из этих инструментов.

Сбалансировать звучание струнного квартета несложно: если музыканты сидят по двое в два ряда, микрофон следует установить перед ними на любом удобном расстоянии. Вообразите себе линию, проходящую под углом около 30° к центральной линии, проходящей через середину группы, и ищите наилучшее положение микрофона вдоль нее. После этого проверьте звучание с точки зрения наиболее полной передачи акустики студии. Прислушайтесь по очереди каждый инструмент, как если бы он солировал, и проверьте, хорошо ли микрофон улавливает звучание виолончели. Следует добиться такого результата, при котором чисто-



Струнный квартет:
1 — альт; 2 — виолончель; 3 и 4 — скрипки.
Подобное расположение пригодно и для групп духовых инструментов и камерных ансамблей большего состава.

та и ясность звучания отдельных инструментов сочетались бы со звучанием группы в целом.

По мере добавления инструментов подобное «естественное» расположение может быть сохранено при перемещении микрофона назад, если необходимо, чтобы все инструменты находились в поле его охвата. Таким образом, мы перейдем от различных видов камерных групп к небольшому оркестру.

Струнные электроинструменты

Получить сигнал с вибрирующего резонатора можно с помощью прикрепленного к нему звукоснимателя. В этом и заключается идея получения особого музыкального звучания с помощью громкоговорителя, питаемого предварительно усиленным сигналом. При этом нет никакой необходимости, чтобы громкоговоритель был высокого качества. Характер звучания зависит от комбинации частотных характеристик громкоговорителя и тех участков резонатора, на которых укреплен звукосниматель.

Как же нам балансировать звучание электрогитар? Или еще один вопрос: а зачем вообще балансировать? Может быть, проще подключить выход гитары прямо к записывающему аппарату? Есть несколько соображений, почему баланс все же нужен. Во-первых, исполнитель должен слушать свою игру и то, как она сочетается с другими (не забывайте, что большая часть работы по установке баланса проводится до того, как звук достигнет микрофона). Во-вторых, громкоговоритель оказывает влияние на общую формантную характеристику инструмента.

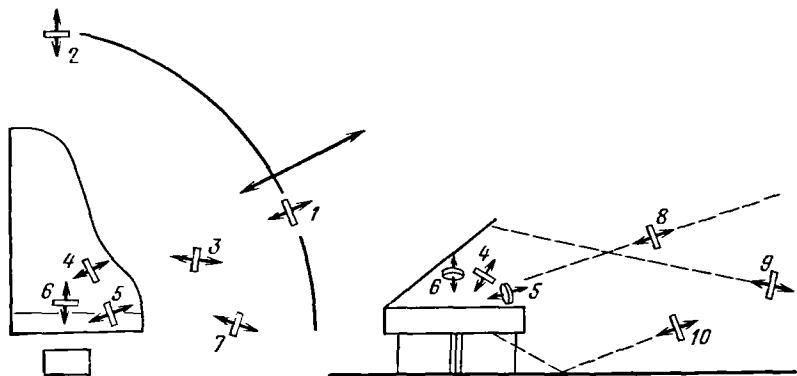
Громкоговоритель электрогитары без резонатора следует рассматривать как любой другой инструмент, причем для полной передачи высокочастотной части его диапазона микрофон следует располагать на оси диффузора (для этого можно использовать микрофон с гиперкардиоидной характеристикой). Часто гитара используется как акустический и как электрический инструмент. В этом случае усилительное устройство устанавливается перед гитаристом, а микрофон — между громкоговорителем и инструментом. Исполнитель сам регулирует выходной сигнал усилителя, сравнивая звук от громкоговорителя со звуком гитары. Эта регулировка может осуществляться с помощью ножной педали. Для записи можно использовать ленточный микрофон с соответствующим выравниванием низких частот, если это потребуется. Установленный гитаристом баланс между акустическим и электрическим сигналами не нарушается, так как этот микрофон одинаково воспринимает звуки, приходящие с разных направлений.

Рояль

Рояль излучает звук подобно малым струнным инструментам — колебания струны передаются деке и почти все слышимые звуки рояля испускаются ею. Характеристика звукоизлучателя

рояля дает возможность осуществлять в определенной степени регулирование высоких и низких частот. В частности, басы наиболее сильны, если микрофон расположен под прямым углом к длинной стороне рояля; высокие звуки слышны лучше всего, если микрофон направлен на ту часть деки, где натянуты струны верхних октав.

Таким образом, мы можем представить дугу, описанную около рояля по направлению от клавиатуры к его концу. Для обеспечения наибольшей передачи низких звуков микрофон располагают в точке дуги, расположенной ближе к клавиатуре. Если



Фортепианный баланс. Наилучший баланс для концертного рояля можно получить перемещением микрофона вдоль дуги, показанной на левом рисунке. Близкое расположение микрофона дает большую ясность звучания фортепиано, удаленное — лучшее смешение со звуками оркестра.

Каждая из указанных позиций микрофона обеспечивает: 1 — во многих случаях хороший музыкальный баланс; 2 — ограничение слишком громких басов у некоторых концертных роялей; 3 — отчетливое звучание басов (хорошо смешивать сигналы от 2 и 3 микрофонов); 4 — близкое расположение микрофона при поднятой крышке рояля, используется для последующего смешения при многомикрофонной технике передачи игры оркестра танцевальной музыки (микрофон направлен вниз на струны верхних октав); 5 — выделение голоса на фоне звуков рояля в случае, когда певец сам себе аккомпанирует; 6 — то же, что и в предыдущем случае, но с наклоном в сторону пианиста. Возможно применение множества других положений, например 7, или какое-либо иное; лучший способ их определения — эксперимент. Положение 8 — для концертного баланса; микрофон в этом случае «видит» струны. Для микрофона 9 используется отражение от крышки рояля, а для микрофона 10 — отражение от пола.

микрофон передвигать вдоль рассматриваемой дуги к точке у конца рояля, то уровень низких частот будет постепенно убывать до некоторого минимума. Для очень больших концертных роялей это крайнее положение микрофона может оказаться наилучшим, хотя оно сопровождается недостаточной отчетливостью звучания низких нот и их пониженной промкостью. Во многих случаях хороший музыкальный баланс получается при установке микрофона где-то в средней части дуги. Во всяком случае здесь находится отправная точка для каких-либо студийных пробных тестов.

Высота установки микрофона должна быть такой, чтобы струны рояля или даже большая часть деки были в поле действия микрофона. Следовательно, чем дальше от рояля находится мик-

рофон, тем на большей высоте он должен быть установлен. Однако если это по каким-либо причинам неудобно, можно применить другое расположение микрофона и использовать отражение звука от крышки рояля. Кстати, именно этот вид музыкального баланса имеет место, когда слушатели присутствуют на концерте в зале. Самые низкие ноты излучаются во все стороны практически одинаково, но для среднего и высшего регистров, особенно для высших гармоник, крышка обеспечивает ясность звучания.

Существует еще одна разновидность размещения микрофона, когда используется звук, отраженный от пола студии (разумеется, если он не покрыт ковром). Читатель может сам убедиться в том, что столь необычное положение микрофона позволяет получить превосходный баланс в студии, где он работает. В некоторых студиях вообще не имеет значения, как установлен микрофон.

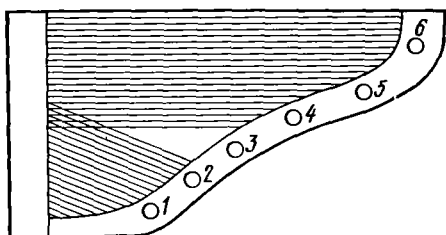
До сих пор рекомендации по балансу касались ленточного микрофона и концертного рояля. Но проблемы записи фортепьянной музыки практически не зависят от типа рояля. Если вы используете неисправленный микрофон, то вопрос музыкального баланса может оказаться непростым. В этом случае микрофон нужно располагать ближе к инструменту для того, чтобы установить необходимое соотношение прямого и отраженного звуков, однако контроль правильной направленности на источник звука будет менее эффективным. Чем ближе к роялю находится микрофон, тем заметнее переходные процессы, связанные с ударным механизмом возникновения звука. При очень близком положении микрофона они будут настолько слышны, что приходится уменьшать общий уровень сигнала, так как во время выбросов переходного процесса возможны мгновенные искажения. При очень близком расположении микрофона могут быть также слышны шумы механизма рояля — стук клавиш и педалей, поэтому при установке музыкального баланса надо обратить на это особое внимание. При близкой установке микрофона для записи поп-музыки крышку рояля снимают. Для записи ритм-группы микрофон располагают на высоте 15 см над струнами верхних октав.

Точное положение микрофона меняется в зависимости от мелодического содержания исполняемой музыки; критерием является требование — все ноты музыки должны звучать в одной акустической перспективе (на это также влияет манера исполнения). Для создания большего эффекта микрофон иногда подвешивают близко к молоточкам и даже прикрепляют к верхней части ленточного микрофона козырек (им может быть кусочек картона). Этим еще больше подчеркиваются высокие частоты, а также переходные процессы. Можно использовать и фокусирующий эффект отверстий в металлической раме некоторых роялей: если наклониться близко к ним, то можно услышать различные звуки. Микрофон, установленный в 5—8 см над вторым отверстием от верхних октав, дает отличное звучание, хотя для отдельных зву-

ковых эффектов могут быть использованы отверстия и на другой стороне. Интересные сочетания звуков могут быть получены с помощью двух микрофонов при использовании первого отверстия с четвертым, пятым или шестым.

Для предотвращения возникающих из-за перегрузок искажений, особенно это касается переходных процессов, между микрофоном и предварительным усилителем следует включить аттенюатор. В этом случае применение микрофонов со встроенным усилителем нежелательно. Не стоит также пользоваться некоторыми ленточными микрофонами старых типов, в которых малоподатливая длинная лента может провиснуть до зазора между полюсами магнита, в результате чего сигнал будет искажен. У современных ленточных микрофонов этот недостаток отсутствует.

Отверстия в раме рояля. Для передачи пол-музыки можно использовать фокусирующее действие этих отверстий. Микрофоны могут устанавливаться как подиочке (обычно над отверстием 2), так и попарно.



Рояль — первый рассмотренный нами инструмент, размеры которого являются, в некотором смысле, его достоинством. Так, при записи популярной музыки с помощью двух микрофонов можно принимать звуки от различных частей инструмента и затем помещать их в разные места звуковой картины. Для получения хорошего музыкального стереобаланса совмещенная стереопара микрофонов устанавливается на достаточно большом расстоянии от рояля, при этом подбором уровня отраженного звука создается соответствующая акустическая перспектива. Большой концертный рояль, вообще говоря, может занять собой все пространство между стереогромкоговорителями, однако найдется очень мало любителей слушать его на столь близком расстоянии. Поэтому даже если он занимает половину этого расстояния, для большинства слушателей это кажется чрезмерным и следует предпочесть более удаленный акустический баланс.

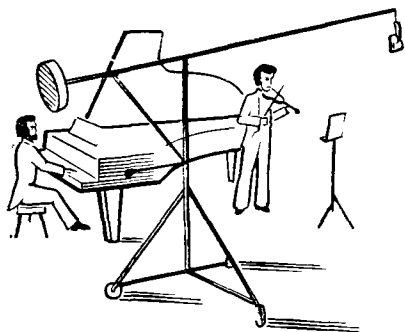
Для записи музыки, исполняемой на рояле, следует предварительно прослушать, оценивая звучание с точки зрения нужных и ненужных звуков, которые были ранее перечислены, и так, чтобы музыкальный баланс был удовлетворительным для всего диапазона (исключение может составлять запись легкой музыки, когда вы можете считать, что партия левой руки должна быть проще). Откройте крышку рояля и располагайте микрофон, перемещая его по диагонали вверх от правого плеча пианиста. Хороший музыкальный баланс создается, как правило, когда микрофон находится где-то на этой линии. Помните, однако, что звук излу-

чается декой, поэтому при близком расположении микрофона рояль надо отодвинуть от стены, а микрофон установить за ним на стуле. Балансы такого вида пригодны и для записи «дженг-боксы» — разновидности рояля, в котором между струнами и молоточками укреплены листы металлической фольги, а часть струн, соответствующих каждой ноте в среднем и верхнем регистрах, несколько расстроена.

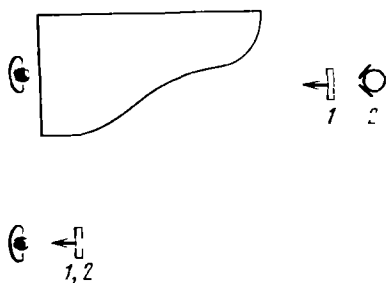
Аналогичная установка баланса применима и для челесты, хотя проблема механических шумов в этом случае более сложна, чем в предыдущем. Тем не менее, возможно найти такое положение микрофона, в котором шумы не слишком мешают. Для челесты такое положение микрофона — спереди инструмента и внизу справа под клавиатурой, неподалеку от педалей (на достаточном расстоянии от них).

Рояль и солист

Рояль — более звучный инструмент, чем голосовой аппарат человека, поэтому аккомпаниатор должен следить за тем, чтобы голос певца (или звук какого-либо инструмента) не терялся в аккомпанементе. Однако следить за этим он может только при концертном исполнении. Если же такое исполнение записать, а затем прослушать через громкоговоритель, то окажется, что аккомпанемент должен быть еще более тихим, так как ухо не в состоянии пространственно разделить пение и музыку.



Рояль и скрипка. При использовании одного микрофона сначала устанавливается музыкальный баланс для рояля, а затем — для скрипки.



Рояль и скрипка. Съем звука двумя микрофонами: 1 — монофонические микрофоны; 2 — микрофоны для стереозаписи.

При студийной записи эта проблема разрешается размещением одного микрофона на определенном расстоянии. Во многих случаях лучше всего сначала отрегулировать уровень звука рояля (при не слишком высоко установленном микрофоне), а потом уже разместить соответствующим образом солиста. Крышка рояля при этом часто должна быть прикрыта. Когда солист находится у изгиба рояля, музыкальный баланс может быть достаточно хорошим, однако следует иметь в виду, что музыкантам

часто необходимо видеть лицо друг друга. Поэтому предпочтительнее микрофон устанавливать между ними. Для уменьшения звука рояля можно воспользоваться направленным микрофоном, отвернув его от рояля. Однако это не идеальное решение по двум причинам. Во-первых, голос солиста будет звучать на фоне слишком неясных и малопривлекательных звуков рояля. Во-вторых, в маленькой студии такой прием может себя не оправдать, так как вместо близкого аккомпанемента мы услышим его более удаленным.

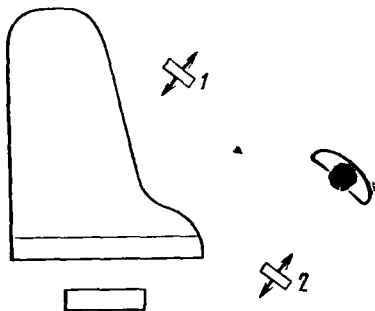
Третий вид установки баланса с помощью двух микрофонов лучше предыдущих зарекомендовал себя в стереозаписи. Солоист и аккомпаниатор располагаются рядом и обращены в одну сторону, так что их звуки воспринимаются главным микрофоном, установленным для получения хорошего звучания аккомпанемента. Для концертного рояля эта точка находится на линии, параллельной длинной стороне рояля. Для солиста устанавливается направленный микрофон, обеспечивающий необходимый уровень сигнала. Этот микрофон установлен близко к солисту, причем звук рояля будет тихим, так как микрофон обращен к нему нерабочей стороной.

Для стереозаписи главный микрофон представляет собой совмещенную стереопару, которая воспринимает голос солиста и звуки рояля. При этом создается более чем половина ширины звуковой картины, хотя реверберация, как обычно, распределяется по всей ширине. Второй микрофон (для солиста) используется в качестве локального микрофона, сигнал с которого должен быть помещен в заданном месте звуковой картины при соответствующем уровне громкости.

Сложные виды фортепианного баланса

В студии с подходящей акустикой можно получить хорошее разделение звучания рояля и голоса солиста, повернув микрофон солиста нерабочей стороной к роялю и смешав его сигнал в микшерном пульте с сигналом второго микрофона, установленного у рояля. При установке микрофонов сначала следует добиться хорошего звучания солиста, а затем, постепенно уменьшая сигнал со второго микрофона, получить звучание рояля в той же акустической перспективе. В небольших студиях минимальному положению регулятора уровня будет соответствовать довольно громкое звучание.

Можно использовать и один микрофон, только в этом случае требуется дополнительная дорожка



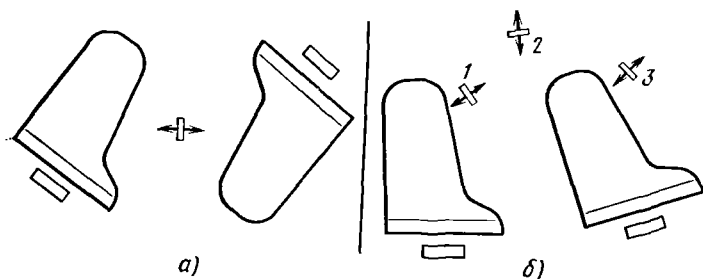
Двухмикрофонный баланс. Отдельно находится баланс для аккомпанемента 1 и для певца 2. Очень громкие или тихие пассажи регулируются отдельно.

для записи на магнитной ленте или второй магнитофон. Солист слушает предварительно записанный аккомпанемент с помощью наушников — необходимый уровень сигналов аккомпанемента устанавливается на микшерном пульте. Такой метод широко применяется при записи легкой музыки и крайне редко — при записи серьезной музыки.

Сложнее установить баланс, когда сам пианист поет или говорит. Во многих случаях певец старается петь с микрофоном тише, чем без него. Этим достигается как бы большая «доверительность» исполнения, хотя и утрачиваются некоторые компоненты звучания. В рассматриваемом случае не обойтись без подвесного микрофона. Если взять ленточный микрофон, то его следует поместить на расстоянии 0,5 м от певца, так же как и при речевом балансе, обратив к деке рояля нерабочую сторону. Микрофон располагают перед певцом, с наклоном вниз, или несколько справа от него. Ненаправленный микрофон требует гораздо более близкого расположения микрофона для снижения громкости аккомпанемента. Возможна также установка баланса, при котором для рояля используется второй микрофон. Однако сигнал этого микрофона следует вводить регулятором уровня очень осторожно, так как можно изменить тембр звучания инструмента.

Способ наилучшего музыкального баланса двух роялей зависит от расположения их в студии и, в свою очередь, от пожеланий исполнителей по их размещению. Если рояли расположены рядом, достаточно одного ленточного микрофона, установленного около наиболее удаленных частей инструментов.

При использовании двух ленточных микрофонов расположение выбирается более близким, при этом возникают большие возможности для контроля относительно громкостей и передаваемой



Передача звучания двух роялей:

а — один микрофон для двух роялей; б — для каждого рояля свой микрофон 1 и 3 или один микрофон 2 для обоих.

полосы частот. Впрочем, такой же музыкальный баланс можно получить и с одним микрофоном, если поставить рояли один против другого, как показано на рисунке.

Установка баланса для других струнных инструментов с клавиатурой во многом такая же, как и для рояля. Так, например,

для арфы хороший результат можно получить, расположив микрофон за головой арфиста. Подавление механических шумов от педали будет наилучшим. Когда же арфа используется для исполнения популярной музыки, ее выделение можно получить с помощью направленного микрофона, установленного прямо у деки.

Духовые инструменты

Каждый духовой инструмент обладает своей собственной характеристикой направленности излучения. Медные инструменты, например, излучают высшие гармоники в основном вдоль оси раскрыва трубы, поэтому публика в зале вряд ли слышит их. У деревянных духовых инструментов с отверстиями, закрываемыми пальцами или клапанами, раструб мало влияет на направленность звука, поскольку он излучается через первые несколько открытых отверстий. Отсюда следует определенная свобода в установке баланса этих инструментов. В общем случае микрофон, установленный где-то спереди и вверху над музыкантом, дает удовлетворительный результат.

Для выделения духовых, как, впрочем, и других инструментов оркестра, важны переходные процессы нарастания звука, так как они во многом определяют специфику звучания инструмента. Эти звуки должны быть отчетливы, но не преувеличены. Чем ближе расположены микрофоны, тем сильнее слышны эти переходные процессы по сравнению с установившимся звуком. Если слушать флейту на обычном, «концертном» расстоянии, то «острые пики» процесса установления нот сглаживаются. Но если слушать ее на расстоянии 0,5 м, то звучание становится невыносимым. При необходимости близкого расположения микрофона можно прибегнуть к трюкам; например, поместить микрофон у затылка флейтиста. Тем самым уменьшаются шумы, производимые флейтистом при вдвигании воздуха в инструмент, и смягчаются слишком резкие тоны, а основное звучание остается неизменным.

Диапазон громкости звука деревянных и медных духовых инструментов очень широк, но это не создает трудностей, за исключением случая близкого расположения микрофонов со встроенным нерегулируемым предварительным усилителем относительно больших медных инструментов. В подобных обстоятельствах могут возникать перегрузки и искажения, поэтому необходимо предварительный усилитель включать после блока регулировки уровня сигнала.

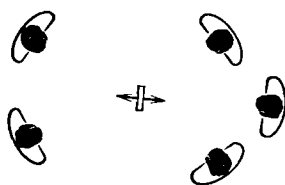
Оператор по установке микрофонов не должен полагаться на уровень громкости медных инструментов оркестра на репетиции, если он не опробовал положение микрофонов раньше. Напротив, он должен рассчитывать на превышение этого уровня на 10 дБ. В противном случае у него не окажется достаточного запаса для ослабления сигнала, а, кроме того, это может привести к неожиданным проблемам по выделению звуков.

Близкое расположение микрофонов у труб и тромбонов создает сложности управления звуком, хотя музыканты могут помогать этому, наклоняясь к микрофону во время тихих пассажей с сурдинкой и откидываясь назад во время громких. Микрофон следует устанавливать достаточно близко, но не так, чтобы воспринимать звуки от нескольких исполнителей неодинаково, музыканты должны знать о направленных свойствах их инструментов и при игре направлять их прямо на микрофон (или в сторону от него, если этого требует содержание музыки). Некоторые музыканты обладают небольшим опытом работы в студии, поэтому им могут быть свойственны крайности. В этом случае оператор должен напомнить музыкантам, что такая манера игры не способствует получению высококачественной записи.

Микрофон следует устанавливать на уровне инструмента в положение, не мешающее музыканту играть. Это бывает довольно затруднительно при записи тромбона, так как мешает пюпитр. Однако руководитель группы тромбонов сам может решить, установить ли микрофон над или под пюпитром. Правильное решение зависит от того, насколько хорошо исполнители знакомы с музыкой. Если оркестр играет хорошо отрепетированные произведения своего репертуара, то тромбоны, как правило, направлены вверх. Если же музыканты исполняют незнакомое произведение, то они, естественно, будут часто смотреть на ноты, опускаая инструменты вниз.

Звучание медных инструментов значительно улучшается в записи, если в области 6—9 кГц искусственно создать подъем на 5 дБ. Однако микрофоны некоторых типов имеют собственную частотную характеристику с подъемом именно в этой области, поэтому необходимость в специальной коррекции отпадает. Валторну в оркестре обычно помещают около стены или какой-либо иной поверхности, чтобы звук мог отражаться от нее в нужном направлении. Здесь тоже подходит расположение микрофона вверху перед исполнителем, с некоторым наклоном вниз. В особых случаях, когда требуются полное разделение и резкий тембр, микрофон можно поместить за музыкантом на оси раскрыва валторны.

В оркестрах популярной музыки группа деревянных духовых инструментов насчитывает до пяти саксофонов. Их музыкаль-



Группа деревянных духовых инструментов в оркестре танцевальной музыки. Микрофон устанавливается на подставке над уровнем раскрыва труб инструментов.

ный баланс осуществляют следующим образом. Три музыканта размещаются с одной стороны ленточного микрофона и два — с противоположной, микрофон устанавливается на одном уровне с раскрывами инструментов. Саксофон-баритон должен находиться в крайнем положении ряда из трех саксофонистов. На этот же микрофон можно записывать и флейту или кларнет.

Однако при таком балансе разделе-

ние инструментов меньше, чем могло бы быть, так как необходима компенсация громкости звука саксофона, раструб которого образует с его осью некоторый угол. Кроме того, микрофон должен быть расположен так, чтобы улавливать звуки, отраженные от стен студии.

Можно предложить другие варианты, например такой, при котором музыканты расположены точно так же, как и в предыдущем случае, но запись ведется с помощью двух гиперкардиоидных микрофонов, наклоненных к середине каждой группы исполнителей. Баланс этого вида очень гибок и дает возможность точной настройки. Некоторые микрофонные операторы предпочитают устанавливать баланс, при котором каждая группа инструментов выстраивается по линии или дуге, причем на каждую пару инструментов выделяется один микрофон. Это удобно, когда саксофоны вторят какому-либо деревянному духовому инструменту, обладающему меньшей громкостью. Кроме того, можно установить каждый микрофон на высоте, позволяющей получить лучший баланс для такого инструмента. Например, для близкого расположения микрофона около кларнета потребуется меньшая высота установки, чем около флейты.

Для получения хорошего звучания деревянных духовых инструментов в записи следует обеспечить подъем уровня частот в диапазоне 2,5—3 кГц.

При записи популярной музыки для установки микрофонов необходима партитура исполняемого произведения. Микрофонный оператор должен знать, ведет ли данный музыкант основную тему или исполняет второстепенную партию. Может случиться так, что он постарается выделить какой-либо деревянный духовой инструмент, а тот окажется нужным всего лишь для негромкого повторения основной темы, исполняемой на другом инструменте. В таких случаях следует обратиться к дирижеру с тем, чтобы выяснить, какие инструменты будут вести основную мелодию; особенно важно знать, какие из них будут солировать.

Для духовых и военных оркестров возможно несколько расположений. В соответствии с одним из них различные группы оркестра размещаются полукругом вокруг дирижера так же, как струнный оркестр. Другой вариант предполагает расположение музыкантов с трех сторон некоторого квадрата, причем кларнеты располагаются напротив тромбонов. В этом случае более мелодичные инструменты, находящиеся на третьей стороне квадрата, не будут заглушены резкими звуками более громких инструментов. Микрофон можно поместить на небольшом расстоянии от оркестра и от центральной линии студии.

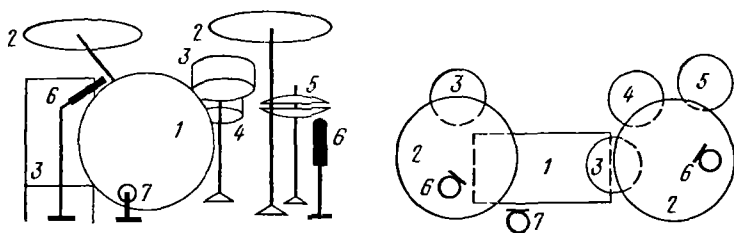
Военный оркестр отличается от духового тем, что он больше напоминает небольшой симфонический оркестр, в котором отсутствуют струнные инструменты, зато много ударных, включая такие мелодические инструменты, как ксилофон и металлофон. Следует принять особые меры для обеспечения их баланса.

Ударные инструменты, барабаны

Большинство ударных инструментов записывать несложно. Однако некоторые звуки ударного характера записать легче, чем другие. Поэтому при установке микрофонов, кроме тех случаев, когда они размещаются на большом расстоянии, необходимо проверять музыкальный баланс каждого отдельного инструмента.

Единственные в своем роде звуки, требующие высококачественной обработки при записи, извлекаются при игре на треугольнике, цимбалах и гонге. Свойства этих инструментов таковы, что их звучание заполняет все паузы в игре оркестра и спектр их звуков включает высокочастотные составляющие до 15—16 кГц. Поэтому, если не принять специальных мер при записи и воспроизведении этой части спектра, звучание получится обедненным и неестественным. Похожее явление наблюдается в области звуковых эффектов, когда при недостатке высших составляющих спектра связка ключей в записи создает звук глухого громыхания свинцовых болванок.

В оркестрах популярной музыки ударные инструменты представлены установкой, включающей малый барабан и большой барабан (с ножной педалью), тарелку, хай-хэт (управляемые ногой двойные тарелки) большой там-там и, может быть, еще и малый.



Ударная установка эстрадного оркестра:

1 — большой барабан; 2 — тарелка; 3 — там-тамы; 4 — малый барабан; 5 — хай-хэт; 6 — микрофоны с хорошими частотными характеристиками; 7 — дополнительный микрофон электродинамического типа, устанавливаемый у большого барабана.

В самом простом случае для такой ударной установки применяется один микрофон с хорошей частотной характеристикой, направленный на малый барабан. Однако близко установить его в этом случае нельзя, так как звуки ближайших к микрофону инструментов будут преобладать над звуками большого барабана и хай-хэта. Последний излучает большую часть звуковой энергии в горизонтальной плоскости, в то время как одинарные тарелки имеют характеристику направленности в виде «вертикальной восьмерки».

Запись хорошего качества можно получить с помощью широкополосного кардиоидного микрофона, установленного перед ударной установкой на уровне тарелок хай-хэта. Можно близко

пододвинуть к ним микрофон, поворачивая его таким образом, чтобы в его «поле зрения» были левая тарелка, малый барабан и малый там-там; при этом неизбежно будет притниматься и звук большого барабана. Второй кардиоидный микрофон, установленный по другую сторону большого барабана, служит для записи второй тарелки, большого там-тама и в какой-то мере малого барабана. Для более точного музыкального баланса можно изменять положение микрофонов, угол их наклона, диаграммы направленности. Звук большого барабана лучше записывать с помощью электродинамического микрофона, установленного у его края, где обертоны воспринимаются лучше, чем в центре. В этом случае старый микрофон с ограниченным высокочастотным диапазоном может быть использован с таким же успехом, как и современный высококачественный микрофон, который может подвергнуться перегрузке.

При стереозаписи объемность звучания ударной установки может быть передана с помощью нескольких микрофонов, сигналы которых помещаются в звуковую картину на небольшом расстоянии один от другого.

Солисты и хор

Расстояние, на котором устанавливается микрофон при близком музыкальном балансе для певца, зависит от вида музыки: для популярной музыки это расстояние 10 см, а для оперной арии — более метра. Однако в любом случае при монофонической записи голос певца почти неизбежно будет представлен в более близкой перспективе, чем в концертном зале или театре.

В оперном театре или концертном зале хороший музыкальный баланс возможен только при условии, что оркестровый аккомпанемент приглушен или голос певца усилен. Если микрофон установлен вблизи от певца, то это позволяет создать прекрасное оркестровое сопровождение, которое может переплетаться и контрастировать с тонкой и разнообразной вокальной линией, т. е. получить такие результаты, каких добиваются лучшие современные аранжировщики.

Для записи часто используются двенаправленные микрофоны с диаграммой в виде «восьмерки» или гиперкардиоиды. Для серьезной музыки необходима равномерная частотная характеристика микрофона, и если высококачественный ленточный микрофон установить на расстоянии около 1 м от певца, то результат должен быть очень хорошим. Однако при записи легкой музыки применяется более близкая установка микрофона, поэтому для ленточного микрофона необходима компенсация частотной характеристики в низкочастотной части диапазона.

Для более близкого музыкального баланса, а также в случаях, когда необходимо выделить голос певца из слишком громкого аккомпанемента, следует применять гиперкардиоидный микрофон, который позволяет певцу подойти к нему поближе. Такой

микрофон с двумя чувствительными лентами имеет спад частотной характеристики в области низких частот, это позволяет петь на расстоянии в несколько сантиметров от него без заметного подчеркивания таких звуков (однако, если певец отклонится назад, их уровень надо повысить),

При записи популярной музыки для создания «эффекта присутствия» певца делается подъем частотной характеристики микрофонного тракта в области 1500—2000 Гц.

Певцов никогда, за исключением оперного спектакля, не записывают с помощью стереофонических микрофонов. Как уже ранее упоминалось, используют мономикрофоны, а положение певца в звуковой картине устанавливается при окончательной записи. При записи вокальных групп следует стремиться к достижению отчетливой дикции. Микрофон следует располагать достаточно далеко, чтобы получить хорошо смешанный звук, но это расстояние ограничивается пределом разборчивости слов. Если ленточный микрофон нельзя установить далеко, чтобы охватить всю группу, следует применить кардиоидный микрофон. Если используется ненаправленный микрофон, то певцы могут расположиться вокруг него.

Кардиоидный микрофон весьма полезен при записи вокальных групп, исполняющих произведения легкой музыки, так как требуется более близкий баланс, чем при записи серьезной музыки. Исполнители могут расположиться более просторно, чем при использовании ленточного микрофона. В то же время этот микрофон позволяет отделить голоса от музыкального сопровождения.

При стереозаписи большой хор мог быть, в принципе, сгруппирован вокруг совмещенной стереопары в виде полукруга. Но на практике это оказывается неудобным, так как большинство хоров предпочитает располагаться или в виде прямой линии или широкой дуги. Именно так и устанавливают хоровые подмостки. Для записи хоров используют три-четыре микрофона с кардиоидной или близкой к ней характеристикой, размещенных вдоль линии хора. Эти микрофоны дают возможность размещать хор в звуковой картине позади оркестра.

Никаких достоинств в отчетливом разделении сопрано, альтов, теноров и басов искать не следует, так как стереоэффект будет всегда хорошим, но для музыки положение микрофонов при котором записывается хорошо смешанный звук, предпочтительнее. Другой вариант расположения микрофонов, предполагает размещение хора в виде рядов. В этом случае требуется установка микрофонов над хором, чтобы все голоса были хорошо сбалансированы. Еще лучше, если разные голоса в хоре будут перемешаны. Оперные певцы могут петь при произвольной расстановке; то же относится и к некоторым хорам. В этом случае требуется высокий уровень музыкального мастерства исполнителей, и если певцы решили петь таким образом, звукорежиссер должен это только приветствовать.

Оркестр

Оркестр можно рассматривать как отдельный инструмент, если он обладает хорошим внутренним балансом звучания. К такому оркестру применимы рассмотренные ранее принципы, а реверберированный сигнал студии акустически балансируется с прямым звуком оркестра.

Расположение инструментов в оркестре нестандартизовано, однако часто струнные инструменты размещены по всей сцене, а деревянные духовые инструменты — за ними в центре сцены. В соответствии со старой системой размещения скрипки разделялись таким образом, чтобы первые скрипки были слева, а вторые — справа. Альты помещались между этими группами, в центре находились виолончели. Для стереозаписи такое размещение имеет то преимущество, что группы скрипок хорошо разделены, причем «центр тяжести» звуковой картины совпадает с фактическим центром. Однако если для виолончелей и контрабасов совсем не обязательно быть направленными к публике, так как они фактически излучают звук одинаково во все стороны, то для вторых скрипок, являющихся хорошими излучателями высоких звуков, весьма существенно, чтобы они были направленными в противоположную от публики и микрофонов сторону.

При современном расположении инструменты размещаются слева направо в таком порядке: первые скрипки, вторые скрипки, альты, виолончели и справа за ними контрабасы. Могут быть различные варианты размещения на сцене инструментов: медных инструментов, ударных, рояля, арфы (как оркестрового, а не сольного инструмента), кроме деревянных духовых инструментов, которые всегда находятся в центре. Постоянный дирижер оркестра может горячо отстаивать правильность своего распределения звука, однако с точки зрения звукорежиссера, который видит много других вариантов размещения оркестра в одном и том же зале, эти доводы иногда кажутся лишь прихотью дирижера.

Хотя работа звукорежиссера в основном состоит в том, чтобы правильно отразить то, что ему предлагают, он при наличии высокой квалификации может вносить предложения по улучшению звучания. В свою очередь, хороший дирижер должен советоваться со звукорежиссером не только о размещении, но и о внутреннем балансе звуков. Однако многие дирижеры сосредотачивают свое внимание исключительно на музыкальных вопросах; как-то, если, например, медные инструменты звучат слишком громко, звукорежиссеру в одиночку приходится выходить из положения, зачастую безвыходного.

При стереозаписи интересные возможности открываются с использованием пространственно разнесенной пары микрофонов, предназначенных для приема реверберированного сигнала. Следует напомнить, что их обращают нерабочей стороной к оркестру. Однако можно применить и пару ненаправленных (или с широкой кардиоидной характеристикой) микрофонов, установленных

на краях оркестра. При современном расположении оркестровых инструментов левый микрофон воспринимает звучание арфы и первой скрипки, правый микрофон — контрабасов. Полученные сигналы позволяют несколько расширить звуковую картину.

Любой микрофон, установленный в дополнение к главной паре и обращенный к оркестру (или к сильно отражающей поверхности), может дать неправильную информацию о местоположении медных инструментов, если на него попадает сильный прямой звук или звук первого отражения. Трубы обычно направлены вверх группы струнных инструментов, и их звуки могут быть восприняты любым микрофоном, находящимся в противоположном конце студии. Этот дополнительный сигнал вызывает смещение труб в звуковой картине, так что они могут оказаться на месте, занятом другими инструментами.

Если звуки отдельных групп инструментов слабы, то положение можно частично исправить, поместив микрофоны непосредственно над ними. Однако при стереозаписи этот микрофон должен быть установлен близко к ним во избежание попадания на него звуков от соседних и более громких инструментов, особенно медных.

Тихо звучащие и редко используемые инструменты, как, например мандолина, следует размещать впереди, непосредственно около дирижера. Если этого не сделать, то при стереозаписи их очень трудно выделить из общего звучания.

Когда в состав оркестра входит орган, то из-за его удаленности он может занимать в звуковой картине слишком мало места. На самом деле, большой орган занимает в зале значительное пространство, хотя не настолько, чтобы было заметно пространственное разделение различных голосов. Подобно хору, звучание органа лучше, если звуки смешаны, а не разделены. Однако в стереофонии избыточная ширина с помощью микрофонов может быть сведена к более приемлемой для передачи. Пара микрофонов, установленная на расстоянии, позволяющем охватить весь орган, достаточна для расширения звуковой картины. Они располагаются таким образом, чтобы воспринимать наименьший звук, исходящий от оркестра; микрофон оркестра следует, в свою очередь, наклонить так, чтобы он не улавливал звуки органа.

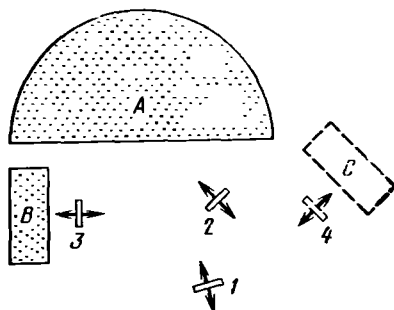
Оркестр с солистами или хором

Сольные выступления на концерте могут быть записаны с помощью одного микрофона. Как правило, солист стоит слева от дирижера, поэтому микрофон следует сместить от центра в этом же направлении. Однако большую степень разделения можно получить, если солирующий инструмент находится в стороне от оркестра и для него установлен отдельный микрофон (естественно, обращенный к оркестру нерабочей стороной). Можно также поместить солиста спиной к одной из боковых стен.

Когда применяются два или более микрофонов, то реверберированный сигнал возрастает. В этом случае основной микрофон необходимо приблизить к солисту, чтобы он не подвергался случайным изменениям звукового сигнала, при котором заметны изменения акустической перспективы оркестра. Таким образом, этот прием при монофонической записи позволяет в необходимой степени выделить звук солирующего инструмента или голос певца из оркестрового сопровождения.

Хор и оркестр:

A — оркестр; *B* — хор или солист; *C* — возможное положение хора или солиста. Микрофон 1 установлен только для оркестра. Акустически такая установка эквивалентна варианту с микрофонами 2 и 3 (или 2 и 4), установленными отдельно для хора и оркестра.



Однако для музыкального баланса в концертном зале и при стереозаписи такая форма разделения непригодна, так как солист должен находиться на сцене перед оркестром. В этих случаях для солиста следует установить отдельный микрофон. Следует также помнить, что основной прием звука осуществляется на этот микрофон, а вспомогательный микрофон служит для некоторого усиления эффекта присутствия. Он не только увеличивает громкость сигнала, но и обеспечивает большее его насыщение высокочастотными составляющими, что возможно лишь при близкой его установке. Именно такого изменения тембра, дающего большую прозрачность, должен добиваться звукорежиссер, устанавливая микрофон для солиста. Затем, как обычно, при окончательной записи звук инструмента солиста помещается на соответствующее место в звуковой картине.

Если звуковых инструментов несколько (дуэт, трио и т. п.), то их надо разместить именно так, как они должны быть в звуковой картине. Здесь уже нельзя передвигать полученные от них сигналы внутри звуковой картины, поскольку их положение определено главным микрофоном.

Если голоса четырех певцов должны быть слышны в звуковой картине по всей ее ширине через равные промежутки, то их нельзя поставить слева от дирижера. Такая расстановка пригодна только при монозаписи, в стереозаписи она создает впечатление перегрузки одной стороны звуковой картины.

При стереобалансе концерта для фортепиано с оркестром возникают иные проблемы. Если применяется совмещенная стереопара в нормальном положении за и над дирижером, то вопрос

будет не в том, как получить большой звуковой сигнал солирующего инструмента, а, напротив, как его уменьшить. Решение проблемы заключается в следующем. Основной микрофон следует отодвинуть немного назад (вследствие чего он будет охватывать меньшее пространство), а дополнительную пару микрофонов, раздвинутых на большой угол, подвесить высоко над роялем так, чтобы они были защищены от его звуков крышкой. Такая пара хорошо выделяет группы деревянных духовых инструментов.

Хор, как правило, размещается позади оркестра. Если он звучит слабее, чем оркестр, то бессмысленно двигать микрофон ближе к нему, так как это приведет к еще большему усилению звуков оркестра. В этом случае следует применить несколько разнесенных в пространстве микрофонов. Их надо укрепить или на очень высоких штативах, или подвесить позади оркестра. Они должны быть направлены рабочей стороной на хор, а нерабочей — на оркестр. Этот способ применим и для стереозаписи, причем разнесение микрофонов может быть увеличено, если создается впечатление, что линейная протяженность хора слишком сжата. В этом случае действительное положение этих микрофонов не имеет значения, поскольку хор — протяженный и не точно определенный в пространстве источник звука.

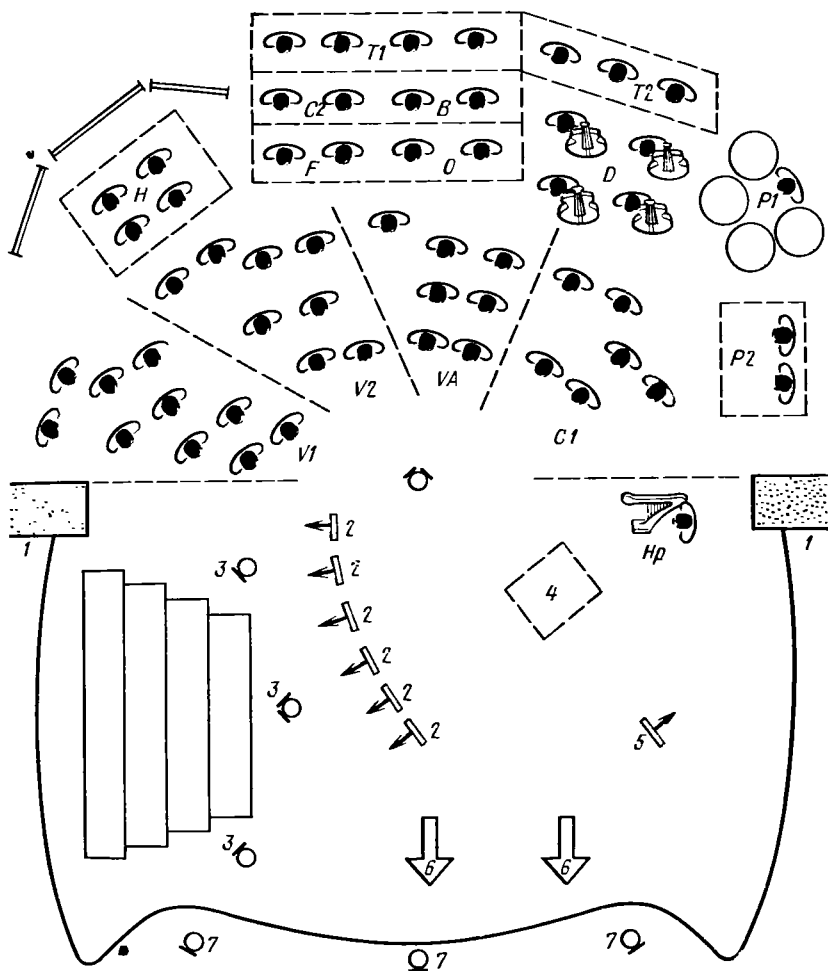
Дальнейшие проблемы возникают, если хор вторит оркестру без слов, как в произведении Равеля «Дафнис и Хлоя»: здесь трудность состоит в том, чтобы правильно разместить местные микрофоны для предотвращения излишнего выдвигания хора на передний план, или в последней части Девятой симфонии Бетховена, где солистам лучше было бы для создания перспективы разместиться сзади, однако они предпочитают выйти вперед. Я не собираюсь давать рецепты на все случаи жизни, кроме основных, которые уже описаны и широко применяются на Би-Би-Си для большей части студийных исполнений.

Опера

Опера может быть записана или транслирована по радио как в концертном исполнении, так и непосредственно во время спектакля.

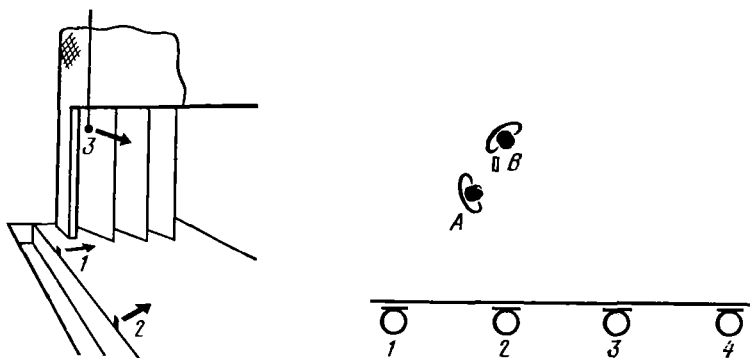
Размещение хора, оркестра и микрофонов в первом случае должно быть следующим. Оркестр балансируется обычным способом. Хор располагается с левой стороны студии рядами. Его запись производится с помощью четырех микрофонов, которые служат одновременно и для записи солистов. Поскольку один из этих микрофонов, находящийся справа, одновременно воспринимает звучание левого края оркестра, то полученный сигнал следует в звуковой картине поместить слева. Сигналы других трех микрофонов размещают вдоль нее по направлению к правой ее стороне. В результате этого хор и оркестр займут всю ширину

звуковой картины, на переднем плане которой находятся солисты. Добиться хорошего баланса при записи оперного спектакля в театре непросто.



Расположение, применяемое при передаче из студии опер. Голоса хора и солистов перемещаются слева направо, и накладываются на звуковую картину оркестра. В данном случае используется преобразованное театральное помещение с аркой предсцены 1 перед оркестром. Сцена переходит в зал, где размещаются солисты 2 и хор 3, дирижер 4 и диктор, дающий пояснения, 5. Микрофон последнего может также использоваться для местных звуковых эффектов, например звука кастаньет, который может перемещаться электрически путем в соответствии с движением танца. Хор 6, поющий «за сценой», размещается под балконом (без специального микрофона), для записи шумов зала служит микрофон 7. Расположение инструментов оркестра следующее: V1 — первые скрипки; V2 — вторые скрипки; VA — альты; C1 — виолончели; D — контрабасы; H — валторны (с помещенными позади них отражающими экранами); F — флейты; O — гобои; C2 — кларнеты; B — фаготы; T1 — трубы; T2 — тромбоны; P1 — литавры; P2 — прочие ударные; Hr — арфа. Обратите внимание, что арфа в звуковой картине находится прямо «в правом громкоговорителе» или поблизости от него. Левая часть оркестра и ближайшая к нему часть хора и солистов записываются на разные микрофоны, вследствие чего требуется регулировка их расположения в звуковой картине. Для певцов в соответствии с этим избрано следующее размещение: часть хора слева, солисты в центре, «хор за сценой» справа.

При монофонической записи для баланса обычно используют высоко установленный микрофон, а для певцов на сцене предназначается ряд кардиоидных микрофонов, спрятанных в рампе и обращенных к оркестру тыльной стороной. Если певцы находятся в глубине сцены, то проблем с балансом не возникает. Однако если какой-либо певец приближается к рампе, то звук его может оказаться чрезмерно громким. В этом случае баланс осуществляется не на ближайший к певцу микрофон, а на следующий, к которому певец обращен лицом. Если поют два певца, один из которых находится в глубине сцены, то баланс лучше устанавливать с микрофоном, установленным на противоположной ее стороне, он должен быть в этом случае равно удален от обоих певцов и направлен так, что если даже более удаленный от авансцены певец несколько отвернется от зрительного зала, то сигнал не должен изменяться.



Размещение микрофонов при трансляции спектакля из театра:

1 и 2 — микрофоны с кардиоидной характеристикой, установленные в рампе. Несмотря на то, что они находятся близко к оркестру, их характеристики направленности позволяют отделять исполнителей сцены; 3 — микрофон того же типа, подвешенный у кулис и направленный на певцов.

Монофоническая передача оперы из театра.

Голоса певцов A и B, находящихся в глубине сцены, принимаются на микрофон 4, а не на 2, который находится к ним ближе. Такое расположение пригодно и для стереофонии если положения источника в звуковой картине можно затем воссоздать.

Может показаться, что этот прием неприменим в стереозаписи, однако это совершенно неверно, так как при записи оперного спектакля музыкальные достоинства гораздо важнее, чем правильная информация о положении певцов на сцене. Звукорежиссер может создать в звуковой картине совершенно новую схему передвижения певцов по сцене, на которой они могут находиться совсем в другом, чем на самом деле, месте. Само собой разумеется, что пользоваться этой возможностью надо осторожно, так, чтобы основные линии перемещений совпадали с реальностью. Общий эффект должен быть достоверным, а это значит, что при стереозаписи применимы не все приемы монофонической записи. Это ставит перед звукорежиссером стереозаписи ряд проблем.

Неопытный звукорежиссер, взявшийся за стереозапись оперы, не изучив монофонического варианта записи, может поддаться искушению пойти по «легкому» пути, сделав запись с помощью нескольких установленных в ряд микрофонов. Эта попытка кроме получения множества уродливых перспектив будет иметь результатом странные эффекты. Например, голос действующего лица может распространяться по всей звуковой картине или же, наоборот, пропадать вовсе, когда певец поворачивает голову. В обоих случаях информация о положении будет искажена.

Приемы монофонической записи оперы, описанные ранее, можно применять для телевизионных трансляций оперных спектаклей из театров. Однако они неудобны для случаев, когда записывается или передается по радио только звук.

Аплодисменты

Главная проблема, связанная с аплодисментами при записи серьезной музыки, заключается в уровне их громкости. Продолжительные громкие аплодисменты неприятны — они не должны раздражать так слушателя.

Для всех видов программ аплодисменты и другие формы реакции публики должны быть ясными и правильно сбалансированными, т. е. отдельные хлопки не должны слишком выделяться и привлекать к себе внимание.

Для получения хорошего результата необходимо выполнить два противоречивых требования: звучание должно давать представление, что публики достаточно много (несколько сотен), а микрофоны, установленные близко, создавать желаемую ясность. Кроме того, необходимо, чтобы другие микрофоны, которые могут быть включены в момент аплодисментов, были отделены от публики. Эти условия можно выполнить при использовании большого количества микрофонов. Желательно, чтобы они имели некоторую направленность, хотя это зависит от таких факторов, как относительное положение исполнителей, публики и акустики студии. Использовать для этой цели высококачественные микрофоны и дорогостоящие микшерные устройства нет необходимости, так как вполне можно обойтись менее сложным оборудованием. Смешение сигналов с высокими уровнями также не применяется. Во многих современных микшерных пультах, где смешение сигналов в главных каналах осуществляется на высоких уровнях, имеется простой шестиканальный вспомогательный микшер, работающий при малых уровнях сигналов. С помощью этого вспомогательного микшера зрительный зал представляется как один внутренне сбалансированный источник, сигнал которого подается в один из каналов главного микшера.

Проблемы баланса не упрощаются с уменьшением числа зрителей. Чем их меньше, тем более важно получить от них средствами баланса все, что возможно.

В стереозаписи аплодисменты заполняют всю звуковую картину. Они могут быть записаны с помощью основного микрофона, предназначенного специально для этого, и какого-либо другого, например того, по которому конференсье объявляет очередной номер. При этом надо только проследить, чтобы не происходило смещения аплодисментов к одной из сторон звуковой картины.

Ансамбли популярной музыки

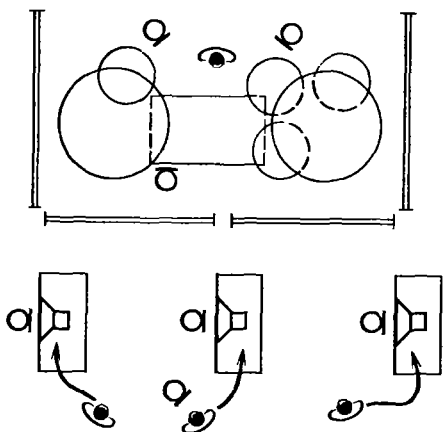
Разобрав наиболее большие и сложные расположения для записи классической музыки, мы можем теперь взять такие же (или похожие) компоненты и соединить так, чтобы они контрастировали между собой.

Для полного контраста с предыдущей музыкальной темой и связанными с ней лишь одинаково восторженными аплодисментами я начну с состава, достигшего наибольшего распространения в шестидесятые годы: ударная установка, три электрические гитары и голос одного из гитаристов.

Для такого состава в студии применяется следующее расположение: диффузоры трех громкоговорителей на одной оси, направленные в одну сторону, и три направленных микрофона на той же оси.

Сбоку от громкоговорителей и диаграмм направленности установленных около них микрофонов располагается ударная установка, отделенная от усилителей невысокими экранами. Для

лучшего разделения два основных микрофона ударной установки можно поместить позади барабанов по обе стороны от ударника. У большого барабана устанавливается специальный микрофон.



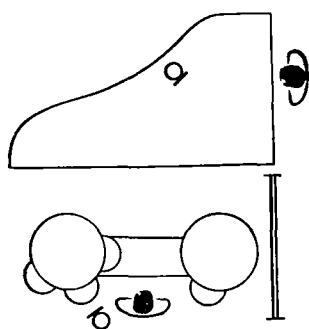
Группа поп-музыки с тремя электрогитарами, ударной установкой и вокалистами. Наибольшее разделение инструментов достигается эффективным экранированием ударных: два низких экрана устанавливаются спереди, высокие экраны по бокам и один экран сверху. Два главных микрофона устанавливаются позади установки, а микрофон большого барабана — вплотную к нему через тонкий слой пенопласта. Пение может быть записано отдельно под фонограмму аккомпанеента.

Во многих случаях запись производится при таком расположении, причем голос певца вводится в запись впоследствии с вспомогательной дорожки. Иногда запись производится одновременно. В этом случае следует применить близко устанавливаемый направленный микрофон и создать подъем частотной характеристики в области 2—3 кГц, а также прибегнуть к компрессии, если голос слишком смешивается с аккомпанементом. Если

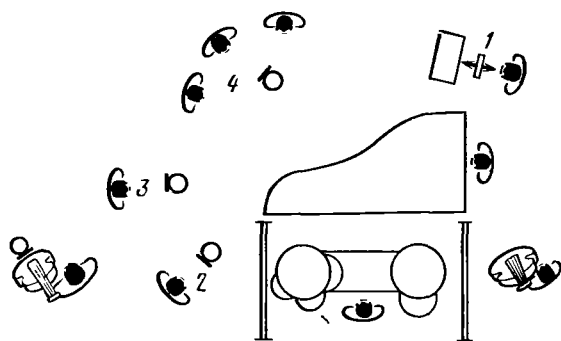
компрессии подвергается голос, то музыкальное сопровождение может иметь уровень, близкий к уровню голоса, и ограничиваться лишь избыточными пиками. Это позволяет получить максимально высокий общий уровень для записи или радиовещания.

При стереозаписи монофонические элементы могут быть размещены в звуковой картине в любом порядке в соответствии с замыслом аранжировщика: например, гитара — барабан — гитара и голос — гитара.

Наиболее традиционный элемент групп популярной музыки — фортепианное трио (рояль, контрабас и ударная установка), которое образует ядро почти всех больших по составу и разнообразию инструментов групп. К этому трио могут быть последовательно добавлены электроакустическая гитара, медные духовые инструменты, деревянные духовые инструменты (главным образом, саксофон), вокалисты. Для получения особых музыкальных эффектов в состав вводятся челеста, альт, арфа, электрический орган или любой другой инструмент, который интересует аранжировщика. Еще раз можно напомнить, что монобаланс широко используется в стереозаписи, хотя и проводились эксперименты по использованию стереопар микрофонов для записи трех частей групп: труб, тромбонов и деревянных духовых.



Ритм-группа. Ударная установка отделена от контрабаса низким экраном. Для установки микрофонов существует большое количество вариантов.



Небольшой эстрадный оркестр.

В центре — ритмическая группа: 1 — электроакустическая гитара; 2 — труба; 3 — тромбон; 4 — саксофоны. Микрофоны для ритмической группы не показаны.

Обычно студия при записи должна быть заглушена, но иногда случается, что в студии есть сильно отражающие поверхности. В этом случае неизбежно проникновение в микрофон не предназначенного для него сигнала, поэтому лучше всего полностью раздельный баланс несколько модифицировать. Например, если звук от медных духовых инструментов попадает в микрофон вокалиста, то стоит подумать, нельзя ли использовать этот микрофон и для этих инструментов: солист будет петь на расстоянии 5—10 см от него, а инструменты будут звучать на расстоянии около 2 м. Этот необычный баланс может быть успешно применен, но только при монофонической записи. При стереозаписи

было бы желательно получить пространственное разделение медных инструментов и вокалиста.

Такое проникновение звука возможно даже при самых хороших студийных условиях, что накладывает отпечаток на расположение инструментов в студии при записи. Некоторые его элементы одинаковы по положению как в звуковой картине, так и в студии: например, рояль, контрабас и барабаны всегда располагаются близко один к другому. В звуковой картине эта группа размещается слева от центра, электроакустическая гитара, вокалист и деревянные духовые инструменты в центре, медные духовые — справа. Подлинное их расположение при записи определяется не только требованием разделения (с тем, чтобы была получена та или иная стереозвуковая картина или все звуки могли быть индивидуально обработаны), но и множеством других практических соображений, таких, например, как необходимость для музыкантов видеть и слышать друг друга в процессе игры.

Размещение оркестра и большого количества микрофонов

Когда музыканты приезжают в студию, они считают, что все, необходимое для записи, уже установлено на свои места: стулья, попитры, экраны, рояль, подставки для усилителей электрогитар, микрофоны. Все это должно быть расставлено по указаниям звукорежиссера, что же касается микрофонов, то их расставляет или он сам, или его помощник.

Чем при этом звукорежиссер должен руководствоваться? Могут встретиться три различные ситуации.

1. В группе уже сложилось определенное размещение музыкантов для выступления. В этом случае звукорежиссер должен выяснить заранее, что оно собой представляет и в какой степени с помощью дирижера группы может быть изменено для лучшего разделения.

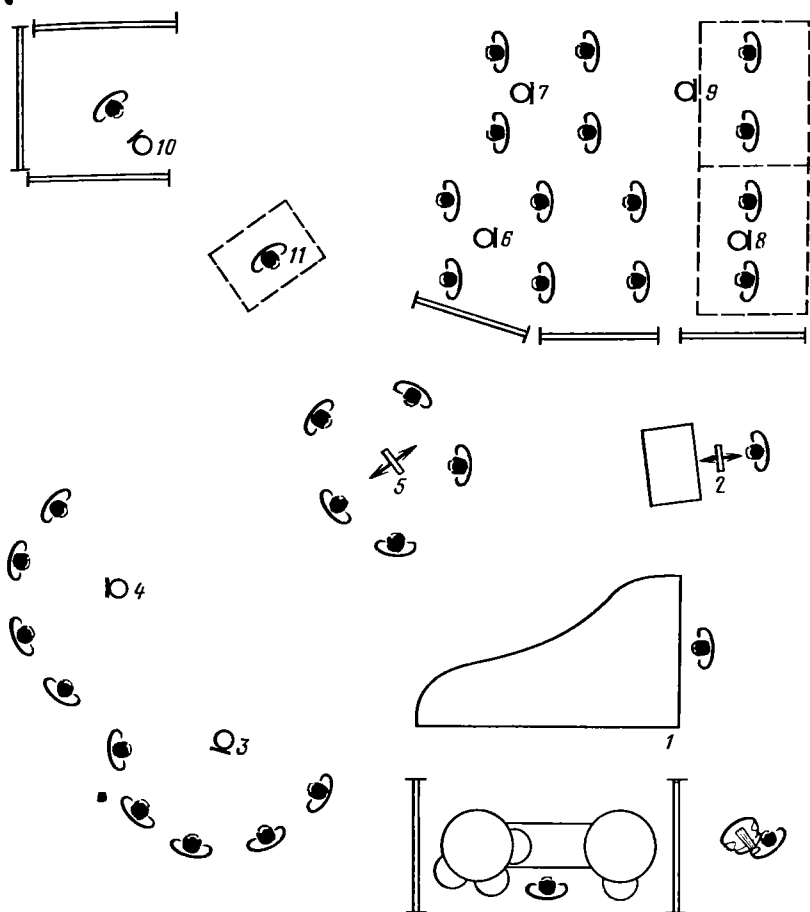
2. Группа уже ранее записывалась. В этом случае звукорежиссер должен установить расположение, которое применялось, если были получены хорошие результаты, и использовать его как основу для своего варианта. Группу не следует размещать при записи каждый раз по-новому. Однако небольшие изменения в экспериментальных целях или для улучшения прежнего расположения с помощью музыкантов и дирижера могут быть сделаны. Более кардинальные изменения могут быть продиктованы введением в состав группы новых инструментов (о чем звукорежиссер должен быть предупрежден) или появлением новых проблем музыкального характера (что выяснится на репетиции).

3. Группа создается только на период записи. В этом случае звукорежиссер, заранее узнав у продюсера или дирижера о составе, может начать все с самого начала.

Начиная с самого начала, звукорежиссер обычно следует таким правилам.

Контрабасист должен иметь в поле зрения левую руку пианиста, с которой его музыка прямо связана. Это особенно важно, если возможна импровизация.

Ударник, контрабасист и пианист образуют основную (ритмическую) группу, поэтому они должны находиться рядом.



Большой эстрадный оркестр:

1 — ритм-группа; 2 — электроакустическая гитара; 3 — трубы; 4 — тромбоны; 5 — саксофоны; 6 — первая скрипка; 7 — вторая скрипка; 8 — альты; 9 — виолончели; 10 — певец; 11 — дирижер.

Могут быть некоторые отклонения от указанного расположения вследствие акустических причин. Например, в одном регулярно применяемом на Би-Би-Си размещении пришлось группу медных переместить ближе к роялю, который окружили экранами. Когда применяются дополнительные инструменты, расположение еще больше усложняется. Если пианисту потребуется еще электроорган или челеста, то их устанавливают справа от него, а гитару передвигают несколько вперед. Здесь используется большое количество разнообразных микрофонов.

В фортепианном квартете четвертый музыкант должен быть обращен лицом к остальным трем членам квартета, находясь у изгиба рояля — таким образом, все будут видеть друг друга. Однако поскольку гитарист может играть преимущественно с контрабасистом, он может находиться в поле его зрения.

Если контрабасист играет быстрые пассажи, ему необходимо хорошо слышать звуки ударных, особенно малого барабана и хай-хэта; для этого он должен находиться слева от ударника.

Любые другие музыканты, которые могут вместе вести мелодическую линию, должны находиться рядом.

Когда инструменты вторят один другому, например рояль челесте, они должны располагаться один подле другого.

Все музыканты, включая группу саксофонов, которые могут быть разделены по двое или по трое и стоять лицом друг к другу, должны видеть руководителя группы или дирижера.

Руководитель группы может в то же время играть на каком-либо инструменте. Если все музыканты видят друг друга, то выполняется также и предыдущее условие.

Может показаться, что если следовать всем этим правилам, то получить такое размещение, при котором разделение будет хорошим, вряд ли осуществимо. Однако на практике, хотя компромиссов и трудно избежать, тщательное применение направленных микрофонов и экранов делает возможным получение хорошего и даже очень хорошего звучания.

Акустика студии также сказывается. Примером может служить одна из студий Би-Би-Си, постоянно используемая для записи с помощью большого количества микрофонов. Основное расположение инструментов в ней было изменено, поскольку саксофонисты пожаловались, что они не в состоянии слышать контрабас. По этой причине он был перемещен к дальнему краю рояля и со всех сторон окружен экранами.

Экраны. При обычном расположении невысокий экран между контрабасом и ударными улучшает разделение, что верно и при установке экрана между ударными и медными духовыми инструментами. Особенно тихо звучащие инструменты, такие, как струнные, челеста и т. п., возможно также потребуют экранирования. Вокалист может быть закрыт почти со всех стороны экранами на значительном удалении от музыкантов, но таким образом, чтобы он мог их видеть.

Если студия не сильно заглушена, может потребоваться больше экранов, особенно для ударных инструментов. Как крайняя мера, применяется такая экранировка, при которой они будут закрыты со всех сторон, кроме передней, где устанавливается невысокий экран, позволяющий ударнику видеть, что происходит вокруг, а также дающий возможность другим музыкантам слышать хоть что-нибудь из того, что он выстукивает на своих инструментах.

Концерт серьезной музыки на экране телевизора

Музыкальный баланс, устанавливаемый для передачи такого концерта по телевидению, немногим отличается от баланса для радиотрансляции. Однако несколько другие условия усложняют получение хорошего баланса по следующим причинам:

телевизионные студии, как правило, сильно заглушены (см. гл. 4). По этой причине следует предпочесть концертные залы или студии звукозаписи;

микрофоны не должны слишком бросаться в глаза (см. гл. 5); расположение музыкантов должно быть таким, чтобы все они были хорошо видны; при этом необходимо пользоваться правилами размещения оркестра при обычном концерте (иногда применялись более «открытые» размещения, чтобы каждый музыкант был лучше виден, однако в настоящее время в Англии они не применяются).

При телепередачах такого рода не следует стремиться к тому, чтобы зрительная и слуховая перспективы совпадали. Когда камера «наезжает» на тот или иной инструмент, звук должен оставаться в прежней перспективе (заметьте, что здесь картина обратная той, которая была при речевом балансе). Усиление звука, сопровождающее крупный план, может быть допущено лишь для достижения специальных эффектов: если, например кто-то рассказывает о роли тобоя в оркестре или зритель смотрит и слушает с точки, находящейся внутри оркестра. Но и в этих случаях общее звучание оркестра должно искажаться как можно меньше.

Небольшая разница в музыкальном балансе для телевизионной передачи состоит в создании большей ясности по сравнению с тональным смешиванием, которое многие предпочитают при прослушивании радиопередач и грамзаписей. Эта разница позволяет достаточно отчетливо выделять на слух тот или иной инструмент или группу инструментов, показываемых крупным планом. Это не означает, что реверберируемый сигнал укорачивается вполне достаточно, чтобы ясно был слышен характер нарастания звука, позволяющий узнать тот или иной инструмент. Метод, позволяющий добиться этого, состоит в смещении сигнала от двух микрофонов, один из которых установлен ближе, а другой дальше, чем это требовалось бы для одномикрофонного баланса. Интересно отметить, что этот вид баланса с большим успехом применяется в стереофонии.

Музыкальный баланс, придающий звуку большую ясность, должен учитывать, в каких условиях слушают передачу в домашней обстановке: качество громкоговорителей, установленных в телевизорах гораздо ниже, чем в установках высококачественного звуковоспроизведения. Из-за худшего качества воспроизведения звука музыкальный баланс, обеспечивающий большую ясность, предпочтительнее того, что дает тонально смешанный звук.

При передаче балетных спектаклей трудно разместить сцену для танцев и оркестра в одной студии. Однако, как говорится, нет худа без добра, поскольку оркестру можно создать наилучшие условия, поместив его в специальной музыкальной студии (разместив там, если надо, телекамеры). В этом случае музыка транслируется на сцену через громкоговорители.

Ограничение количества репетиций с оркестром (из-за большой дороговизны оркестрового времени) вызывает необходимость проводить отдельные репетиции балетной группы. Музыкальное сопровождение для этого может быть предварительно записано в разных темпах. Хорошо было бы, если бы солисты балета посетили запись оркестра. Репетиции могут проходить и в сопровождении фояля, которое также стоит записать и использовать. Танцоры должны хорошо слышать музыку в любом месте сцены, поэтому студию следует соответствующим образом озвучить. Иногда по ходу спектакля танцоры начинают свои па до музыки. В таких случаях оператор, включающий запись музыки, должен быть точен во времени, как дирижер оркестра, для того, чтобы было необходимое соответствие между танцем и музыкой.

Микрофоны для передачи шумов, возникающих во время танца (звуки шагов, шуршание костюма), подвешиваются над сценой и ориентируются таким образом, чтобы на них не попадал звук от громкоговорителей.

Установка микрофона для певца зависит от того, может быть он в поле зрения или нет. Если может, то особых трудностей не возникает, если нет, то следует использовать микрофон, укрепленный на «журавле». Если в этом случае используется обычный микрофон, то возникает трудности разделения, поскольку проникновение в предназначенный для певца микрофон звуков оркестра может в сильной степени видоизменить баланс. Когда это происходит, на «журавле» можно укрепить высоконаправленный микрофон, но чаще обходятся обычным конденсаторным кардиоидным микрофоном.

Одно из преимуществ относительной заглушенности телевизионной студии состоит в том, что при введении в общий сигнал реверберируемого может быть сделано дифференцированно, т. е. добавляется не «эхо» различных уровней, а «эхо» различной продолжительности для разных частот общего звучания. Как правило, пение требует меньшей продолжительности, чем аккомпанирующая ему оркестровая музыка.

Важной частью исполнения певцом какого-либо музыкального произведения является использованием им динамического диапазона голоса. При радиопередачах может потребоваться некоторая степень компрессии. На телевидении проблема осложняется взаимным перемещением певца и микрофона по сцене, а также изменением расстояния между ними при показе кадров разных планов. Важно осознать, что при этих обстоятельствах на звукорежиссера ложится большая, чем обычно, ответственность за интерпретацию роли артиста, поскольку он должен думать не

только о чисто технических вопросах, но, как дирижер и сам певец, об общем художественном замысле.

Если певцы и аккомпанирующий им оркестр находятся в разных местах, то возможной помехой исполнению может быть некоторое время запаздывания, связанное с конечной скоростью распространения звука. Избежать этого можно, установив около певца громкоговоритель, транслирующий аккомпанемент оркестра; около дирижера устанавливается громкоговоритель, передающий голос певца.

Для крупных планов могут быть использованы предварительные записи. Их сочетание с «живым» действием требует тщательного расчета времени и репетиций. Для этого часто используют вторую дорожку двухдорожечного магнитофона, на которой записываются сигналы, передаваемые только исполнителям.

Проблемы, связанные с сочетанием пения и оркестрового сопровождения, относятся к самым сложным в телевизионных передачах опер. Поэтому разработано большое количество хитроумных вариантов взаимного расположения певцов и оркестра в студии.

Опера на телевизионном экране

Существует несколько различных вариантов телевизионных передач оперных спектаклей:

- 1) непосредственно с оперной сцены;
- 2) с актерами, изображающими мимически пение, передаваемое из другой студии (если музыка предварительно записана, среди актеров могут быть и сами певцы);
- 3) с певцами в телевизионной студии и оркестром в студии звукозаписи;
- 4) с певцами и оркестром в одном большом зале с хорошей акустикой.

В первом случае фактически все, что нужно — это хороший монофонический баланс, уже рассмотренный в этой главе. Баланс, использующий обычное оборудование типа передвижной аппаратной, неудовлетворителен, поскольку внутри нее слишком шумно, имеющиеся громкоговорители и акустика не позволяют получить высокое качество звучания. Поэтому такую аппаратную надо или переоснастить, или использовать другую, специально для этой цели оборудованную.

Способ передачи оперы в соответствии со вторым вариантом не так давно был широко распространен в европейских телестудиях, и зачастую с весьма заурядными результатами. Однако это можно сделать и на хорошем уровне, что подтверждается успехом поставленной в пятидесятых годах в Би-Би-Си оперы «Мадам Баттерфляй». В передаче были использованы приемы, схожие с описанными в предыдущем параграфе, касающимися передачи по телевидению балета. Были приняты меры к соответствующей записи звуковых эффектов, хотя и возникли некоторые

трудности в сочетании их тембра и акустики студии, где проводилась запись оперы.

Поворотным моментом в практике передач опер по телевидению явился состоявшийся в 1959 г. конгресс ЮНЕСКО, посвященный опере и балету, где были одобрены постановки, осуществленные в студиях Би-Би-Си, Эн-Би-Си и Си-Би-Эс. В этих постановках предварительная запись пения не применялась, вследствие чего спектакли производили наиболее убедительное впечатление.

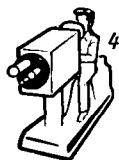
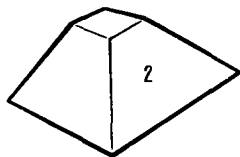
Позже, в течение десятилетия на Би-Би-Си употреблялся только третий метод. Технически он сложен, но имеет преимущество, состоящее в том, что для певцов и оркестра применялись две различные студии, наиболее подходящие для них. Оркестровая студия имела хорошую музыкальную акустику, а студия, в которой происходило действие, была оснащена так, чтобы обеспечивалась телевизионная трансляция звука и изображения. Очевидно, что при этом первоначальный условный стиль сценической постановки оперы в значительной мере видоизменился в сторону реалистического стиля музыкальной драмы (более театральный стиль представления мог быть соответствующим образом выражен в прямых трансляциях из оперных театров). Запись певцов велась с помощью укрепленных на «журавлях» микрофонов способом, весьма похожим на применяемый при передаче театральных постановок, с той лишь разницей, что в данном случае прилагались дополнительные усилия по наилучшей передаче качества музыкального исполнения.

При постановке, осуществляемой по этому методу, необходимо решить относительно простые проблемы связи между двумя студиями, которые может разделять расстояние в несколько километров. Проще всего дело обстоит с передачей изображения: перед дирижером стоит монитор, с помощью которого он может следить за действием, а изображение дирижера, в свою очередь, передается в студию, где идет спектакль и помощник дирижера передает его указания певцам. Это может показаться сложным, однако у музыкантов не возникает никаких проблем, поскольку та же система принята практически во всех оперных театрах.

С передачей звука немого сложнее. Оркестровая музыка передается в студию, где происходит действие, с помощью громкоговорителей, установленных на передней части тележки «журавля». Поскольку она движется во время действия, то вместе с ней перемещается и двухметровая колонка с громкоговорителями. Вследствие того, что линейный источник сигнала, каковым является колонка, в области средних и высоких частот излучает звук направленно в плоскости, перпендикулярной оси колонки, может быть достигнуто хорошее разделение.

Трансляция голосов певцов дирижеру может осуществляться несколькими способами. Например, используется большой пирамидообразный рупор (60×60×60 см), внутри которого устанавливается громкоговоритель. Вся эта система подвешивается на-

головой дирижера. Рупор служит для предотвращения попадания звука из громкоговорителя в оркестровый микрофон. Но если дирижер должен время от времени появляться на экране, то этот рупор может мешать освещению, вследствие чего изображение будет неудовлетворительным. При другом способе громкоговорители размещаются вдоль верхней части люпитра дирижера. На практике для этого используют эллиптические громкоговорители. Эти громкоговорители воспроизводят в основном высокочастотные составляющие звука, поэтому они являются направленными излучателями и легко поддаются разделению.



Опера или балет в телевизионной студии — рабочее место дирижера при размещении оркестра в отдельной студии:

1 — линейка громкоговорителей, размещенных в верхней части люпитра; 2 — громкоговоритель, помещенный в рупоре над головой дирижера; 3 — монитор, с помощью которого дирижер следит за действием; 4 — телекамера, передающая изображение дирижера его ассистенту в телевизионной студии.



Даже при использовании этого метода постановки оперы иногда приходится прибегать к предварительной записи или съемке отдельных сцен. Использование оркестра для съемки короткого эпизода слишком дорого, и поэтому применяется система со специальной вспомогательной дорожкой, на которой записывается музыкальное сопровождение предварительно отснятых сцен. Кроме того, там же могут быть записаны дополнительные словесные указания, например о предстоящей смене темпа. Запись с этой дорожки воспроизводится только для дирижера с помощью наушников. В этом случае к записи пения впоследствии добавляется звучание оркестра.

Если предварительная запись содержит и голоса певцов, то она может быть использована в качестве вышеупомянутой дорожки или, что еще лучше, можно применить две дорожки — одну для пения, другую как вспомогательную (в видеоматнитофоне такая вспомогательная дорожка имеется); в кино для вспомогательных целей служит оптическая или магнитная дорожка, а звук записывается на отдельной дорожке.

В случаях, когда голоса певцов записаны предварительно (с тем, чтобы мог быть использован второй способ как единственное средство удовлетворительного сопровождения кадров большой длительности), также может использоваться упомянутая дорожка, если для записи используется двухдорожечный магнитофон с четвертьдюймовой лентой.

Несмотря на сложности передачи опер по телевидению с применением описанного варианта, в настоящее время она хорошо

налажена. Однако кое-кто считает этот способ неудобным. По этой причине композитор и дирижер Бенджамин Бриттен, которому не нравилась такая оторванность от живого сценического действия, убедил в 1969 г. руководство Би-Би-Си попытаться организовать телевизионную передачу оперы из одного зала с оркестром. В соответствии с его замыслом сцена и оркестр находились в противоположных концах концертного зала. Однако и в этом случае потребовались отдельные студии для организации связи между сценой и пультом дирижера, находящимся, естественно, перед оркестром, так как большие размеры зала создавали запаздывание звука со сцены. Удобство раздельных репетиций, как было в предыдущем случае, утратилось, однако это было возмещено возросшим единством цели.

Популярная музыка на экране телевизора

На другом конце тракта передачи звука соображения зрительности порождают значительно большие различия в установке баланса. Очевидно, что то размещение, которое применяется в студии при записи поп-музыки, не может быть принято при телевизионной передаче, хотя оркестр, находящийся более или менее вне изображения, конечно, может его применять.

Однако, кроме расположения (которое может выдвинуть ряд проблем, связанных с разделением звука), все остальные элементы баланса и обработки звука будут максимально близки применяемым при записи музыки, которая, в конце концов, обеспечивает тот стандарт, к которому должно быть приведено и телевизионное звуковое сопровождение.

Микрофоны на низких штативах, установленные среди инструментов группы, как правило, не вызывают раздражения зрителя, поскольку их привыкли воспринимать как необходимый атрибут. Микрофонов на штативах высотой в рост человека (особенно если они находятся между телекамерой и музыкантами) следует по возможности избегать, то же относится и к различным громоздким кронштейнам. Действительно, здесь больше различий в креплении микрофонов, чем в их положении.

Микрофон может быть на виду, если он воспринимается как атрибут действия. Для эстрадного певца ручной микрофон — не просто предмет для усиления звука, а принадлежность реквизита, хотя некоторые певцы умело пользуются им для установления баланса. В равной степени и микрофон на штативе воспринимается как допустимая условность, и то, что он сильно ограничивает эстрадного певца в его передвижении по сцене, лишь подчеркивает тот факт, что пение все-таки самая важная часть выступления.

Для телевизионной передачи концерта популярной музыки необходимо использовать оборудование, позволяющее осуществлять

выравнивание сигналов, их компрессию, «эхо», т. е. все то, что применяется в студии звукозаписи. В настоящее время телевизионные студии имеют предназначенное для этих целей специальное многоканальное оборудование.

Телевидение имеет гораздо больше возможностей «подгонять» изображение к звуку, чем наоборот. Тем не менее, бывают случаи, когда это приходится делать, например, если певец появляется на экране без микрофона. Для передачи звука при этом используют «журавль» с укрепленным на нем высококачественным «микрофоном-пушкой» для лучшего разделения.

Когда этими средствами нельзя добиться необходимого разделения или надо показать исполнение песни, сопровождаемое танцем, музыка записывается заранее, а съемка идет под фонограмму.

Это — весьма дешевый и легкий путь создания телепрограмм популярной музыки, однако при этом теряется большая доля естественности. В Англии этот метод в настоящее время не применяется, в результате чего качество программ явно улучшилось.

Музыка в кинофильме

Большая часть вышесказанного относится и к музыке в кинофильмах (включая телевизионные фильмы), хотя в этой сфере применяются большие усилия для удаления микрофонов из изображения, чем на телевидении.

Несмотря на применение при съемках камер с мультипликатором, крупные планы снимаются отдельно. При этом производится и запись звука, но лишь для его синхронизации при последующем озвучении фильма. Как правило, снимается гораздо больше материала, чем используется в фильме, поэтому эпизоды соединяются между собой с помощью монтажа.

Иногда бывает, что один эпизод, снятый одновременно с записью звука, в конце концов, синхронизируется со звуком от другой части фильма. В данном случае звук, сопровождающий действие (например, барабанный бой), должен быть отмечен на дорожке и подогнан к крупному плану, изображающему действие. Или, например, в случае марширующего оркестра этот удар из двух различных частей может быть синхронизирован, и в фильме при переходе от одной части музыки к другой изображенные в кадре музыканты играют именно тот отрывок, который дается в звуковом сопровождении.

Стерефоническое музыкальное сопровождение фильмов еще не развито, главным образом, по техническим причинам. Пожалуй, единственным удачным примером в этой области может служить песня из фильма «Семь невест для семи братьев», в котором прекрасно сочетались изображение, песня и музыкальные эффекты. В данном случае все это было снято одним протяженным и мобильным кадром.

ЗВУКОВЫЕ ЭФФЕКТЫ

Звуковые эффекты подразделяются на три типа: непосредственные звуковые эффекты; фонотечные звуковые эффекты и особые, специально записанные для конкретного сценария.

Непосредственные звуковые эффекты создаются в радиостудии одновременно с происходящим в ней действием или в телевизионной студии в соответствии с изображением на телеэкране. К таким эффектам относятся: скрип дверей, телефонные звонки, стук чайных чашек, шуршание бумаги, треск, удары, звук шагов и даже цоканье лошадиных копыт, т. е. такие звуки, которые нет смысла заранее записывать и которые так сильно переплетаются с действием, что воспроизведение их где-то за пределами студии смущало бы актера и сбивало бы его с толку.

Фонотечные звуковые эффекты состоят, главным образом, из таких, которые нет смысла создавать в студии, например звуки движения автомобилей и самолетов, пение птиц, рев шторма, шум толпы и т. д. Впрочем, во многих случаях их можно заменять непосредственными звуковыми эффектами. Например, для создания цоканья лошадиных копыт можно использовать как запись настоящего цоканья, так и стук кокосовой скорлупы. Любопытно, что некоторые из записей, звучащих наиболее реально, получены с использованием именно кокосовой скорлупы.

Может показаться странным и даже смешным, что какой-то звуковой эффект создают, используя совершенно неожиданный источник, как в предыдущем случае. Но важно понимать, что цель звукового эффекта состоит не в том, чтобы воспроизвести действительность, а в том, чтобы ее можно было узнать при прослушивании. Реализм не всегда является необходимым, в некоторых случаях он даже вреден, например, когда некоторый несущественный элемент реального звука отвлекает внимание слушателя.

Звуковые эффекты второго типа — это те, которые уже записаны на пластинке или магнитной ленте. Эффекты третьего типа — эффекты, записанные специально для конкретных постановок и фильмов.

В любых радиопередачах вероятно потребность как в непосредственных звуковых эффектах, так и в предварительно записанных. Затраты труда на звуковые эффекты первой или второй группы приблизительно одинаковы. Поэтому окончательное решение о том, к каким из них следует прибегнуть, зависит от того, оборудована ли студия соответствующим образом для создания непосредственных эффектов и есть ли в наличии необходимые записи.

В больших организациях, как Би-Би-Си, выбор звуковых эффектов очень велик. Методы их создания в студии, разработанные в 30-х годах, применяются до сих пор, хотя с того времени появилось большое количество специального оборудования. С другой стороны, Би-Би-Си владеет огромной фонотекой записей, которая постоянно

пополняется и из которой сотни звуковых эффектов ежедневно используют в радиопередачах. Этот запас записей неизбежно дублирует большинство эффектов, которые имитируются в студии. Поэтому во многих не слишком сложных программах звуковые эффекты могут воспроизводиться одним человеком, использующим в основном фонотечные записи.

В иных условиях находятся небольшие организации и любители записи. У них может не оказаться под рукой вообще какого-либо средства создания эффекта. Имеющиеся в продаже записи звуковых эффектов часто не обеспечивают то, что нужно, а специального оборудования для их создания может не быть. В этих условиях получение звуковых эффектов превращается в проблему, решение которой требует изобретательности и средств. Журналы для любителей и энтузиастов записи часто печатают современные «приключенческие» истории из опыта своих читателей, из которых явствует, что у многих из них получение необходимого для записи звука вызывает такое же чувство удовлетворения, как у иных выигрыш в большой игре или сочинение музыкального произведения. Аналогичное можно сказать о работе операторов, выезжающих записывать звуки на природу, или тех, кто создает «конкретную» музыку.

Использование эффектов

Звуковые эффекты редко используются так, «как это бывает в жизни». В этом есть своя специфика, которую совершенно необходимо учитывать. Она в равной степени касается кино, телевидения и особенно радио.

Чтобы объяснить, что я имею в виду, приведу случай, когда мне понадобилось подготовить для радиопередачи репортаж о «набеге викингов» — центрального события традиционного фестиваля. Переданная мне исходная запись абсолютно не годилась. Репортер совершенно справедливо позаботился о хорошем качестве записи своей речи, вследствие чего звуковой фон фестиваля оказался слишком слабым. Были слышны отдельные крики и шум толпы, однако при словах «Теперь раздается звон мечей» надо было сильно напрячь слух, чтобы хоть что-то разобрать. Кроме того, в записи были перерывы, связанные с включением громкоговорителей, поясняющих зрителям происходящие события.

Чтобы воссоздать события в виде, приемлемом для радиопередачи, надо было осуществить монтаж так, чтобы получилось непрерывное повествование.

В окончательно подготовленной для вещания программе первый звук был заранее записанным эффектом. Это был шум огромных волн, обрушивающихся на берег (в репортаже была ссылка на то, что порывы ветра достигали 60 км/ч). Голос рассказчика, пока он вводил слушателей в курс дела, был слышен на этом фоне. К концу эпизода шум моря постепенно ослаблялся, но при описании высадки викингов на берег, чтобы сохранить ощущение места дейст-

вия, из общего шума время от времени выделялся тревожный крик чаек. После первого упоминания о битве предложение, начинающееся словами: «Вы, возможно, слышите...», было вырезано и на его место помещен звон мечей в близкой перспективе. Окончательный результат был в высшей степени реалистичным: действительное событие с действительными криками викингов оказалось в центре внимания благодаря легкому подчеркиванию звуков, которые не могли быть записаны по ходу действия без серии микрофонов, установленных по всему берегу, и сложного микширования.

Когда же программу создают полностью в студии, приходится использовать серию искусственных, но эффектных условностей, и хотя мы редко добиваемся такого звука, который мог бы быть обнаружен в записи истинного события, такие звуковые эффекты нас вполне удовлетворяют.

Традиционные звуковые эффекты

Обычно звуковые эффекты удерживают намеренно на нереально низком уровне. Для этого много причин, не говоря уже о риске перегрузки тракта. Одна из них состоит в том, что внезапные и громкие шумы вместо создания «драматического» эффекта часто раздражают зрителя.

Вторая причина, весьма важная для всех непрерывно звучащих эффектов — это маскировка основного звука, которая возникает даже при довольно низком уровне фона.

В связи с этим напомним эффект «коктейльной вечеринки», который часто приводят в качестве демонстрации одного из основных качеств бинаурального восприятия: способность уха и мозга выделять нужный источник звука в переполненной комнате, почти не обращая внимания на чрезмерно высокий окружающий уровень шума. При монофонической передаче эта способность выделять сигнал в значительной степени теряется, и поэтому приходится специально концентрировать внимание на главной нити диалога.

Для того чтобы продемонстрировать эффекты маскировки, я как-то воспользовался слуховым аппаратом своего знакомого, включил его в магнитофон, записав затем дискуссию дюжины людей в полупустом баре. Как и следовало ожидать, вместо дискуссии при воспроизведении оказался просто шум с редкими вразумительными словами. Стало ясно, почему мой глухой друг часто предпочитал выключать свой аппарат и воспринимать речь по губам.

Такая маскировка противоположна эффекту «коктейльной вечеринки». Если установить открытый микрофон в шумном месте и не делать попыток подавить общий фон, то вряд ли слушатель сумеет разобрать хоть что-нибудь, кроме, быть может, случайного фрагмента. Если сделать стереозапись, то ситуация меняется в лучшую сторону: одно из важнейших достоинств стереопередач спектаклей как раз и состоит в том, что эффекты не обязательно воспроизводить где-то на заднем плане, чтобы отделить их от ос-

тального действия. К сожалению, требование совместимости стерео- и монозвучания часто не дает возможности использовать это преимущество.

Громкость является лишь одной из характеристик звука, причем далеко не главной по сравнению с характером звука, его тембром. Это справедливо также и для звуковых эффектов, где громкость, на первый взгляд, является наиболее важной характеристикой звука (например, имитация автомобильной катастрофы).

В самом деле, анализ звука автомобильной катастрофы показывает, что можно выделить четыре ее составляющие: занос, столкновение, скрежет металла и звон разбитого стекла, падающего на землю. В настоящей катастрофе второй звук является более громким, чем все остальные, и если при записи это сохранить, то остальные звуки не будут слышны. Поэтому весь звуковой эффект должен быть преобразован так, чтобы какая-то его часть не была значительно громче другой. Еще более важно сохранение правильной тональности звука по ходу действия. Хороший специалист по звуковым эффектам должен представлять себе, что автомобиль очаровательной блондинки, врезающийся в кирпичную стену, производит совсем не такой шум, как автомобиль бандита в такой же ситуации. Для первой мы постараемся создать (или выбрать) печально-трагический звук, для второго звук должен быть ужасным, выражающим возмездие.

Различные стадии автомобильной катастрофы можно в звуке изобразить следующим образом.

Занос. Это существенный элемент для драматического эффекта. Катастрофа без заноса — просто шум, который прекращается, прежде чем становится понятным, что происходит. Но визг шин — это такой характерный звук, который не позволяет слушателю усидеть на месте. Занос в действительности может произойти или не произойти; в радиопередаче — зависит от ситуации. Занос — это возмездие, уготованное бандиту. Но в катастрофе, происходящей с упомянутой блондинкой, занос оказывается лишним: она захвачена событиями и не обнаруживает до последнего мгновения надвигающейся беды.

Пауза. Слушателю, который был возбужден предыдущей ситуацией, нужно дать полсекунды для того, чтобы перевести дух и заставить чуть подождать, когда произойдет...

Столкновение. Тяжелый, сильный, глухой звук, который очень трудно передать правильно, но, к счастью, он не столь важен, как другие звуки.

Скрежещущий металл. В реальной катастрофе этот звук похож на звук ударяющихся друг о друга мусорных ящиков. Такой звук подходит для ситуации с блондинкой, но не достаточно зловещ для бандита. Для него нужен преднамеренно усиленный звук, менее напоминающий звук удара пустых жестянок.

Звон разбитого стекла. Подобно звуку при заносе, этот звук легко узнаваем и является конечным в их последовательности.

Для слушателя звон разбитого стекла знаменует окончание события, хотя за ним следует еще один драматический элемент — тишина. —

Автомобильная катастрофа является хорошей иллюстрацией общих принципов создания звуковых эффектов. Любой драматический звуковой эффект не должен быть просто шумом, который сопровождает действие, он должен быть включен для создания контраста между звуком и тишиной, т. е. для разнообразия фона.

Это соображение применимо к самым важным звуковым эффектам, которые используют и в кино. Их обычно предварительно записывают, а создавать их следует творчески, чтобы они были действительно иллюстративными и не обязательно точно соответствовали действительности.

«Нереалистические» звуковые эффекты

Звуковые эффекты, которые намеренно делают смешными, сильно отличаются от обычных драматических эффектов. Последние могут быть преувеличены, слегка подчеркивая характерные черты и убирая несущественные. В комическом эффекте тот же самый процесс подчеркивания характерной черты доводят до крайности. Целый ряд так называемых «обманных» эффектов создан именно так.

В комедийном представлении намеренно усиливают каждый звук, даже открывание двери. Действительно, эффект «дверь открывается» является типичным из подобных звуков. Обычное реальное открывание двери может сопровождаться или не сопровождаться скрипом при поворачивании ручки. Однако в драматических постановках этот звук нужно выделить. Если бы его не было, то трудно было бы обнаружить характерный, хорошо опознаваемый элемент в обычном тихом звуке — просто легкий щелчок ни о чем бы не говорил. Для создания необходимого эффекта интенсивность и продолжительность характерного звука преувеличивают сверх меры, хотя и не настолько, чтобы мешать действию.

Метод подчеркнутых эффектов пригоден тогда, когда при непосредственном его создании в студии используемое средство позволяет его преувеличить до нужного предела. В тех же случаях, когда такой «естественный» звук не может быть соответствующим образом усилен, ищут другие методы. Например, трудно имитировать момент, когда дверь закрывается, звук должен быть ослаблен, чтобы предотвратить перегрузку. Поэтому требуется другой способ, может быть, даже неестественный, чтобы создать эффект ухода.

Если какой-то предмет (или человека) по ходу действия подбрасывают в воздух, это действие передают повышающимся, а затем понижающимся свистом, производимым специальным свистком, в который вставлен скользящий поршень, регулирующий высоту звучания. Это лишь один элемент из богатого набора различных средств, с помощью которых создаются звуковые эффекты.

О появлении на радиосцене «злодея» слушателя можно известить резким звоном китайских колокольчиков, тогда как прибегающих вприпрыжку героев детской радиопередачи — мальчика и девочку — можно связать с проигрыванием на ксилофоне бурного арпеджио.

Помимо собственно звука усилить комический эффект может и время его введения в действие. Приведу случай из собственной практики в начале моей деятельности на радио. Ставилась пьеса о Дон Кихоте, и нужно было оформить шумами сцену, в которой ветряная мельница сбрасывает Дон Кихота с коня. На пол были брошены «рыцарские доспехи», а затем, после небольшой паузы, усиливающей комический эффект, была брошена последняя деталь «доспехов». Она стукнулась об пол, покатилась, издавая металлический звон, и, колеблясь, упала. Для получения такого эффекта использовалась кипа металлических пластинок, нанизанных через небольшие промежутки на шнурок. Последняя пластинка одна сбрасывалась на пол студии. Любая гирлянда металлических предметов могла быть также использована. Элемент смешного здесь, собственно говоря, определялся точным расчетом момента, в данном случае заключительного, когда падала последняя деталь «доспехов».

В другой раз необходимый звуковой эффект был достигнут еще более необычным способом. В сценарии радиопостановки требовалось изобразить звуковыми средствами «несущийся на всех парах шестнадцатитонный в 1,5 л. с. электрический орган, оборудованный боеголовкой». Здесь все, кроме явного сюрреализма, не поддавалось пониманию. Первая стадия в создании такого звукового образа состояла в перезаписи с грампластинки музыкальной фразы органа сначала с нормальной скоростью воспроизведения, затем с удвоенной и, наконец, с учетверенной. Операторы по звуковым эффектам в студии дополнили этот основной эффект звуками переключения коробки передач, гудками, свистом, рвущейся парусиной и, наконец, завершающим сильным раскатистым взрывом. Все эти звуки создавались с помощью разных вспомогательных приспособлений, весьма далеких от тех предметов, представление о которых они вызывали характером своего звучания.

Звуковые эффекты, создаваемые непосредственно в студии

В радиостудиях должны быть предусмотрены возможности получения простых звуковых эффектов легко доступными способами. На Би-Би-Си в каждой драматической студии для этого имеются специальные приспособления. Более сложные звуковые эффекты могут быть получены с помощью соответствующего оборудования или устройств из специальных хранилищ.

Оборудование студии включает дверь, несколько разновидностей поверхностей пола, лестничные пролеты, резервуар для воды и иногда автомобильную дверь. (Для нее трудно найти адекватную

замену, хотя приемлемый звук можно получить с помощью дребезжащего музыкального пюпитра и плотной картонной коробки — поставьте пюпитр на коробку и ударьте их вместе об пол).

Достаточно полное хранилище приспособлений такого рода сильно напоминает большую свалку. Полки загружены горами явного хлама для получения разных эффектов: там могут быть телефоны, часы, мечи, ружья, чайные чашки и стаканы, дверные звонки и колокольчики, а также источники музыкальных звуков, такие, как гонги, барабаны, различные колокольчики и другие ударные инструменты (которые могут выступать как сами по себе, так и в каком-то другом качестве).

Для создания звукового эффекта нужно обладать изобретательностью. Можно, например, потратить несколько дней на размахивание теннисной ракеткой, к которой привязано тридцать — сорок лоскутов ткани, чтобы изобразить, как птица бьет крыльями, а потом вдруг обнаружить, что тот же звук можно получить гораздо проще, раскрывая и закрывая зонтик.

Независимо от того, становятся ли старомодными такие остроумные импровизации, некоторые свойства звуковых эффектов в наши дни имеют не меньшее значение, как и тридцать лет назад. Так, акустические требования к звуковым эффектам теперь при высококачественных радиопередачах, стали даже гораздо жестче, чем раньше. Хорошая синхронность эффекта с действием также является очень важным качеством эффекта, тем более, что в настоящее время звуковой эффект, создаваемый в студии, часто бывает отрывистым, а звуковой фон обычно создают путем воспроизведения записей.

По этой причине далее при описании звуковых эффектов основное внимание сконцентрировано на организации и синхронизации довольно простых звуков, а не на тщательной, детальной разработке таких эффектов, как, например, звуки, сопровождающие движение ножа гильотины (с помощью разрезания кочана капусты!).

Большинство из них описано применительно к записи на радио, но в равной степени это можно применить в телевидении к звуковым эффектам вне поля зрения или в кино при озвучении фильма.

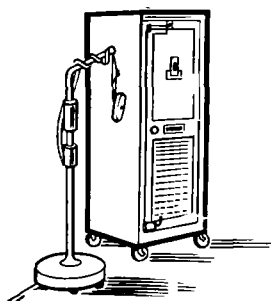
Создание звуковых эффектов

Двери. Обязательным элементом оборудования для создания звуковых эффектов в студии является большой прямоугольный ящик на роликах, с дверью обычного размера, установленной в нем. Ручка двери может быть укреплена неплотно, чтобы она могла немного дребезжать при открывании. К двери могут быть прилажены замки, задвижки, дверные молотки и т. д. В задней части ящика можно установить оконный переплет.

Звук открываемой двери всегда приходится усиливать, так как реальный звук слишком тих при прослушивании. Звук закрывающейся двери, напротив, следует ослабить во избежание перегрузки. Закрывать дверь следует легко, но твердо. Характерный звук — быстрый двойной щелчок.

Синхронность действия и эффекта может нарушить плавность передачи. Поэтому звук открывания двери должен, вообще говоря, слегка опережать момент, отмеченный в сценарии, а диалог действующих лиц происходить без ненужной

паузы. Если по сценарию звук двери должен следовать за диалогом, создайте его вместе с последним словом, если нет веской причины не делать этого (например, должно быть приглашение войти). Если затем дверь снова закрывают, необходимо сделать паузу, чтобы действующее лицо успело войти. Действия актера и двери должны быть согласованы до тех пор, пока актер не закроет дверь за собой.



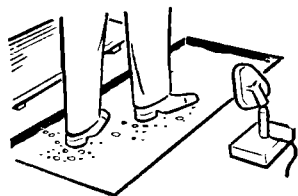
Установка для получения звуковых эффектов, связанных с дверью.

Существуют, конечно, типы дверей, звуки которых должны быть предварительно записаны. К ним относятся двери тюремных камер, ворота замков и т. д. Иногда эти звуки можно получить из самых обычных звуков, записывая их с реверберацией и проигрывая на медленной скорости. Уменьшение скорости вдвое соответствует аналогичному увеличению размера и веса двери (при этом сохраняется звуковая имитация особенностей, например звучание материала, из которого сделана дверь).

Стук создать достаточно легко при условии, что уже найдено место на двери или раме, где стук получается достаточно выразительным. Металлические дверные молотки, засовы, задвижки, замки, ключи и т. п. должны быть тяжелыми и старомодными и как следует прикреплены. Достаточно большая деревянная поверхность будет действовать как резонатор для звука и придаст ему правильный тембр.

И последнее замечание о дверях: когда есть сомнение в необходимости этого эффекта, лучше от него отказаться. Иногда создается впечатление, что некоторые сценаристы не мыслят действия иначе, как с многочисленными входами и выходами. Лучше всего оставить двери, как и все другие эффекты, на тот случай, когда этот звук действительно необходим для повествования.

Шаги. То, что только что было сказано о дверях, важно и для звуковых эффектов, изображающих шаги. Действительно ли необходимы шаги? Тщательно просмотрите сценарий: если окажется, что в нем слишком много шагов, вычеркните лишние. Шаги, которые остаются, должны иметь прямое отношение к действию. В кинофильмах шаги часто используют только для того, чтобы заполнить тишину и уверить публику, что звук не прервался в тот момент, когда внимание должно быть сконцентрировано на изображении. В радиовещании нет эквивалента этому киноэффекту, поэтому шаги всегда должны иметь смысл, чтобы не увести внимание слушателя в неправильном направлении.



Запись звука шагов.

Звук шагов может быть создан непосредственно в студии или воспроизведен с записи. Первое предпочтительнее для звуковых эффектов, которые точно связаны с настроением момента. Звуковой эффект, созданный в студии, легко вписывается в заданный темп, а естественная остановка помогает точному совпадению с репликами действия.

Звук шагов естествен, когда человек, производящий их, идет совершенно свободно, а не топчется на нескольких квадратных дециметрах пола независимо от того, в студии это происходит или нет. Но тут мы сталкиваемся с главным недостатком студийного звукового эффекта: в студии обычно трудно найти достаточную площадь для такой ходьбы, а если и можно, то после полудюжины шагов трудно воспринимать звук от них с помощью неподвижно установленного микрофона, если только человек не ходит по кругу.

Хорошо оборудованная драматическая студия обычно содержит набор поверхностей, пригодных для получения звука шагов. Наиболее важными из них являются деревянные, каменные и посыпанные гравием поверхности. Доски и каменные плиты, лежащие на ковре, должны быть тяжелыми для обеспечения хороших резонансных свойств, а ковер нужен для поглощения излишней зву-

ности. Гравийный эффект обеспечивается насыпанием песка и гравия на каменные плиты.

Длинную последовательность шагов на таких поверхностях получить трудно. Поэтому приходится использовать либо ходьбу на месте, либо предварительную запись. При ходьбе на месте, как уже отмечалось, только специалист может произвести звук, похожий на реальные шаги. Для этого вырабатывается специальная техника ходьбы с каблука на подошву: довольно жесткий звук от каблука, сопровождаемый мягким звуком от подошвы. Правильно сделать это совсем не легко. Кроме того, надо учитывать, что при движении вперед шаги всегда отличаются друг от друга из-за изменения поверхности, а при ходьбе на месте все шаги остаются монотонно одинаковыми.

Ходьбу или бег вверх и вниз по ступенькам лестницы лучше имитировать с помощью реальных ступенек, при этом каждый шаг по звучанию будет несколько отличаться от другого. При движении вверх нужно опускать всю ступню, а при движении вниз — сначала носок, затем пятку. Но результат не получится естественным, если это делать на одном месте.

Обратите некоторое внимание и на обувь. Для мужских ботинок лучше всего кожаные каблук и подошвы. Любые женские туфли на высоких каблуках производят достаточно шума, так что не надо заботиться о выборе какой-то специальной модели. Если эффект шагов создает только один человек, то помните, что женщине легче имитировать мужские шаги, чем мужчине — женские. Нелегко получить правильную тяжесть шага, если ботинки держать в руках. Для получения шагов двух человек нужны два человека — один человек не может это сделать должным образом, особенно если эти шаги не в ногу. Но две группы шагов могут сойти и за три, а три — за небольшую толпу.

Телефоны, звонки, зуммеры. Электрические звонки и зуммеры удобно создавать в небольшом, работающем от батарей ящичке, производящем набор звуков или в нескольких ящичках, каждый — для одного звука. Такие ящички легко перемещать на любое расстояние, в любые подходящие акустические условия или подставлять к любой поверхности, которая будет действовать как резонатор.



Устройство для получения всякого рода звонков.

Для телефона в радиопрограмме можно приспособить стандартный аппарат, у которого звонок звенит при нажатии кнопки. Чтобы показать, что звонок прекращается при снятии трубки, его обрывают на половине звонка. Так как этот последний звук тише, чем звон, то чтобы сделать его яснее, подчеркивая стук от снятия трубки, а телефон поднимают ближе к микрофону. При этом первый звонок звучит несколько отдаленно, например с боковой стороны лентоного микрофона. Это особенно удобно, так как он мог бы заглушить речь, поэтому лучше, чтобы эффект звонка не был на переднем плане. Второй звонок звучит ближе, как будто камера подвигается к телефону, и сопровождающие слова должны также звучать ближе.

В конце разговора, когда кладут трубку на место, следует увеличить расстояние до микрофона, так как при этом, естественно, звук получается более громким, чем при снятии трубки, кроме того, это — ожидаемый звук, следующий за некоторой паузой после конца разговора.

Номер набирают значительно дольше, чем продолжается звонок вызова телефона, просто потому, что многие наборные номера очень длинные. Например, семь знаков, используемых в Лондоне, требуют относительно большого интервала времени. Поэтому, если есть возможность сократить задержку такого рода, это следует сделать, если только какой-то диалог не продолжается в течение времени набора номера.

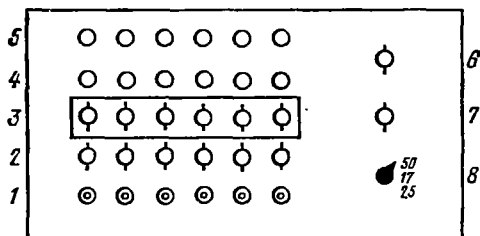
Длительность набора не следует укорачивать за счет уменьшения числа набираемых знаков: «ошибка» быстро распознается и нарушает иллюзию р

альности. Лучше набирать цифры, которые расположены близко к началу. Это также относится к набору меньших номеров. Например, номер английской аварийной службы 999 можно уменьшить, набирая для скорости 444.

На телевидении, где телефоны используют очень часто, имеет смысл сделать специальный портативный комплект из настоящих телефонных аппаратов, полностью пригодных к практическому применению. Это необходимо потому, что при хорошей звуковой избирательности микрофонов принимать разговор двух беседующих так, чтобы они слышали друг друга без телефона, очень трудно. А если один из разговаривающих не находится в поле зрения камеры, ему лучше всего расположиться в акустически изолированном помещении.

Если оба разговаривающих оказываются в поле зрения камеры в различные моменты времени, а их голоса поступают на нормальные студийные микрофоны, то голос того, кто в данный конкретный момент времени находится вне поля зрения, должен иметь «телефонное» звучание. Для этого можно сделать ручное переключение цепи микрофонов, но такой способ рискован, так как малейшая ошибка будет очевидной. Поэтому лучше сделать специальное устройство, чтобы цепь искажения автоматически переключалась вместе с камерой. Однако когда камер больше двух, необходимо, чтобы любая из них, которая, возможно, будет использована, была связана с переключающей системой.

В комплекте, используемом на Би-Би-Си, применяют до шести телефонов, соединенных через телефонный коммутатор в виде небольшого ящика, который может при ручном или автоматическом включении создавать звонки в 17, 25 или 50 Гц в зависимости от потребности. Сигнальные лампочки над каждым ключом показывают, в каком состоянии находится линия, т. е. она «вызываемая» или «вызывающая».



Телефонный пульт управления для включения и соединения телефонов, используемых в телестановках:

1 — входные гнезда для подключения к шести линиям; 2 — переключатели для выбора вида работы (ручной или автоматический) для каждой линии; 3 — переключатели линий: вниз — выбор, вверх — отмена выбора; 4 — индикаторные лампочки «Линия вызвана»; 5 — индикаторные лампочки «Линия вызывает»; 6 — переключатель звонка для использования оператором; вверх — автоматический звонок, вниз — ручной; 7 — переключатель «Автоматический набор номера». В положении «Включено» увеличивается легкость набора номера, что дает возможность звонить друг другу автоматически; кроме того, обычный набор номера слышен, когда трубка поднята. При всех других видах работы переключатель ставят в положение «Выключено»; 8 — выбор частоты звонка. Этот аппарат аналогичен некоторым используемым на телестудиях Би-Би-Си, но для большинства целей подойдет и более простое устройство.

Когда кнопка автоматического включения нажата, выбранный телефон звонит тотчас же и продолжает звонить (на соответствующем тоне) до тех пор, пока палец оператора или телефонная трубка не будут подняты, тогда звон прекращается самым естественным образом. Использование такого автоматического телефона также гарантирует, что сам звонок слышен в таких же акустических условиях и на том же расстоянии, как и актер.

Многие звуковые эффекты на дальнем конце телефона — набор номера, звонки или сигнал «занято» — обеспечиваются зуммером, специальным фильтром или предварительной записью. Для более сложных эпизодов, которые встречаются не часто, например разговор из телефонной будки, предварительная запись необходима.

Шумы, сопровождающие действие актера. Эти шумы включают звуки, которые настолько индивидуальны, что было бы нелепо пытаться использовать предварительную запись. Сюда относятся звуки при складывании газеты, распечатывании письма, открывании посылки или звуковые эффекты, производимые при еде и питье.

Газета производит характерный шум, но для создания большего эффекта нужно обращаться с ней довольно своеобразно, например слегка встряхнуть, свернуть или разгладить страницу. Распечатывание письма должно быть также подчеркнуто, скажем, двумя или тремя быстрыми движениями, причем последнее действие, разглаживание бумаги, перекрывается последующим диалогом: чтением или комментированием содержания. Все это надо проделывать вблизи микрофона. Бумага «письма» должна быть тонкой, но плотной. Только правильно выбранный сорт бумаги обеспечит необходимый эффект. То же самое относится и к распаковыванию посылки: разрез, а затем разворачивание бумаги и, наконец, шум от снимаемой бумаги, вклинивающийся в последующую речь.

Многие звуки, такие, как постукивание дирижерской палочкой, можно произвести естественным образом, используя музыкальный пиюитр. То же относится и к председательскому молотку, хотя в этом случае, чтобы избежать излишней резкости, можно несколько смягчить звук, обмотав молоток изоляционной лентой в один или два слоя. Очень важно качество поверхности, по которой ударяют; нельзя использовать кусок дерева, который держат на весу, — он должен лежать на чем-то твердом.

Если по ходу действия наливают напитки, создается звуковой эффект не очень определенных, так как он быстро прекращается. Здесь может помочь звук от прикосновения бутылки к стакану. Но даже и без этого звука важно использовать стаканы определенной толщины. Минеральная вода прекрасно подходит для шипучих напитков.

Звук пугача не является идеальной заменой звука пробки, вылетающей из бутылки с шампанским, но зато момент его возникновения хорошо контролируется во времени.

Если наливают чай или кофе, звуковой эффект можно подчеркнуть, положив ложку на блюдце; толщина посуды важна и в данном случае.

Если нужно имитировать сцену за обеденным столом, для создания соответствующих звуков используют комплект, состоящий из ножа, вилки, тарелки, чашки, блюдца и ложки. Время от времени целесообразно делать перерыв в этих шумах, при этом выбор правильных моментов зависит от настроения и темпа определенного сценарием. В тот момент, когда напряжение растет, следует прервать звуковой эффект; когда происходит спад напряжения, ножи и вилки снова вступают в работу. В таком эпизоде малыми средствами создается большой шум: чаепитие шестерых часто создает впечатление, что гремят посудой все двадцать.

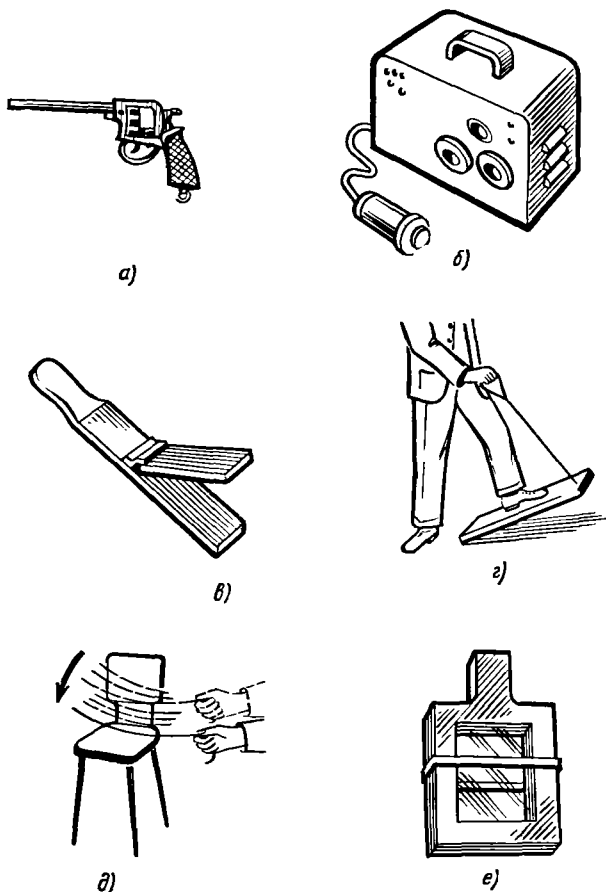
Выстрелы. Ружейный выстрел — один из наиболее простых звуков, с которыми приходится сталкиваться. По существу, это звуковая волна, подобная той, которая распространяется от сверхзвукового самолета: резкий подъем давления сопровождается относительно постепенным спадом до уровня, значительно ниже нормального. Длина этой волны, ее продолжительность во времени зависит от скорости объекта. Для сверхзвукового воздушного лайнера она коротка, но для пули она близка к нулю; при этом волна обладает очень большой амплитудой, и любой громкоговоритель будет работать с большой перегрузкой.

Преувеличенный размер первоначального импульса, в записи ли или в передаче, нежелателен, поэтому следует оттенить только то, что происходит после него. Один из способов достижения этого эффекта состоит в том, чтобы ставить или имитировать выстрел с обратной стороны микрофона. Другой — сделать его за дверью студии или в какой-нибудь комнатке вне студии, используя дверь как «поглотитель».

Очень часто, когда производится выстрел, по сценарию следуют громкие крики и шумные действия, поскольку легче иметь дело со звуками одинаковой громкости, чем резко изменять уровень сигнала, поступающего на микрофон после выстрела, например, для последующей очень тихой беседы. Впрочем, зв

ковой баланс меняется от случая к случаю, и почти всегда необходим эксперимент для его проверки. В каждом отдельном случае выстрел стремятся делать настолько громким, насколько позволяет диапазон регулировки громкости звука.

Эксперимент также необходим, чтобы судить о подходящей акустике для выстрела. Выстрелы, записанные из-за двери, имеют характер щелчка без замирания и звучат, как хлопушки. Поэтому всегда следует «подстроить» акустику, балансируя выстрел в студии. Следует только избегать окрашивания звука и «порхающего» эха, которые могут быть незаметны при обычном звуке.



Звук выстрела может быть получен с помощью револьвера (а), специального генератора (б), хлопушки (в), доски с веревкой (г), стула и гибкой трости (д), вставленного в раму куска пергамента и эластичной ленты (е).

Следует учитывать также звук рикошета, т. е. воющий звук, производимый уплощенным, крутящимся куском металла с зазубринами, когда он отлетает от какой-то твердой поверхности. Звук выстрела — это только шум в чистом виде, рикошет же — хорошо опознаваемое и чрезвычайно характерное звучание. В действительности рикошеты редки в противоположность их показу в вестернах, тем не менее их следует использовать во всех случаях, когда действие разворачивается на «открытом пространстве».

На Би-Би-Си полный комплект перечисленных ниже технических приспособлений используется во многих случаях, но первые два из них не всегда доступ-

ны, хотя их стоит рассмотреть тем, кому часто приходится иметь дело с пьесами, где много стрельбы.

1. Огнестрельное оружие. В качестве такового лучше использовать модифицированный револьвер, чем стартовый пистолет, который чаще создает звук, больше напоминающий хлопок пугача, чем настоящий выстрел.

Нелишне напомнить, что правила обращения с оружием должны тщательно соблюдаться. Даже холостой выстрел может вызвать ожог. На Би-Би-Си револьверы модернизированы таким образом, что газ выходит из основания ствола, а не из его конца. Для выстрела микрофон устанавливают так, чтобы получить максимальное отношение отраженного звука к прямому.

2. Электронный генератор выстрелов. Он содержит генератор белого шума, который может производить «звуки выстрелов», с регулируемыми характеристиками нарастания и спада сигнала. В устройстве, применяемом на Би-Би-Си, предусмотрено создание звуков рикошетов с помощью системы связанных контуров.

3. Хлопушка — плоский брусок с доской, прикрепленной к нему одним концом так, что она может поворачиваться относительно бруска и хлопать по нему. В зависимости от установки микрофона и акустических условий этот звук может быть похож на звук выстрела, щелканье хлыста или звук от удара друг о друга двух плоских деревянных предметов. Узкие полосы толстой фанеры вполне подойдут для такого устройства.

4. Длинная, довольно узкая деревянная доска с веревкой, закрепленной на одном конце. Положите доску на пол и станьте на свободный (без веревки) конец ее одной ногой, приподнимите другой конец доски за веревку и опустите ее. Тембр звука больше зависит от поверхности пола, чем от вида дерева. Лучше всего твердый пол — каменный или бетонный.

5. Палка и сиденье стула. Тембр звука и в этом случае зависит от поверхности, по которой ударяют. Сиденье, обитое кожей, дает хороший, четкий звук.

6. Кусок пергамента, укрепленный на раме, с эластичной лентой, которой можно щелкать по резонирующей поверхности. Этот метод включен как пример изобретательности людей, создающих звуковые эффекты.

7. Записи реальных выстрелов или любого из звуковых эффектов, рассмотренных выше. Необходимый характер выстрела можно обеспечить замедлением воспроизведения записи. Резкий хлопок может стать большим, грохочущим взрывом, если скорость снизить в восемь или шестнадцать раз.

Если револьвер используется в радиопередаче, то изолировать его от действия нетрудно. Но для телевидения это может оказаться невозможным, особенно, если нужно стрелять в поле зрения, возможно несколько раз, с частыми вспышками и дымом и с диалогом до выстрелов, во время них и после. В таком случае используют два микрофона. Ближний (для диалога) микрофон оснащают ограничителем на 2 дБ ниже уровня, соответствующего 100 %-но модуляции, второй, дальний, сбалансирован для получения реверберационно-сигнала, а возможно, и эха.

Для телевизионных выстрелов вне поля зрения или в радиопередаче Би-Би-Си используют генератор собственной разработки, который прямо связан со студийным громкоговорителем, который, в свою очередь, акустически сбалансирован.

Основной звук производит генератор белого шума. Этот звук проходит через пороговое устройство (управляемое пусковым устройством нажатием кнопки) и фильтр нижних частот. Белый шум, проходя через пороговое устройство, резко возрастает от нуля до заданного уровня, затем экспоненциально спадает до выключения. Установка частоты среза фильтра, равной 5 кГц, дает возможность моделировать звук, по тембру звучания близкий к револьверным или пистолетным выстрелам: подавление всех частот, кроме низких, обеспечивая впечатление отдаленного тяжелого орудийного огня.

Эффект стрельбы из пулемета достигается использованием реле, которое включает пороговое устройство с регулярными интервалами до тех пор, пока нажата кнопка. Для этого случая обеспечивается быстрый экспоненциальный спад, чтобы получить отдельные выстрелы.

Звуки рикошетов создаются с помощью импульсного генератора, сигнал которого содержит большое количество гармоник. Генератор работает от того же самого пускового устройства, но с некоторой задержкой.

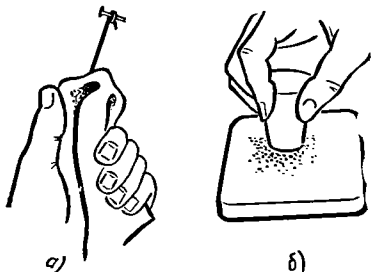
Подобные устройства могут имитировать скрипы дверей, звонки, звуки струн, шумы лодочных и мотоциклетных моторов и многие другие звуки.

Скрипы, пiski, свисты, трески и всплески. Скрипы и пiski имеют богатые возможности для импровизации. Предприимчивый специалист по эффектам, обращая внимание на такие звуки и собирая предметы, которые их производят, может составить коллекцию пишущего и скрипящего хлама. Деревянные окантованные железом доски, старые ботинки, металлические компостеры, камышовые корзинки и многое другое попадают в такую коллекцию.

Но существуют два более профессиональных способа создания скрипов и пiskов.

Первый: струна, порошок канифоли и ткань. Канифоль заворачивают в ткань и проводят по струне, которая жестко закреплена. Если она прикреплена к резонирующей деревянной панели, то получается звук скрипящего стержня. При изменении силы давления на струну тембр звука изменяется.

Второй: пробка, порошок канифоли и твердая поверхность, например полированное дерево, плитка кафеля или блюде. Насыпьте немного канифоли на поверхность и медленно растирайте ее пробкой. Тембр писка будет меняться в зависимости от давления и скорости, а также от типа поверхности или резонатора.



Всевозможные скрипы и пiski можно произвести с помощью веревки и натертой канифолью материи (а) и пробки, канифоли и твердой поверхности (б).

Свист копья или стрелы можно имитировать, размахивая легкой тростью перед микрофоном. В реальных битвах стрелы отскакивают от каменных стен и парапетов, производя совсем заунывный не драматический звук. Стрела, втыкаясь в дерево, издает более интересный звук, поэтому принято считать, что стрелы, не попавшие в цель, воззаются в деревянные предметы. Для этого бросьте стрелу в кусок дерева рядом с микрофоном. Близкое расположение к микрофону усиливает звук, поэтому для имитации лука вполне подходит натянутая эластичная лента.

Разнообразные предметы от пустых жестяных банок до вещей, производящих шум, когда их роняют, применяются и для имитации звуков удара при падении, столкновении. Получение звуков бьющегося стекла требует некоторой затраты времени и сноровки. Для этого на тяжелом основании поставьте плотную картонную коробку. Насыпьте немного битого стекла на ее дно и положите лист стекла на открытый верх коробки. Слегка стукните по этому листу молотком таким образом, чтобы все осколки упали внутрь коробки. Держите несколько кусков стекла в свободной руке наготове, чтобы бросить их сразу же после удара. Это нетрудно сделать, но все же лучше записать, чтобы не ходить по разбросанному в студии битому стеклу. И еще одна причина целесообразности предварительной записи состоит в том, что тембр и громкость шума, получаемого описанным способом, непредсказуемы.

К принадлежностям хорошо оборудованной студии относится также бак с водой. Для того чтобы получить убедительные эффекты, связанные с водой, нужно бак наполнить доверху во избежание даже самого малого резонанса в верхней части бака. Во всех случаях получения звуковых эффектов, связанных с водой, следует защитить микрофон от брызг с помощью марли.

Цокот лошадиных копыт. Этот эффект является иллюстрацией высоко специализированного приема, который возник давно, но используется до сих пор. Стук половинок кокосовой скорлупы действительно так же хорош, как и цокот настоящих копыт, причем он гораздо лучше согласуется с диалогом.

Секрет хорошего звука состоит не столько в скорлупе (орех разрезают почти пополам), сколько в поверхности, которую подготавливают следующим образом. Берут короб шириной около 1 м и около 1 дм глубиной. Наполняют



Получение звука топота копыт.

дно камнями, а сверху гравием в смеси с песком. Для смягчения поверхности кладут кусок ткани или фетра на верх одного конца короба и несколько половинок кирпичей в другом конце для имитации булыжной мостовой. Такой короб обладает всеми свойствами поверхностей, необходимых для стука лошадиных копыт. Для

создания звука лошадиных копыт или человеческих шагов можно также использовать короб, засыпанный солью. Обычно приходится имитировать ходьбу, легкий галоп, галоп, причем каждое из них со своим ритмом. Взяв в обе руки по половинке скорлупы, переставляют их попеременно вперед, вдавливая переднюю часть скорлупы, или назад, вдавливая заднюю часть. Последовательность движений состоит из: левой вперед, правой назад, пауза, левой назад, правой вперед, пауза... Таким образом достигается ритм движения четырех копыт. Для легкого галопа используют те же самые движения вперед и назад, но ритм становится другим, без пауз. При галопе ритм заменяется быстрым и не остается времени на движение вперед и назад.

Для позвякивания сбруи можно использовать связку ключей и кусок эластичной ленты: ключи подвешивают между мизинцем и твердой опорой на боку короба и позвякивают ими в ритме движения лошади.

Для этого звукового эффекта нужен специальный микрофон. Его не следует устанавливать слишком близко, и, конечно, нужно проследить за тем, чтобы акустика соответствовала диалогу.

Устаревшие эффекты, связанные с погодой и огнем. Одно время шум дождя имитировали, равномерно перекачивая свинцовую дробь или высушенный горох по кругу в большом барабане. Шум морского прибоя имитировали аналогично, но в другом ритме, соответствующем ритму волны, а для изображения бурунов подбрасывали дробь в воздух и ловили барабаном в момент соответствующий наибольшему всплеску. В наше время более охотно используют записи реальных событий, но описанный метод может пригодиться, когда нет хорошей записи. В самом деле, басовый барабан — полезный элемент в хранилище звуковых эффектов. Шум, производимый чем-то, помещенным в его верхнюю часть, сопровождается резонансом, который может быть особенно необходимым при сильном подчеркивании характера звука для создания комического эффекта. Например, шаги бронтозавра можно имитировать скрежетом оков скорлупы, вдавливаемой в куски соли на большом барабане.

Яркий, с треском огонь можно очень успешно имитировать мягко перекачиваемым в руках шаром смятого целлофана, а если это пожар, можно дробить звуки падающего здания раздавливанием деревянной спичечной коробки около микрофона.

«Ветровая машина» состоит из тяжелого куска плотной парусины, повешенного над вращающимся барабаном и хлопающего об него. Впрочем, здесь легче использовать запись ветра, кроме тех случаев, когда шум нужен для оркестрового произведения, такого, как «Дафнис и Хлоя» Равеля, где необходимо управлять силой звука. Но ветер ветру рознь, и его тон должен подходить к драматическому контексту. В хорошей фонотеке звуковых эффектов есть легкие бризы, воющий ветер, ветер большой силы, ветер с дождем, ветер среди деревьев, ветер, свистящий в трещинах скал, и метель на вершине Эвереста или в Антарктике.

Звуковая картина

Существуют два типа звуковых записей действительности: записи, которые представляют законченную звуковую картину, и записи, которые содержат только определенные звуковые элементы

тщательно выбранные из всех других. Эти два типа фонограмм не только различаются по содержанию, но и основаны на абсолютно разном подходе к вещательной программной работе. Звуковая картина — это уже законченная часть программы, составленная из всех элементов, присущих ей. Правильно записанный звуковой эффект, как и эффект, полученный в студии, является несколько преувеличенной имитацией реальности. Но это как бы «очищенное», существенное качество места или действия, условный звук, важнейший элемент полной картины.

Звуковая картина тихой сельской местности летом может состоять из многих элементов: пения птиц, мычания коров, шума поезда вдалеке и т. п. Сцена на морском берегу может содержать голоса (крики и смех), пронзительные крики чаек, отдаленный шум прибоя и, кроме того, отрывистый звук выхлопа моторной лодки.

И в том, и в другом случаях довольно легко представить диалог, соответствующий данной сцене, но важно заметить, что именно речь нужно подгонять к звуковому эффекту, а не наоборот: в сельской местности мычание коровы нарушило бы идиллию любовной сцены, а отдаленный свисток паровоза добавил бы определенно фальшивую ноту к скачкам на лошади.

Таким образом в законченной звуковой картине мы жестко ограничены. Мы имеем только то, что видел художник, когда он писал свою картину, нельзя забегать вперед и исследовать какой-то объект более детально, если оператор записи не сделал это для нас.

Иное дело отдельные звуковые элементы. Нам как бы самим дали краски и полотно вместо законченной картины, мы можем перекомпоновать сцену сотней способов. Правильный звуковой эффект — это мазок, а не целиком картина.

В радиопьесе или любой другой программе, где записанные звуковые эффекты комбинируются с речью, окончательная композиция во многом отличается от первоначальной звуковой картины.

Например, сцена на морском берегу: первым звуком может быть шум волны прибоя на гальке и, когда он затихает, хриплый крик чайки. Затем, более отдаленно, крик и смех в ответ ему. Вторая волна не кажется уже такой близкой, и за ней неожиданно возникает на несколько мгновений отдаленный шум моторной лодки. Затем первые слова диалога на самом низком уровне накладываются на эту картину, постепенно усиливаясь до полной громкости. После этого композиция эффектов снова меняется. Отрывистые звуковые эффекты, такие, как крики чаек и людей, должны быть, вообще говоря, отдаленными и синхронными с речью. Их, однако, максимально усиливают, когда в диалоге наступает уменьшение напряжения, действующие лица уходят от микрофона или когда наступает пауза в диалоге (отличная от драматической паузы). Звук моторной лодки также может пропадать совсем или отсутствовать в течение длинных промежутков времени, появляясь только как намек. Различные отдельные звуковые элементы могут быть запи-

саны с низким уровнем, но шум волн не может резко изменяться без достаточно веской причины.

Используя звуковые эффекты, избегайте стереотипов. Из-за широко распространенной пластинки «Пустынный остров», которая начинается криками чаек с шумом прибоя, теперь стало практически невозможно использовать крики чаек в английских радиопередачах. Другое предупреждение касается достоверности, например, есть ли птицы или железные дороги в данной местности. Знатоков так много, что нужно добиваться большого реального соответствия, а что касается птиц, то важно учитывать и время года.

Использование фонограмм с записью звуковых эффектов

Поскольку цели при записи звуковой картины или звуковых эффектов различны, методы записи также должны различаться. Для звуковых эффектов фон не должен быть навязчивым, а акустика не должна сильно их подчеркивать, особенно те, которые не прерывны по своей природе. Громкость и тембр звуковых эффектов не должны резко изменяться.

Микрофон, используемый для записи, часто не может передать самые очевидные звуки. Например, микрофон, помещенный внутри современного закрытого автомобиля, не улавливает ясно узнаваемые автомобильные звуки. Поэтому для записи автомобиля микрофон намеренно нужно установить так, чтобы подчеркнуть непрерывный шум двигателя. Механические шумы, связанные с переключением передач, наоборот, не следует подчеркивать (кроме трогания с места и остановки), так как отрывистые звуки мешают действию.

Последовательность звуковых эффектов, как и сложную картину, лучше всего создать из отдельных элементов. Например, вот последовательность элементов с диалогом, в которой автомобиль останавливается, чтобы посадить пассажира: 1) движущийся автомобиль; 2) автомобиль, замедляющий ход для остановки; 3) работа на холостом ходу; 4) дверь открывается и закрывается; 5) автомобиль отъезжает.

Конечно, можно найти запись, в которой есть все эти элементы необходимой продолжительности и очередности. Но это не всегда удобно.

1. Предположим, что перед замедлением следует довольно длинный диалог. Тогда переход от одной сцены к другой следует выбрать в момент диалога, который происходит раньше или позже действительной остановки на несколько десятков секунд или отмечен изменением шума двигателя. И так как звука, производимого автомобилем при остановке недостаточно для опознавания этого действия, легкий скрип тормоза или хруст гравия под шинами помогут яснее представить образ. Таким образом, общий уровень сопровождающих звуков может быть немного поднят, когда автомобиль подходит к остановке.

2. Работа двигателя на холостом ходу могла бы быть частью той же записи, что и остановка. Но установка микрофона для записи четкой работы двигателя на холостом ходу настолько отлична, что запись лучше сделать отдельно.

3. Открывание и захлопывание дверей, очевидно, должно быть синхронизировано с диалогом. Поскольку закрытие двери реального автомобиля — очень громкий звук по сравнению с открыванием двери и работой на холостом ходу, то его следует записывать отдельно.

4. Отъезд. Хотя он может быть записан вместе с работой на холостом ходу, синхронность действий более точно можно обеспечить при отдельной записи. Например, момент отъезда можно выбирать очень точно.

5. Посторонние шумы, такие, как перемещения на сиденьях, шаги и т. д., можно опустить.

6. Дополнительные звуки, например другой двери, гудка или характерный звук счетчика лондонского такси, можно использовать по желанию.

Этот пример является одним из множества таких последовательностей звуковых элементов, и каждая из них должна быть продумана так же тщательно, как эта, чтобы запись создавала звуковой «ландшафт».

Лучший способ составления таких последовательностей, очевидно, зависит от имеющихся возможностей. На Би-Би-Си испытанным и проверенным в течение многих лет способом было использование записей звуковых эффектов на пластинках. В настоящее время также используются кассеты с лентами.

Другой метод, в котором используются два магнитофона, состоит в предварительной записи коротких, правильно подобранных последовательностей звуковых элементов на двух лентах. Затем воспроизводимые сигналы смешивают, регулируя точки синхронизации или уровни отдельных составляющих. Если есть только один магнитофон, то вся подгонка может быть сделана на одной ленте с помощью монтажа. Куски ленты следует вырезать между точками, где уровень и тембр одинаковы, так, чтобы было соответствие с диалогом. Однако лучше всего записать последовательность эффектов специально для той программы, в которой она должна быть использована.

Изменение скорости воспроизведения записанного эффекта

Диапазон звуковых эффектов из данного набора записей можно увеличить, если воспроизводящее устройство имеет не одну скорость. Так, современный высококачественный проигрыватель для звуковых эффектов, записанных на пластинках, обладает достаточным набором стандартных скоростей. К тому же на заре возникновения грамзаписи скорости не были стандартизованы, и для

их регулирования применяли ручной регулятор. Это старомодное устройство также все еще используют для звуковых эффектов.

Современный проигрыватель обычно имеет определенные частоты вращения с устройством точной подстройки. С музыкальной точки зрения измерение высоты тона при переключении с $33\frac{1}{3}$ и 45 и на 78 об/мин может показаться нерациональным, однако для изменения тембра звуковых эффектов это дает большие возможности. Эти изменения смещают высоту звука на целую октаву. Таким образом можно создавать эффекты, которых невозможно добиться другими способами.

Воспроизводящее устройство, сконструированное для работы с фиксированными скоростями, можно модифицировать так, чтобы обеспечить непрерывное изменение скорости, скажем, от половины до удвоенной номинальной скорости. Обычно это достигается питанием ведущего двигателя током переменной частоты.

Снижение тона звукового эффекта часто ассоциируется с изменением размера объекта. Так, снижение тона звука двухтактного двигателя газонокосилки приведет к тому, что он будет восприниматься как звук лениво пыхтящей моторной лодки. Подобным же образом увеличиваются в масштабе при замедлении воспроизведения записи размеры маленькой лодки, превращающейся в большую баржу. Укажем попутно, что иногда уменьшение скорости вызывает нежелательное громохание и резонанс в области низких частот.

Ускорение воспроизведения звукового эффекта производит обратное изменение тембра. Все это следует иметь в виду не только для того, чтобы увеличить диапазон используемого материала, а также и при планировании новых записей. Такие методы намно экономят затраты труда.

Изменение скорости приводит также к изменению кажущегося размера пространства, в котором записан эффект: акустика приобретает характерную окраску вместе с повышением или понижением высоты тона. Это означает, что при необходимости было удобно менять скорости записей, выполненных вне студии, чем и менять внутреннюю акустику студий. Хорошим примером разительной трансформации является ветер. Запишите хороший ветер глубокого тона и удвойте скорость — вы получите высокий, штормовой ветер, удвойте скорость еще раз, и результат можно использовать для резкой, визжащей антарктической метели.

Бывают случаи, когда мысль изменить скорости воспроизведения эффекта при проигрывании кажется весьма удачной, но звучан получается нереальным. Следует учитывать, что почти каждый звук тембрально окрашен и часто вполне определенной частотой поэтому с ним нельзя обращаться произвольно. Если можно, например, показать, что кто-то останавливается, то нельзя замедлять запись последней пары шагов, так как при этом будет казаться, что размер ступни увеличился, а высота тембра звука поверхности снизилась. Эффекты скоростных превращений будут рассмотрены подробнее в гл. 12.

Фонотека звуковых эффектов

Содержание фонотеки можно подразделить на ряд категорий. Наиболее важной из них являются так называемые звуковые эффекты толпы. Под толпой в данном случае подразумевается скопление людей, превышающее шесть человек. Может показаться странным, что среди записанных звуковых эффектов часто требуются многочисленные человеческие голоса, но тем не менее иллюзия большого числа голосов необходима, когда действие переносится в атмосферу реального события.

Звуковые эффекты толпы весьма разнообразны: непринужденные разговоры на английском и других языках внутри и вне помещения; шум толпы с оттенками проявления страха, понимания, возбуждения, удивления или ужаса; крики людей, шепот, шум бунта, смех, свист, аплодисменты или просто звуки молчащей толпы, которые состоят из отдельных шорохов, шарканья или приглушенного кашля; иногда шумы футбольных болельщиков. К эффектам толпы относятся и шаги, причем это могут быть шаги двух и более людей.

Вторую группу составляют транспортные звуковые эффекты: звуки автомобилей, поездов, самолетов, пароходов и других видов транспорта (в том числе и лошадей). Звуки, связанные с троганием с места, движением и остановкой, записанные как со стационарным микрофоном, так и с движущимся вместе с транспортным средством (внешняя и внутренняя запись).

Еще одной важной группой звуковых эффектов, связанных с обеими рассмотренными выше, являются записи «атмосферы местонахождения». Улицы и движение транспорта, со звуковыми сигналами и без них; железнодорожная станция, аэропорт или порты различного типа; специфические, легко узнаваемые шумы крупных городов, таких, как Лондон, Париж, Нью-Йорк, а также атмосфера школьного класса, зала суда, музея, магазина или концертного зала и индивидуальные звуки многих других мест.

Важным является раздел фонотеки, состоящий из таких записей, как ветер, вода и огонь. Необходимы также звуки, связанные с различными отраслями человеческой деятельности: промышленные звуки; спорт; домашние эффекты — от тиканья часов до умывания и мытья посуды; звуки войны. Наконец, нужны и записи звуков, присущих зверям, птицам, детям, атмосферным явлениям, электрическим разрядам, звуков звонков, сирен и т. д.

Фонотека эффектов: пластинка или магнитная лента

Фонотеку эффектов можно составить, используя грампластинки или магнитные ленты или и то, и другое.

Фонотека эффектов на пластинках. В ней обычно хранятся по одной или более копий большого разнообразия запи-

сей, которые могут быть куплены в различных торговых организациях или, как на Би-Би-Си, изготовлены специально. Записи из такой фонотеки очень полезны при выборе передач и на репетициях. Несмотря на то что пластинки изнашиваются, легче примириться с этим и заменять их новыми, чем перезаписывать эффекты на магнитную ленту. Огромное преимущество пластинок состоит в том, что они дают возможность легко просмотреть дюжину и больше различных записей и относительно быстро выбрать подходящую. Есть также возможность прийти в студию с двумя или тремя дисками; один из них, вероятно, является наилучшим, а два других, несколько различные по характеру, необходимы для того, чтобы обеспечить выбор, если первый окажется неподходящим по настроению, уровню или синхронности. Пластинка может быть легко заменена другой в любом месте постановки без дублирования и монтажа, как при работе с лентой. В программах со сложными эффектами нужен, конечно, опытный звукооператор по эффектам.

Фонотека эффектов на магнитных лентах. Хранение записей звуковых эффектов на магнитной ленте сопряжено с двумя противоречивыми условиями. Одно из них состоит в возможности иметь широкий набор записей эффектов; другое — в трудности немедленного к ним доступа. Для хранения большого количества эффектов можно использовать обычные катушки малого диаметра, снабженные этикеткой и другой маркировкой на ленте для их распознавания. Такое хранение неудобно для оперативного использования и для точного поиска необходимого эффекта. Однако при перезаписи звуков, которые должны следовать один за другим на программной ленте такой способ содержания эффектов приемлем. Результат, правда, не всегда получается оптимальным: если хотя бы один эффект оказывается неудовлетворительным или ослабленным, вся программа нарушается гораздо в большей степени чем в том случае, если иметь дело с каждым эффектом отдельно.

Маленькие кассеты с лентами более удобны, чем катушки обычного диаметра: мало затрачивается времени на перемотку ленты и записи могут быть автоматически возвращены в исходное положение. Для фонотеки со значительным запасом требуется большое число кассет. Рациональное решение заключается в том, чтобы постоянно держать на кассетах только те эффекты, которые часто используются, дополняя их эффектами, перенесенными в кассету и большей фонотеки (магнитных лент или грампластинок) или специально записанными в студии на местах.

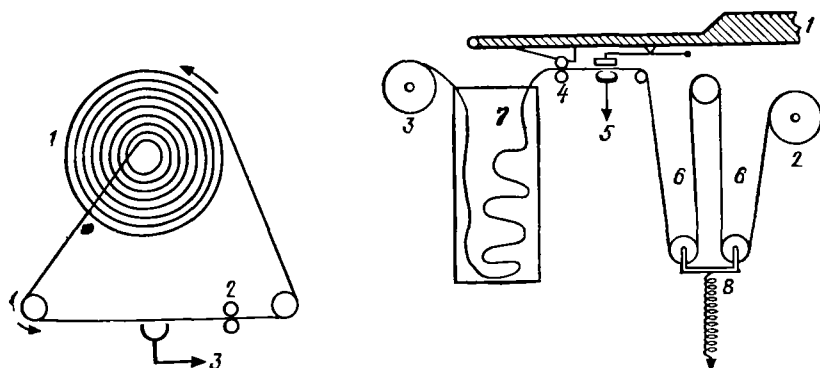
Следует заметить, что кассеты особенно удобны для коротких звуковых эффектов, которые начинаются, например, внезапно и репликах. Иными словами, они эквивалентны тому, что было описано как непосредственные эффекты студии. В результате разработки различных типов автоматических устройств, воспроизводящих такие эффекты, их становится легко получать в условиях студии, что более важно, чем даже возможность продолжительной работы на таких устройствах.

Автоматические устройства воспроизведения звуковых эффектов

Среди громадного числа устройств, использующих магнитную ленту и элементы автоматики, рассмотрим три различных способа их автоматизации. Ни одно из них не требует ручной заправки магнитной ленты, и все они автоматически устанавливаются в начальное положение для последующего воспроизведения. Однако ни в одном из описываемых устройств невозможна автоматическая остановка ленты в любой, заданной по желанию, точке, хотя, как известно, в обычных, неавтоматизированных устройствах это легко осуществить ручным управлением. Для воспроизведения того или иного звукового эффекта он должен быть перезаписан на начало магнитной ленты (или определенных ее секций) в этом автоматизированном устройстве. Его пуск осуществляется простым нажатием кнопки или клавиши.

Все описываемые здесь устройства могут быть также использованы для стандартных сообщений, объявлений и реклам.

Кассеты с непрерывной петлей. В них используется магнитная лента разной длины, рассчитанной на десять, двадцать или тридцать секунд воспроизведения. Это дает возможность записывать и воспроизводить звуки различной продолжительности. При нажатии кнопки запись воспроизводится, достигая вновь своего первоначального положения, после чего лента автоматически останавливается для следующего воспроизведения.



«Бесконечная» лента смазана графитом для легкого проскальзывания в рулоне.
1, 2 — ведущий вал; 3 — выход с воспроизводящей головки.

Требуемый звуковой эффект выбирают заранее из имеющихся в запасе катушек 2 и 3. Принимающая катушка во время воспроизведения эффекта не вращается. Когда клавиша 1 нажата, прижимной ролик приводит ленту в контакт с ведущим валом 4, вследствие чего она протягивается над воспроизводящей головкой 5. Лента, образовав две глубокие петли 6, поступает в накопительный бункер 7. Когда прекращается нажатие на клавишу, лента быстро возвращается в исходное положение с помощью шкивов и пружины 8.

Время возврата в исходное положение зависит от длины ленты. По этой причине целесообразно располагать несколькими кассетами с различными длинами магнитной ленты.

Меллотрон — клавиатурная установка, весьма похожая на электроорган или фисгармонию, содержащая много магнитных лент, каждая из которых связана с отдельной клавишей. Запись ленты воспроизводится в течение времени нажатия клавиши, которая подводит с помощью прижимного ролика ленту к постоянно вращающемуся ведущему валу. Клавиша также механически управляет лентоприжимом, удерживающим ленту у воспроизводящей головки.

В меллотроне под каждой клавишей находится около двух метров ленты между двумя катушками, которые остаются неподвижными в течение воспроизведения звукового эффекта. Когда клавиша нажата, подпружиненная петля ленты протягивается над воспроизводящей головкой и опускается в специальную емкость с другой стороны. Когда нажатие на клавишу прекращается, лента быстро устанавливается в исходное положение с помощью возвратной пружины. Время возврата в исходное положение зависит от продолжительности воспроизведения звукового эффекта, т. е. от использованной длины фонограммы. Однако само время воспроизведения может быть различным. Это означает, что повторяемые отрывистые звуки, например удары молотка или последовательность шагов левой и правой ноги, можно воспроизводить в любом ритме и, если необходимо, синхронизировать с изображением.

Два метра ленты, предусмотренные для каждого звукового эффекта, воспроизводятся со скоростью 20 см/с, с плавным изменением от 15 до 25 см/с, обеспечивая продолжительность не больше 8 с. Более продолжительное воспроизведение можно получить соединением лент нескольких клавиш, но получается это не всегда успешно: звук становится неплавным и прерывистым. В этом и состоит недостаток данной конструкции.

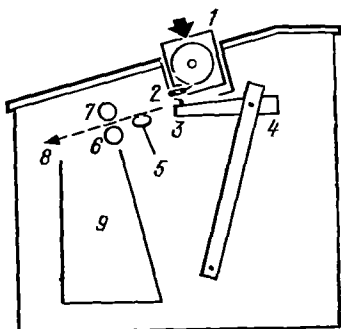
В меллотроне используется нестандартная лента шириной 0,95 см. Это позволяет расположить рядом три дорожки записи, каждая из которых может быть выбрана смещением воспроизводящей головки. Кроме того, общей длины ленты под каждой клавишей и на катушках достаточно для записи шести эффектов. Поэтому каждой клавишей можно включить до 18 эффектов. При 70 клавишах устройство содержит 1260 эффектов, однако при практическом использовании даже эти возможности могут оказаться ограниченными.

Генератор программных эффектов. Такое название было принято конструкторами Би-Би-Си для другого типа воспроизводящего устройства, в котором используются кассеты с одной катушкой. Основное достоинство этого устройства — легкий доступ к нужным звуковым эффектам, записанным на отдельные кассеты. Используется большое количество кассет, имеющих малые размеры и небольшую стоимость. Конструкция позволяет их быструю пере

становку и воспроизведение на разных скоростях от половины до удвоенной номинальной скорости. Устройство дает возможность производить запись на кассеты, но кассеты с записанными эффектами имеют простой предохранитель для предотвращения случайного стирания.

В устройстве используются стандартная четвертьдюймовая лента и обычная воспроизводящая головка, рассчитанная на скорость 19 см/с; к концу ленты прикреплена металлическая петля.

Генератор программных эффектов (Би-Би-Си). Специальная кассета 1 вдавливается вниз. Металлическая петля 2 на конце ленты захватывается крючком 3 на головке рычага 4 и протягивается над воспроизводящей головкой 5 между ведущим валом 6 и прижимным роликком 7 к точке 8 за ними. Прижимной ролик соприкасается с лентой, готовой к воспроизведению. При нажатии кнопки «Включено» фонограмма воспроизводится, а свободный конец ленты с петлей падает в накопительный бункер 9. Он вмещает около 6 м ленты. Время воспроизведения с кассеты составляет 30 с. При нажатии кнопки «Выключено» лента быстро перематывается обратно в кассету, рычаг 4 возвращается в первоначальное положение и кассета выталкивается из паза.



Когда кассета устанавливается в паз, эта петля автоматически вводит ленту в лентопротяжный тракт, так что лента сразу готова к воспроизведению.

Для оборудования этого типа характерно, что начало воспроизведения следует почти мгновенно за нажатием клавиши — главное преимущество по сравнению с воспроизведением с пластинки. Возвращение к исходному положению может быть произведено автоматически при выключении клавиши или по окончании воспроизведения. Перемотка занимает десятую часть времени воспроизведения: после 5-секундного воспроизведения — полсекунды, после 30-секундного — 3 секунды.

Размером кассеты определяется время ее работы, однако использование двойной или долгоиграющей ленты может увеличить продолжительность записи непрерывно протекающих эффектов. Здесь уместно заметить, что записи такого рода эффектов в общем случае менее подвержены копир-эффекту, чем записи отрывистых и кратковременных эффектов. Очень длинные непрерывные последовательности звуковых эффектов можно составить из записей стандартных эффектов.

Кроме автоматической регулировки скорости ленты каждый канал устройства снабжен регулятором уровня и регуляторами тембра низких и высоких частот, а также устройством предварительного прослушивания. Каждая лента может быть воспроизве-

дена только с начала, но это можно изменить перезаписью на вторую кассету. Перезапись также используется для быстрого создания специально подобранной последовательностей звуковых эффектов.

Звуковые эффекты в телевидении

Все описанные здесь устройства вполне могут использоваться и для телевидения. Записанные звуковые эффекты более предпочтительны, чем эффекты, создаваемые непосредственно в студии, которые к тому же часто также записываются заранее на обычном магнитофоне. Это способствует ограничению числа применяемых микрофонов и дает более предсказуемые результаты в ситуации, когда режиссер наблюдает за многими элементами действия и в то же самое время прослушивает отдельные эпизоды.

Звуковые эффекты, происходящие в поле зрения телекамеры, производят непосредственно с помощью реквизита. Они требуют такого же внимания при установке микрофонов, что и в радиостудии.

Записанные звуковые эффекты часто используют, чтобы создать атмосферу места действия. Несколько кадров, снятых камерой поверх голов сидящих в баре людей, может убедить зрителя, что он видел переполненный бар; или же в кинофильме может быть показана улица, а затем действие, включающее сцену на улице, но снимаемую в павильоне, причем вовремя «поданные» шумы помогают воссоздать реальную обстановку.

Телевидение обеспечивает дополнительные, невиданные на радио возможности для использования звуковых эффектов. Здесь легче осуществлять переход от одной ситуации к другой, например от эпизода внутри автомобиля или поезда к тому, что происходит снаружи. Для быстро меняющихся звуковых эффектов удобно использовать ленту со сдвоенными дорожками, на одной из которых записывают звуки «внутренних» эффектов, а на другой — «внешних». Оператор переключает воспроизведение записи с одной или другой дорожки при соответствующей смене кадра. Предварительная запись последовательностей звуковых эффектов на телевидении полезна для сложных сцен, если, конечно, есть время для репетиции в самой студии.

Шаги в кадре

В тех случаях, когда в студии должны быть слышны шаги, постановщик должен обеспечить подходящие поверхности для получения необходимого звука. Часто применяемые стеллажи вызывают особые проблемы. Большая их часть представляет собой складную раму размерами 1,8×1,2 м, на которой укрепляются деревянные панели толщиной 2,5 см. Шаги на такой поверхности создают характерный глухой «деревянный» звук, поэтому ее следует обработать таким образом, чтобы уменьшить этот эффект до

приемлемого. Обработка поверхности заключается в том, что на нее настилают слой войлока толщиной в 1 см и сверху кладут твердое покрытие. При этом шаги будут слышны, но звук гулкого топота будет отсутствовать. Если шаги слышны слабо или совсем не слышны, нужно постелить мягкий ковер.

На открытом пространстве достаточно большая поверхность, выложенная дёрном, не только заглушает звук шагов, но создает условия «мертвой» заглушенной акустики.

Материалы, которые повсеместно встречаются вне помещения, нельзя использовать в телевизионных студиях. Например, песок не может быть использован, так как он слишком легко переносится в разные места, попадает в техническое оборудование и, попадая под ноги, создает неприятный хруст. Подходящим заменителем песка являются опилки. По аналогичным причинам не могут быть использованы соль и некоторые типы искусственного снега. Но и их можно заменить.

Камни используются в студиях редко, так как они тяжелы и неудобны в обращении. Вместо них применяют деревянные каркасы, покрытые проволоочной сеткой и крашеным холстом, можно использовать и различные виды пластмасс. К сожалению, ни один из этих материалов не обладает удовлетворительными звуковыми качествами, поэтому актер, карабкающийся по такой искусственной «горе», должен очень осторожно наступать на специально обработанные дёрном или опилками места, чтобы не вызвать фальшивого звука материала «камня» и не испортить впечатление. Падение «камней» из пенополистирола следует точно синхронизировать с записанными звуковыми эффектами, что легче сделать, если действие показывают крупным планом, а «камни» падают в пределах кадра, а не во все стороны. Кинофильм обеспечивает большой эффект реальности, так как отдельные элементы звука могут быть записаны на звуковую дорожку киноленты.

Тротуарный булыжник часто имитируют с помощью стекловолокна — легкого и хорошо сохраняющегося материала. «Булыжники» из стекловолокна в студии следует укладывать на ткань или холст, чтобы ослабить любую вибрацию и резонанс. Если актер использует обувь на резиновой подошве, то шаги звучат вполне удовлетворительно. Однако для звуков маршировки стекловолокно звучит менее удовлетворительно, чем реальный булыжник.

В кадре — ветер, дождь и огонь

Звуковые эффекты, соответствующие ветру, дождю и огню, не создают, как и на радио, особых проблем: здесь используются записи. Трудности начинаются, когда звуковые эффекты должны сочетаться с визуальными. Обычно трудность состоит в том, что вещи, создающие правильное изображение, производят несоответствующий шум. Поэтому он должен быть подавлен насколько это возможно и заменен соответствующим записанным звуковым эффектом.

Звук ветра создают устройства, размеры которых могут сильно изменяться. Это могут быть большие лопасти типа пропеллера самолета около 2,5 м в диаметре или средние, диаметром около 1 м или, наконец, совсем небольшие устройства диаметром около 40 см, которые можно установить на небольшую подставку и использовать для локальных эффектов.

Устройства большого и среднего размеров очень шумны и перегоняют большой объем воздуха по пространству студии — в этом случае для любого микрофона необходима противовеетровая защита. Устройства особо большого размера можно использовать при натурных киносъемках, но они неудобны в телевизионной студии.

Для студии наиболее пригодны устройства небольших размеров, особенно при их работе на относительно низкой скорости, когда производимый шум действительно звучит, как ветер; при высоких скоростях слышно жужжание лопастей. Визуальный эффект локализуется и контролируется, поэтому микрофоны можно расположить так, чтобы поток воздуха на них не действовал.

Дождь, создаваемый в телевизионной студии, обычно слишком шумен. Поэтому следует поступать так, чтобы капли воды падали на мягкий материал и затем в желоб с хорошим стоком. Не забывайте, что если дождь показывают на переднем плане кадра, труба, из которой вытекает вода, может оказаться слишком близко к микрофону и это нарушит акустический баланс.

Другая проблема состоит в том, что обычно дождь занимает мало времени в действии, но его ввод и вывод должны быть относительно продолжительными. Поэтому необходима медленная регулировка звука дождя, даже если он записан, сопровождая переход к сцене с дождем и от нее. Этого можно достигнуть также предварительной записью и последующим монтажом видеоленты.

Огонь, включая горящие уголь и бревна, в телестудии должен создаваться с помощью газа, с видимым эффектом мерцания, добавляемым освещением. К сожалению, горение газа не сопровождается звуком, соответствующим другим видам пламени, так что снова следует использовать записанные эффекты. Шипение газового крана можно предотвратить, оставив кран у горелки полностью открытым и регулируя пламя краном на газовой трубе.

Звуковые эффекты в кино

В кино звуковые эффекты используют в озвучении для поддержания непрерывного звукового фона, а, кроме того, звуковые эффекты локального типа выполняются при создании отдельных коротких сцен, в которых звуковой элемент может быть подан с большим акцентом, чем при непрерывной съемке за один прием продолжительных действий в телевизионной студии. Звуковой эффект, записанный во время съемки, можно усилить следующими способами:

- 1) изменять громкость при озвучении;

2) наложить вторую копию эффекта синхронно на вторую дорожку, чтобы затем можно было изменить тембр и громкость;

3) изменить синхронность; например, для взрыва, снятого на расстоянии, шум нужно пересинхронизировать, так как он выходит из синхронизма из-за времени, затрачиваемого звуком, на то, чтобы он достиг микрофона;

4) заменить первоначальный эффект другой записью в точной синхронизации с изображением.

Использование того или иного способа зависит от снимаемой сцены. Рассмотрим, например, сцену с бульдозером, разрушающим уличный указатель. В главной синхронной записи преобладающим шумом является шум двигателя и механизмов бульдозера: удар отвала о металл едва ли будет слышен. Поэтому это столкновение имитируют, например, ударом кирпича по металлу и записывают отдельно без шума двигателя. Затем эта запись добавляется при озвучении.

Если бульдозер разрушает стену, создание необходимого звука еще больше усложняется, так как драматическая важность звуков может меняться в зависимости от их действительной громкости. Этими звуками являются: шум столкновения, который может быть самым важным, затем звук падающей кирпичной кладки и, наконец, шум двигателя и механизмов бульдозера. В данном случае можно сделать несколько записей с различными типами микрофонов высокой направленности и с различных позиций (с той или с другой стороны стены). Дополнительные «драматические» звуки, записанные отдельно, включаются в общий состав при озвучении.

Очевидно, все это оправдывается, если создаваемый звук усиливает драматическое воздействие на публику. И следует сказать, что большое число сцен действительно выигрывает от такой обработки.

Коммерческие и многие документальные передачи в настоящее время используют подчеркивание звуковых эффектов. Например, при изображении сборки какого-либо узла оборудования с помощью последовательной съемки этапа за этапом полезно каждый из них сопровождать отрывистым звуком с характерным металлическим щелчком или ударом по металлической поверхности. А вот сообщение о поразительно низкой цене продукта сопровождать шумом кассового аппарата было бы слишком — такие звуки могли бы восхитить человека, который платит за коммерческую передачу больше, чем покупатель в магазине. В коммерческих передачах имеется огромный потенциал для комических «обманных» и прочих звуковых эффектов.

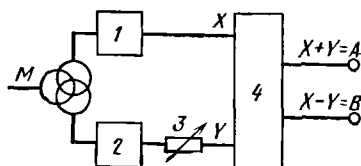
Многие действительно хорошие идеи, использованные в телевизионных коммерческих передачах, являются переделкой достижений, первоначально полученных в «серьезных» фильмах, а рекламные фильмы особенно подходят для показа как новых, так и лучших установившихся способов их создания. Поэтому всем, кто хочет побыстрее ознакомиться с тем, что можно сделать со звуком в данное время и при наличии средств, следует внимательно наблю-

дать за коммерческими передачами. Это может оказаться чем-то в ущерб обратного путешествия — перенесение необычных методов назад, к «разумным» фильмам и телевизионным программам, которые могут быть сделаны с большой пользой.

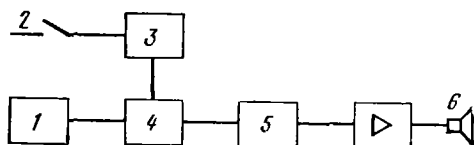
Стереозффекты

Звуковые эффекты в стереофоническом звучании могут быть созданы в студии и восприниматься главными микрофонами в пьесе со стереозвуком. Однако чаще эти эффекты используют из монофонической записи и помещают в соответствующее место в звуковой картине с помощью панорамного регулятора. Это дает возможность широко использовать фонотеку эффектов, записанных в

Цепь распределителя. Монофонический входной сигнал (M) разделяется поровну между путями X и Y ; 1 и 2 — цепи задержки, производящие различный сдвиг фаз; 3 — регулятор громкости; 4 — суммарно-разностная цепь, производящая компоненты A и B сигналов X и Y .



монофоническом звучании. Например, определенные типы звуков можно подавать через особый распределитель — устройство, которое распределяет монозвук по всей звуковой картине. Такая технология подходит для сцен с дождем или толпой. Другие звуки



Генератор выстрелов:

1 — генератор белого шума; 2 — кнопка; 3 — импульсное реле; 4 — стробируемый каскад; 5 — фильтр нижних частот; 6 — громкоговоритель.

К специальной аппаратуре относятся только узлы $1-5$. В комбинации с ними используют существующие студийные усилитель и громкоговоритель хорошего качества.

можно получить разделением монофонического звука на два канала; некоторые звуки можно преобразовывать с помощью стереофонического эхо.

В качестве примера такого применения можно привести движение лошади и экипажа через площадь, заполненную толпой, и звук бича, раздающегося в определенной точке звуковой картины, который отдается во всем пространстве. Следует, однако, заметить, что в стереофонической радиопостановке таится опасность потратить слишком много времени на обозначение перемещений.

Подобные методы могут быть использованы и в кинофильмах со стереофоническим сопровождением.

ИСТОЧНИКИ ВЫСОКОГО УРОВНЯ

Магнитофоны и электропроигрыватели, как правило, включают в себя усилители, которые повышают уровень сигнала до величины, мало подверженной влиянию помех, и производят необходимую коррекцию частотной характеристики. Благодаря этому можно подавать на звукорежиссерский пульт сигнал высокого уровня приблизительно такой же величины, что и с выхода пульта. По аналогичным причинам звуковой канал видеоманитофона, каналы магнитной или оптической записи звука к фильму, внешние источники, посылающие свои сигналы по линиям связи, например телефонной линии, относятся также к источникам высокого уровня.

В этой главе источники сигналов будут рассматриваться не как средства записи или связи, а как источники, служащие для создания программ, так же как и микрофон, но требующие специфического применения.

Техника составления программ с помощью магнитофона или проигрывателя, описанная в этой главе, в равной степени касается моно- и стереозаписей и их применения на радио и телевидении.

Большое количество программ, в особенности на радио, состоит из последовательности таких записей. Среди них есть и самые обычные, и такие, которые могут быть отнесены к произведениям в высшей степени художественным. Каждая небольшая часть такой программы старательно отбирается и переписывается. Этот творческий процесс требует много времени для того, чтобы каждый элемент программы был доведен до совершенства. Используемые при этом приемы напоминают те, что применяются при создании кинофильма, а окончательный монтаж программы имеет много общего с процессом его озвучения. При создании звуковой программы наступает этап, когда все предварительные записи закончены и материал поступает в аппаратную, где переписывается в единую программу.

Для согласования уровней составных частей программы, введения спецэффектов и предотвращения при этом резких смен атмосферы места действия части должны быть вписаны в программу, а не просто механически склеены. Каждая вставка должна быть заново проверена, чтобы она органично вписывалась в общую передачу. Особое внимание уделяется совпадению уровней конца одной вставки и начала другой.

Более тонкие моменты, касающиеся смешивания различных звуков, будут рассмотрены в следующей главе; здесь же мы рассмотрим, как используются магнитофоны и проигрыватели. Самым важным при этом является точный расчет времени, так как если при микшировании какой-либо звуковой последовательности будут допущены временные ошибки, то вряд ли их можно будет исправить во время передачи.

В радиовещательных автоматизированных системах магнитофоны управляются устройствами, которые используют специальные сигналы. Например, в конце записи может содержаться сигнал частотой 25 Гц, обеспечивающий необходимые команды. Как только этот сигнал появляется, автоматически включается другой магнитофон на воспроизведение следующей части программы; по окончании сигнала 25 Гц первый магнитофон отключается. Если автоматизированная система не сработает или лента оборвется, то начинает действовать другая система, реагирующая на отсутствие сигнала, которая включает следующий канал.

С помощью таких устройств можно эффективно вести текущие передачи большого количества различных программ, однако в этой главе описываются традиционные, исполняемые вручную приемы управления воспроизводящими устройствами. Эти приемы еще широко используются в творческой работе по созданию программ, которые затем можно передавать и автоматически.

Программы с использованием «вставок»

Передача, составленная из действительных событий, является типичным примером программы с использованием вставок. При ее подготовке записи звуковых эффектов и интервью, помогающие вести программу, собирают и располагают в порядке, создающем связное повествование. При этом часто оказываются необходимыми отрывки в виде речевых вставок, кроме тех случаев, когда составные части программы естественно связываются одна с другой благодаря предварительной работе.

Программой другого типа, сходной с предыдущей, является иллюстрированный репортаж, в котором комментарий и обсуждение в студии перемешаны с отрывками записей событий, о которых идет речь (запись комментария и обсуждения может быть сделана заранее).

Вариантов использования магнитофонных и грамзаписей¹ в сочетании с живой речью может быть много. Одним из возможных примеров служит следующий отрывок сценария:

1. Магнитофонная запись: *(Звон колоколов в течение 15 с, постепенно затухающий.)*

2. Рассказчик: «Колокола. Они возвещают миру, что новый собор готов для богослужения».

3. Магнитофонная запись: *(Гимн, заглушающий колокольный звон. Пение приглушается и в конце первого куплета затихает.)*

¹ У нас в радиовещании грамзапись непосредственно в передачах или в составлении программ не используется. Если же такая необходимость возникает то содержание пластинки предварительно перезаписывается на магнитную ленту.

При перезаписи на ленту принимают все меры к получению хорошей, стандартной магнитной фонограммы: сигнал пропускают через фильтры, уменьшающие характерный шум пластинок. Уровень сигнала регулируют в соответствии с принятыми у нас номинальными значениями.

4. Рассказчик: «Рассказ об этом событии следовало бы начать с того, что произошло однажды тихой ночью 1940 года».

5. Грамзапись: *(Трели соловья, возникает и усиливается гул моторов бомбардировщиков, в котором исчезают звуки соловьиной трели, вдалеке стреляют зенитки, на фоне гула — голос рассказчика.)*

6. Рассказчик: «Самолеты уже над городом. И в центре города, где стоял старый собор...».

7. Грамзапись: *(Свист бомбы и взрыв.)*

8. Рассказчик: «...шедевр готики, витражи в ажурных рамах...».

9. Грамзапись: *(Взрыв бомбы, звон разбитого стекла.)*

10. Рассказчик: «...резьба по дереву и скульптуры средневековых мастеров...».

11. Магнитофонная запись: *(Предварительно записанная последовательность шумовых эффектов: два взрыва бомб, постепенно усиливающийся шум пламени, гул бомбардировщиков утихает.)*

12. Рассказчик: «...уникальная кованая кровля — триумф человеческого изобретательности...» *(Следует запись эффектов: грохот нескольких падающих бревен, треск рушащейся кровли, рев пламени, тишина.)*

13. Рассказчик: «Одновременно с собором было разрушено много других зданий. Центр города превратился в пустырь. Восстановление не могло начаться до окончания войны. Но ничто не могло заставить людей не мечтать о будущем... и планировать его практическое осуществление».

14. Магнитофонная запись *(Интервью)*: «Сначала было много противников строительства нового собора: конечно, говорили люди, важнее построить жилые дома и восстановить центр города, с собором можно и подождать...».

Из сценария видно, что для осуществления требуются разные технические средства: два магнитофона, несколько проигрывателей, микрофон. С помощью такого количества аппаратуры можно добиться хороших результатов. Однако следует помнить, что главное в программе — это тема, а не технические средства и правильный расчет времени.

Вообще говоря, можно добиться неплохих результатов и без каких-либо средств вписывания вставок, если несколько раз переписывать программу. Текст рассказчика и вставки при этом могли быть записаны отдельно и смонтированы.

Подготовка магнитофонных вставок

Каждая вставка вначале должна рассматриваться как самостоятельная программа. Она должна пройти все процессы грубого и точного монтажа, выявляющие основное содержание вставки и придающие ей наибольшую выразительность. На этой стадии можно действовать более решительно, чем при монтаже всей программы. Материалы, которые не совсем вписываются в программу,

можно вырезать. Однако это не означает, что они будут утрачены, так как события, которые материал отражает, можно ввести в программу в более сжатой и ясной форме.

Предпочтительно, чтобы звуковой фон был продолжительнее, чем сопровождаемая речь, для его ослабления к моменту начала речи и усиления в конце. Для этой цели может быть использована петля магнитной ленты или специальный магнитофон эффектов. Не рекомендуется убирать из записи шум вдоха диктора перед произнесением первого слова. При нормальном уровне прослушивания окружающие шумы и шум дыхания не будут особенно заметны, а вот их отсутствие сразу будет отмечено. Поэтому следует принять специальные меры при включении речевых вставок между музыкальными записями, в которых уровень фона студии крайне низок.

Все предварительно записанные части программы следует объединить в одну вставку, кроме частей, которые должны быть введены в программу с помощью отдельного магнитофона. Для визуальной индикации, показывающей, где начало и конец каждой вставки, между ними вклеивают куски цветного ракорда, рассчитанного на длительность в 1—2 с. Если в начале вставки записана «атмосфера» события, то необходимо каким-либо образом отметить, в каком месте записи ее уровень вводится полностью — ведь конец цветной ленты указывает лишь место, откуда начинается повышение уровня. При использовании профессиональных магнитофонов без экранов, закрывающих ленту, для такой маркировки можно использовать отметки, сделанные желтым маркировочным карандашом. Если отметка может быть стерта, используйте для маркировки более эффективный отметчик, например фломастер.

В процессе подготовки программы удобно использовать сценарий, в котором текст повествования дается полностью, а вставки — сокращенно, в виде порядковых номеров с обозначенной продолжительностью.

Например:

Рассказчик: «...сказал, возвратясь в Лондонский аэропорт».

Запись: *вставка 10, длительность 27 с.*

Начало: «Все мы хотим знать...».

Конец: «...так они мне рассказывают (смех)».

Рассказчик: «Министр подчеркнул необходимость единства обеих стран, а затем сказал: ...».

Запись: *вставка 11, длительность 30 с.*

Начало: «Очень хорошо подходит критически...».

Конец: «...непосредственной опасности нет».

Обратите внимание, что в приведенном отрывке сценария есть реплика рассказчика двух видов. После первой необходима обычная пауза, разделяющая в речи два предложения. Вторая же реплика, называемая «подвешенной», заканчивается так, что требует немедленного следования записи вставки. В первом случае усиление шумов атмосферы действия происходит вслед за последним

словом фразы; во втором — оно должно быть связано с этим словом и такая синхронизация зависит от ритма, в котором произносится первое предложение в записи.

Автор полагает, что в таком случае требуется изменить уровень звука, однако бывают обстоятельства, при которых требуются более сложные сочетания повествования и вставок, с помощью которых достигается высокохудожественный эффект. Как этого добиваются, будет рассмотрено далее.

Следует обратить внимание на важность пометок в сценарии, обозначающих знаками, похожими на стенографические, особенности каждой отдельной реплики. Цель репетиции состоит в подробном их рассмотрении, и если только программа не составляется методом проб и ошибок или не состоит из коротких частей, то реплики во время записи дубля могут стать настолько частыми и быстрыми, что остается время только бросить быстрый взгляд на заранее сделанные пометки, которые должны быть всегда под рукой, как ноты у музыкантов. Такой размеченный сценарий будет в полном смысле слова вашей партитурой, делать же запись, полагаясь лишь на память, вряд ли стоит.

Вот что следует пометить на сценарии в первую очередь:

- 1) расположение материала;
- 2) особенности расчета времени;
- 3) регулирование уровня громкости и характер его возрастания;
- 4) длительность сценария;
- 5) характер снижения громкости.

Эти пометки помогают в работе, однако в записи вы не обязаны строго следовать им. Используя этот способ, вы получаете начальный вариант сценария, улучшая его в процессе работы. Кроме того, он избавит вас от необходимости делать запись, полагаясь только на слух.

Начало воспроизведения магнитофонных записей

Сначала необходимо проверить, сколько времени потребуется, чтобы скорость перемещения ленты достигла заданной¹. При этом могут быть два отправных момента.

Двигатель магнитофона выключен. В этом случае требуется не менее 1 с для того, чтобы маховик ведущего вала набрал необходимые обороты. Это время можно измерить с помощью записи чистого тона. Для этого начало записи устанавливают на разных расстояниях от воспроизводящей головки, а затем включают магнитофон. Если запись на ленте слишком близка к головке, то с началом ее воспроизведения будет слышно повышение тона, если

¹ Здесь и несколько далее автор рассказывает о приемах, используемых в работе с очень старыми моделями магнитофонов. В современных магнитофонах нет нужды проверять или как-то приспособливаться к началу процесса воспроизведения магнитной записи. Хотя, разумеется, начало должно быть не в каком-то важном месте записи, а на паузе.

же запись установлена далеко, то изменения тона наблюдаться не будет. Надо найти такое положение записи, при котором изменение высоты тона едва заметно. По этому расстоянию и можно судить о времени, необходимом для достижения лентой необходимой скорости перемещения как для воспроизведения речи, так и почти для всех случаев воспроизведения музыки. Легкое изменение высоты тона практически незаметно для уха, за исключением редчайших случаев. В пении голос тоже не сразу достигает ноты необходимой высоты, поэтому этот процесс можно рассматривать как один из методов последовательных приближений; это же касается и многих инструментов.

Воспроизведение начинается немедленно. Для этого ведущий двигатель должен работать, а прижимной ролик не касаться ведущего вала. (Не следует слишком долго оставлять двигатель включенным, так как он может перегреться.) В данном случае не говорится инерционность механизма, и поэтому установка записи делается исключительно из соображений расчета времени. Для предотвращения изменения ритма записываемой реплики запись должна быть точной. По этой причине запись устанавливают на расстоянии нескольких сантиметров от воспроизводящей головки, что соответствует примерно времени 0,5 с.

В обоих случаях определяется стандартное время разгона, в чем весьма полезно попрактиковаться, так как это способствует выработке чувства времени. Установите ленту с записью, включите магнитофон и постепенно увеличивайте громкость звука. При этом помните, что увеличивать ее можно лишь тогда, когда маховик ведущего вала набрал необходимые обороты. Между запуском лентопротяжного механизма и началом изменения уровня всегда должна быть пауза, хотя бы небольшая, так как в противном случае будет заметно изменение высоты тона (в случае запуска двигателя) или рывок ленты (при немедленном воспроизведении). Поэтому торопиться с регулированием, равно как и затягивать его, не следует.

При выдержке паузы между началом движения ленты и регулированием не полагайтесь на память; пусть у вас войдет в привычку проверять время разгона и момента введения регулирования уровня по нанесенным на ленту меткам. Это облегчит работу и с другими магнитофонами, которые могут иметь другое время разгона, несмотря на то, что они будут одной и той же марки.

Иногда магнитофоны сконструированы таким образом, что управлять ими можно одной рукой. Как вы впоследствии убедитесь, в этом есть свое преимущество, поскольку свободной рукой одновременно можно выполнять другие операции.

Воспроизведение с двух магнитофонов

Когда надо воспроизвести большую радиопрограмму, записанную в нескольких рулонах, следует их чередовать. Лента № 2 устанавливается на второй магнитофон, и как только ракорд ленты

№ 1 дойдет до определенной отметки, включается лента № 2 и производится регулировка выходного сигнала. При хорошем навыке эта операция осуществляется так точно, что может показаться, будто обе ленты склеены.

Это — самое обычное применение второго магнитофона. В творческой работе такой способ дает возможность смешивания сигналов, что гораздо более ценно, и применяется во многих случаях, когда обычный монтаж ножницами материала неприемлем.

Типичный случай — использование в передаче двух выступлений, записанных в различной обстановке и поэтому имеющих разный звуковой фон. При этом переходить от одной записи к другой необходимо без наплыва и дополнительного монтажа. Предположим, что место перехода от одной записи к другой находится внутри каждой записи (т. е. до конца ленты № 1 и после начала ленты № 2), тогда его можно осуществить многими способами в зависимости от длительности паузы между словами в каждой записи. В простейшем случае — на паузе между предложениями или двумя законченными мыслями. При этом можно сохранить естественную паузу в записи полностью, особенно если на обеих лентах записан один и тот же голос с небольшой разницей в фоне.

При подготовке к такому переходу следует проверить длину пауз в обоих случаях и, если необходимо, пометить их начало и конец. Найдя начало паузы на ленте № 2, перемотайте ее назад на длину, соответствующую времени разбега. После этого слушайте запись на ленте № 1 до появления необходимой реплики, в назначенный заранее момент при звучании последних слов фразы запустите запись на ленте № 2. Какую-то долю секунды оба магнитофона будут работать одновременно, причем звучать будет пока лишь первый магнитофон. Таким образом, начала пауз в обеих записях совпадут.

Для непрерывности воспроизведения в этот момент мы можем осуществить плавную регулировку уровней воспроизводимых записей, которая позволяет сохранить в течение паузы атмосферу действия. Для этого постепенно увеличиваем уровень воспроизведения записи № 2, прежде чем начнем уменьшать уровень воспроизведения записи № 1, т. е. регулировка осуществляется не одновременно, а последовательным изменением уровней. При одновременном изменении мог бы получиться провал в записи звукового фона, в то время как плавное, последовательное изменение уровней обеспечивает почти полную непрерывность звучания программы.

В рассмотренном случае мы сохранили паузу, предшествующую речи на ленте № 2, полностью. Однако здесь есть и возможности выбора момента начала речи за счет сокращения или удлинения продолжительности паузы. Впрочем, если в оригинале записи нет паузы, то переход хорошего качества все равно осуществить можно. Например, в конце первой записи пауза отсутствует, тогда вторая запись вводится заблаговременно. При переходе такого вида полезно вклеить отрезок ракорда в конце записи, где есть

звуковой фон. Это обеспечивает сохранность фона, насколько это возможно, причем последующая, ненужная часть записи удаляется.

Случается, что паузы нет в обеих записях, вследствие чего становится необходимым отыскать ее внутри записей и добавить в необходимое место. Искать ее следует не между предложениями, так как в этих местах пауза должна быть естественной, а кроме того, она может содержать звук вдоха говорящего. Эта пауза может быть найдена внутри предложения, когда выступающий замолкает, подбирая соответствующее слово. Если отрезок записи с этой паузой удалить, то его отсутствие в месте, где он был, будет незаметно, а звука от вдоха там, как правило, не бывает.

Во всех случаях следует позаботиться о выравнивании уровня сигнала. В этом одна из причин, почему необходимо прибегать не к монтажу ножницами, а пользоваться перезаписью. Один из самых обычных способов регулировки состоит в снижении уровня воспроизведения в местах склейки на несколько децибел, что предотвращает резкое изменение громкости при воспроизведении разных частей записи, склеенных между собой. Тот же прием используется при удалении из записи мест со слишком громким звуковым фоном, следующим сразу за последним словом речи. Такое снижение уровня длится не более чем промежуток времени, за который пропускается слово или часть его. Что касается других вопросов описанного перехода, то и здесь для получения хороших результатов требуется хорошее чувство времени.

Вставки с грампластинок и магнитофонных кассет

Грампластинка может использоваться, когда требуется музыкальная вставка или звуковой эффект. Впрочем, иногда производится и прямая запись на лаковый диск¹. Таковы основные применения грамзаписи.

Порядок работы с пластинками отличается от разобранного ранее характера работы с магнитофонными записями. В данном случае очень важно быстро найти необходимое место на пластинке, установить ее на проигрыватель, отыскать требуемую часть канавки и начать воспроизведение. Причем все это надо сделать в считанные секунды. Для быстрого и точного осуществления перечисленных операций существуют специальные приемы. Что же касается собственно вставок и расчета времени, то никакой разницы между использованием ленты и пластинки нет.

В сложной программе может быть много вставок, что создает дополнительные трудности хранения и отыскания материала, так

¹ Пластинки прямой записи и воспроизведения позволяют воспроизводить запись почти немедленно вслед за процессом записи без каких-либо технологических процессов, обычных для обработки механической записи: гальванизации, штамповки и т. д. У нас такие пластинки не используются.

как вместо одной или двух тщательно смонтированных записей надо иметь дело с десятком пластинок, часть которых используется в разных частях программы несколько раз. Пятьдесят вставок в получасовой радиопрограмме — явление обычное. Для того чтобы оператор, проигрывающий пластинки, не тратил большую часть времени на поиски, следует создать несложную систему быстрого поиска.

Начните с нумерации ячеек на полке с пластинками, а затем, когда порядок их расстановки закреплен, пронумеруйте и сами пластинки. Заведите такой порядок, при котором пластинка, если она не используется в данный момент, хранилась бы только в отведенном ей месте. В этом случае на всех этапах репетиций и записи (или радиопередачи) необходимую пластинку можно получить без промедления, даже если ее надо использовать в передаче несколько раз.

С пластинкой надо обращаться бережно, чему способствует немедленное ее возвращение на полку после использования. При установке пластинки на проигрыватель не следует касаться пальцами поля записи; держать пластинку надо только за края, при необходимости поддержания ее пальцами в месте, где наклеена этикетка.

Для нумерации пластинок надо использовать тот же восковой карандаш, что применялся для маркировки магнитофонных лент. Надписи наносят на гладкой части пластинки между полем записи и этикеткой; если надпись не нужна, то ее можно стереть папиросной бумагой. Если вы полагаете, что полка будет заполнена не более чем наполовину, то пронумеруйте и запасные ячейки, и впоследствии, когда появятся новые пластинки, не придется все перенумеровывать.

Есть смысл пронумеровать пластинки на самой ранней стадии репетиций, даже если возможны дальнейшие изменения. Окончательная нумерация будет выглядеть приблизительно так: 1, 2, 4А, 4В, 4С, 5, 8, 8А, 9... Одновременно с нумерацией пластинок следует проставить их номера и в сценарии.

При использовании магнитофонных кассет особых трудностей не возникает, а организация работы во многом похожа на описанную. •

Поиск канавки на пластинке

Если есть тонарм удобной конструкции, то совсем нетрудно твердой рукой установить иглу в пределах одного-двух витков записи нужного места при широкой канавке или даже микроканавке. Делать это удобно, если тонарм к тому же снабжен специальной ручкой, расположенной вблизи звукоснимателя.

Во многих высококачественных проигрывателях имеется устройство микролифта, служащее для опускания и подъема тонарм. Но это не совсем то, что нужно, так как оно не дает возможности быстро переставлять иглу с одного места пластинки

на другое. Поскольку как раз легкость смены места записи является при определенных условиях преимуществом пластинки перед магнитной лентой, особое сожаление вызывает невозможность установить иглу в нужную канавку одним простым движением. Независимо от того, есть на тонарме ручка или нет, его не следует держать, сжимая большим и указательным пальцами, а следует лишь поддерживать, опуская иглу в канавку. Современные тонармы обладают большой податливостью. Обращаться с ними следует осторожно. То, что на тонарме не всегда есть ручка, вероятно, может создать для неопытного оператора некоторое затруднение в работе. Однако установить ее нетрудно, и это практически не скажется на действии всего устройства. Помимо этого, следует указать на то, что тонарм проигрывателя должен иметь конструкцию, позволяющую видеть, как игла устанавливается в канавке.

Преимущество грампластинки заключается также и в том, что модуляцию канавки можно увидеть. Отражение света точечного источника от немодулированной канавки будет иметь вид линии с ровными краями. Если модуляция значительная, то края изображения линии будут размыты. Запись симфонического произведения можно «прочитать» по виду канавки, так же как указание о громкости исполнения в партитуре. Этот метод применяется при контроле качества в процессе производства пластинок.

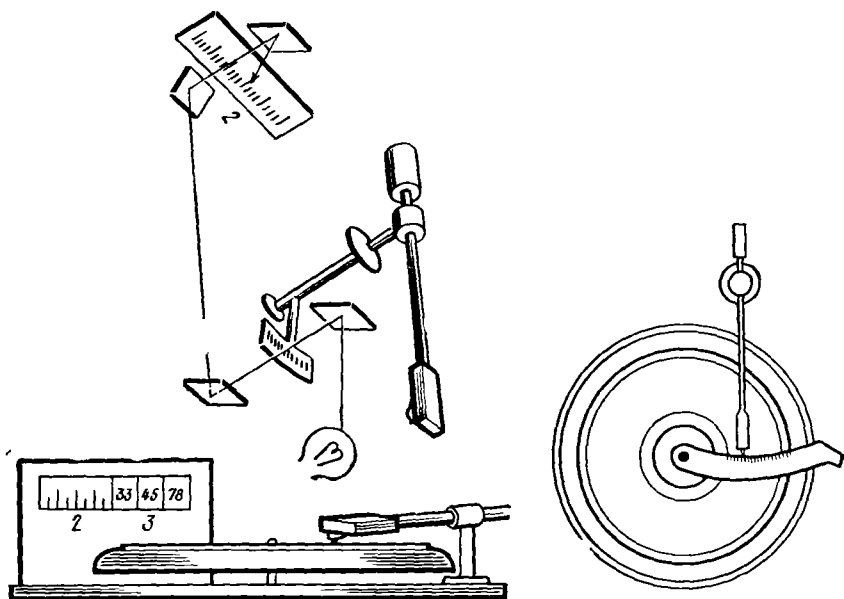
На некоторых пластинках, особенно на старых шеллачных с поперечной записью, удобно для пометок пользоваться маркировочным карандашом. Его конец заострите в виде буквы V, но не в виде точки, а в виде лезвия, и осторожно коснитесь им канавки позади иглы. Для верности сделайте отметки до и после вставки так, чтобы начальная отметка не была проиграна при введенном регуляторе уровня. Это означает, что пометить окончание вставки легче, чем ее начало. Чтобы быстро найти место вставки, пометка должна занимать большую часть витка. Для пометок лучше использовать мягкий маркировочный карандаш, однако иногда это приводит к засорению канавки и при воспроизведении возникает скрип. Можно применять более твердый карандаш и менее засоряющий пластинку, но возникает опасность повреждения им канавки, что сокращает срок службы пластинки.

Этот вид маркировки наиболее удобен для старых шеллачных пластинок. Рекомендовать ли его для маркировки современных пластинок из винила, зависит от умения оператора и отношения к этому владельца пластинок. Во всяком случае, этот вид маркировки применять при микрозаписи из-за ее тонкой структуры не рекомендуется.

Студии Би-Би-Си оснащены проигрывателями со специальным оптическим устройством, позволяющим точно устанавливать иглу в нужную канавку. Оно состоит из системы зеркал, проецирующих изображение шкалы на полупрозрачный экран. Устройство работает хорошо, поскольку из-за большого увеличения шкалы можно очень точно определить положение иглы. С помощью это-

го устройства можно также определить эксцентриситет пластинки, из-за которого может возникнуть «плавающий» звук.

Если же такого устройства нет, то можно предложить для практического использования нечто вроде транспорта, укрепленного под тонармом. Поскольку он должен располагаться вблизи от поворотной опоры, то его можно использовать лишь для грубого определения положения иглы.



Оптический определитель канавки. Изображение укрепленной на поворотной опоре шкалы 1 проецируется на стеклянный экран 2, указывая точное положение иглы над пластинкой. Точность определения в данном случае зависит от эксцентриситета канавки. На табло также указывается выбранная частота вращения диска проигрывателя 3. Простой определитель с изогнутой шкалой. Он служит для быстрого нахождения необходимого положения на пластинке без нанесенной маркировки. Шкалу одним концом надевают на ось вращения диска, а другой — держат в руке. Шкалу можно сделать из пластмассы или картона.

Другое приспособление представляет собой изогнутую пластинку с делениями, надеваемую одним концом на ось диска, другой конец придерживается рукой. Оно не подходит для оперативной работы, но может быть использовано в процессе подготовки программы.

Самым простым приспособлением является обычная линейка с делениями десятичной системы. К записи отсчета по линейке лучше добавлять еще дополнительную информацию: например, «начинать вставку на 1,5 мин после соло тромбона; окончание после трех ударов барабана».

Все описанные устройства предназначены для проигрывателей с поворотным тонармом. При использовании моделей с линейным перемещением тонарма, копирующим движение резца, выбор ка-

навки и установка иглы не вызывают затруднений. Однако проигрыватели такой конструкции не получили широкого распространения.

Установка пластинок

После того как канавка найдена, определяют необходимое место в ней и проигрывают запись с этой точки. Здесь особенно важна точность, так как введение записи с середины пластинки может потребовать регулировки уровня звука на протяжении долей сантиметра с момента начала воспроизведения. Для достижения такой точности во время установки иглы диск проигрывателя останавливают, а затем, когда это необходимо, его приводят во вращение и одновременно регулируют уровень сигнала, как это делается при воспроизведении магнитофонной записи.

Определив приблизительно место на пластинке, переставьте иглу назад на несколько канавок, а затем включите проигрыватель. Как только игла подойдет к искомой точке, выключите его; игла должна оставаться на пластинке. Отметьте эту точку черточкой напротив нее на гладкой части пластинки около этикетки. Такую маркировку следует делать мягким маркировочным карандашом. Проверьте правильность отметки, включив проигрыватель еще раз — необходимый звук должен появляться, как только черточка будет напротив иглы.

При современных способах крепления иглы можно без ощутимого вреда для пластинки поворачивать ее при опущенной игле назад. В этом случае необходимое место можно определить точно так же, как и на магнитной ленте, медленно вращая диск проигрывателя назад, к искомому месту.

Единственный способ убедиться, что при этом пластинка не портится, — экспериментальная проверка, для которой следует использовать старую пластинку. Если обнаружится, что пластинка портится, то вращать ее назад при опущенной игле нельзя, а для определения заданной точки надо придумать какой-нибудь другой способ.

Например, на пластинке с записью речи можно заметить предшествующие слова и паузу (если она есть): например, «... пока все хорошо. Однако трудности начнутся...». Наша вставка начинается последними тремя словами. Внимательно прослушав запись, мы можем сделать на пластинке пометку, а на сценарии написать: «...пока все хорошо/ + 1/2», что означает «устанавливать иглу в пределах 1/2 оборота после указанных слов». Это дает время диску набрать скорость и позволяет начать вставку точно с первого слова. Подобные методы могут быть использованы при музыкальных вставках, если делать на сценарии пометки, как это описано в предыдущем параграфе.

Если пластинка проигрывается с начала или нет характерного звука, который можно использовать как условный сигнал, необходимо считать обороты, начиная с вводной канавки, стараясь

каждый раз начинать с самой первой. Если используется пластинка с непосредственной записью, можно ошибиться, так как на ней имеется участок, на котором резец постепенно погружается в покрытие. Некоторые операторы могут извлекать иглу из канавки, не повреждая ее стенок (т. е. предотвращая возможность появления в записи щелчка).

Расстояние для установки иглы зависит от тех же условий, что и при магнитной записи: на четверти оборота для записи на 33 1/3 об/мин, трети оборота для 45 об/мин и половине оборота для 78 об/мин.

Еще одним устройством, облегчающим работу, которое может быть встроено в проигрыватель, является так называемая «сурдинка». С ее помощью выходной сигнал отключается на время, в течение которого происходит четверть оборота, что вполне достаточно для разгона диска проигрывателя. Но если после этого звук включится внезапно, будет слышен щелчок. Лучше, если звук возникнет быстро, но не мгновенно (т. е. на это уйдет не менее 0,01 с). «Сурдинками» чаще оборудованы проигрыватели, используемые для мгновенного запуска, но их можно применить и в магнитофонах.

На пластинках Би-Би-Си с записями звуковых эффектов в начале каждого диапазона модуляции очень быстро достигается максимальная громкость, а затем так же быстро обрывается; когда их используют совместно с устройствами быстрого запуска с «сурдинкой» или без нее, это способствует большей оперативности в работе.

Устройства быстрого запуска грампластинок

Если необходимо сделать вставку с пластинки с той же точностью, как с магнитной ленты, то обычный способ установки иглы на вращающуюся пластинку непригоден. Решить задачу можно, используя описанные ранее методы маркировки и установки.

Устройства быстрого запуска делятся на две категории в зависимости от системы используемого в проигрывателе привода.

Привод с помощью ролика. Диск проигрывателя набирает необходимые обороты вскоре после включения двигателя. Установите иглу на пластинку при разомкнутой передаче, затем снова ее замкните; двигатель проигрывателя должен быть отключен. Когда необходимо, включите его, подождите, пока диск проигрывателя с установленной на нем пластинкой наберет необходимые обороты, и в момент, когда отметка на пластинке поравняется с иглой, введите регулятор громкости. Следует иметь в виду, что нельзя, чтобы ролик привода проигрывателя находился долгое время в зацеплении при выключенном двигателе, так как резиновый обод ролика может смяться в месте зацепления.

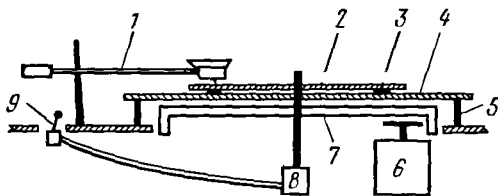
Центральный привод. В данном случае осуществить быстрый запуск трудно, так как в этой конструкции применен

массивный диск, играющий роль маховика. Это сделано для обеспечения стабильности частоты его вращения. Диск приводится во вращение двигателем, мощность которого недостаточна для того, чтобы быстро придать диску необходимые обороты. Для преодоления этой трудности разработаны многочисленные приемы и устройства.

В соответствии с одним из них запуск производится следующим образом. Пластинка устанавливается как обычно; двигатель проигрывателя отключен. В соответствующий момент, т. е. приблизительно за 1 с до введения вставки, одной рукой включают двигатель, а другой рукой раскручивают диск; после этого вводят потенциометр уравни.

В другом случае используют специальное устройство, которое в соответствующий момент опускает пластинку с установленной на нее иглой на вращающийся диск.

На Би-Би-Си разработано несколько устройств, облегчающих подготовку для передачи множества музыкальных программ, состоящих из грамзаписей.



Устройство быстрого запуска. Это — один из вариантов механизма, в котором диск и двигатель с приводом проигрывателя отводятся от пластинки. При установленной пластинке игла тонарма 1 опущена в канавку. Пластина 2 лежит на резиновых выступках 3 на алюминиевой плите 4, которая опирается на треножник 5 при отведенном диске 7 и двигателе с приводом 6. Подъем пластинки и опускание производятся кулачком 8 и ручкой управления 9. (В некоторых устройствах пластина непосредственно укладывается на треножник 5, т. е. алюминиевая плита 4 отсутствует, но в этом случае нельзя проигрывать пластинки диаметром 17 см.)

Одно из таких устройств — механическое, управляют им двумя кнопками. Одна из них воздействует на рычаг, поднимающий пластинку с диска на специальную подставку. Если нажать ее до упора, рычаг фиксируется в положении, при котором пластинка удерживается над диском. При нажатии второй кнопки рычаг освобождается, и пластинка падает на вращающийся диск. Если нажать на обе кнопки, то пластинка плавно опустится на диск.

Еще одно устройство является модификацией описанного. В нем подставка опирается на управляемый рычагом кулачок. В последней модели рычаг заменен выключателем двигателя, отводящего вращающийся диск от неподвижной подставки. Это устройство постоянно используется на Би-Би-Си.

Тот, кто не имеет таких устройств, может осуществить описанный метод вручную. Для этого надо установить иглу на пластинку, приподнять ее за края над диском и включить двигатель.

Через несколько секунд диск наберет необходимые обороты. По условному сигналу пластинку опускают на диск и вводят регулятор уровня грамзаписи.

Предварительное прослушивание вставок

При профессиональной работе с пластинками, как и с магнитной лентой, весьма ценной является возможность прослушивания записи перед тем, как вводится регулировка уровня. Для этого используются наушники, на которые подается сигнал с каждого проигрывателя. Если такой возможности нет, то следует использовать приспособление, с помощью которого выход проигрывателя отключается от микшерного пульта и присоединяется к наушникам; после контрольного прослушивания цепь переключается в первоначальное положение.

Для перекрытия вставок необходимы отдельные цепи. Это перекрытие осуществляется запуском каждой последующей пластинки приблизительно за полминуты до того, как окончится воспроизведение предыдущей. Степень перекрытия определяет изменение шага канавки в конце записи. Для перекрытия вторая пластинка должна быть полностью подготовлена к пуску после условного сигнала, и как только он прозвучит при воспроизведении первой пластинки, она приводится в движение. Обе пластинки вращаются почти синхронно. Теперь надо уравнивать частоты их вращения рукой или регулятором подстройки. Этот процесс надо контролировать предварительным прослушиванием. Как только синхронизация вращения достигнута, сигнал второй пластинки доводится до необходимого уровня, а первый — до нуля.

Другим способом смены вставок будет прием, называемый сменой «встык», которая осуществляется во время паузы между ними. Этот способ непригоден для непрерывно звучащей музыки или речи, если только расчет времени продолжительности всех операций не доведен до совершенства.

Смена вставок «встык»

Смена вставок с пластинок «встык» во многом похожа на аналогичную операцию с магнитной лентой. Обсудить этот вопрос весьма полезно, так как еще довольно часто приходится использовать пластинки с записями, сделанными методом широтной записи (78 об/мин). Эти пластинки хотя и старые, но записи, содержащиеся на них, до сих пор не утратили своей как художественной, так и исторической ценности.

Хотя они не требуют мгновенного запуска, время начала их воспроизведения рассчитывается точно. Если установка произведена таким образом, что до начала первой ноты будет сделано несколько оборотов, можно определить точку в предшествующей записи, после которой следует запускать следующую пластинку, чтобы она к моменту воспроизведения успела набрать необходимую скорость.

При проигрывании пластинок на 78 об/мин с записью оркестровых произведений для проверки расчета времени следует использовать партитуру. Может, однако, случиться, что не совсем опытному оператору будет трудно установить, равна пауза между записями одному или двум тактам. Между двумя частями музыкального произведения должна быть соответствующая пауза, и если во время нее шум иглы на вводной и выводной канавках пластинок слишком велик, для заполнения паузы надо использовать пластинку с немодулированной канавкой, дающей меньший шум. Этим правилам следуют при использовании старых пластинок для радиовещания и перезаписи на магнитофон.

Использование пластинки позволяет «перепрыгнуть» с одного места записи на другое, что невозможно при использовании магнитной линии. Для этого сначала выводят регулятор громкости воспроизведения, рукой поднимают тонарм, переставляют иглу на новое место, определенное с помощью отметки или специального устройства, и, проверив правильность установки предварительным прослушиванием, вводят регулятор уровня.

Этот прием пригоден только для пластинок с широтной записью и только в том случае, когда нет дубликата. В настоящее время в связи с широким распространением магнитной записи этот прием применяется редко, но когда-то он был обычным явлением.

Подробный эффект можно получить с помощью регулятора уровня, который выводится, когда надо сделать пропуск, а затем вводится снова. Делают это быстро и точно, чему может способствовать предварительное прослушивание. Этот прием можно применять независимо от вида носителя записи.

Повторное проигрывание канавки

К возможности этого явления оператор, обслуживающий проигрыватель, должен быть всегда готов. Если это произошло во время радиопередачи, то следует немедленно вывести регулятор уровня, переставить иглу и быстро ввести регулятор. Здесь уже не до художественных эффектов, так как плавное, сделанное по всем правилам снижение уровня громкости повторяющейся фразы в данном случае неуместно.

Можно применить и другой прием. Чтобы игла пошла по нужной канавке, требуется очень небольшое усилие. Для этого надо положить на тонарм или экран звукоснимателя карандаш под углом около 45° к горизонтали. Игла подвергнется действию сил, одна из которых направит ее к центру пластинки, а другая прижмет иглу к канавке и предотвратит возможное ее соскальзывание. Если карандаша под рукой не оказалось, можно очень осторожно прижать тонарм пальцем. Порой «перепрыгивание» канавки может повторяться, возможно, из-за повреждения поворотного узла тонарма. Здесь также можно использовать карандаш, который прижимают к тонарму в течение времени воспроизведения.

Воспроизведение звукозаписей на телевидении

Пластинка и четвертьдюймовая магнитная лента используются во время телевизионной передачи точно так же, как и во время радиопередачи, с той лишь разницей, что иногда сигналом к началу воспроизведения служит не звук, а изображение. Например, если актер в пьесе заводит пластинку, то звукооператор действует синхронно с его движениями.

Следует заметить, что радиоприемники, телевизоры, проигрыватели и магнитофоны, используемые в телевизионных спектаклях, — бутафория, поскольку для высокого уровня качества звучания сигнал соответствующей вставки подается из аппаратной. Это означает, что для полной синхронизации звука и действия необходимы тщательные репетиции.

Так как во время предварительных репетиций съемка не производится, у актеров обнаруживается тенденция быть небрежными в мелочах, таких, например, как обращение с магнитофонами. Всякий, кто когда-либо имел дело с магнитофоном, знает, что при перемотке ленты остановить ее на нужном месте записи практически невозможно. Актеры же, которым помогают операторы аппаратной, делают это безошибочно, и лишь в редких случаях следуют указаниям автора сценария действовать более естественным образом.

Авторы проявляют большую осторожность в своих сценариях, где по ходу действия появляются радиоприемники и телевизоры, хотя и здесь очень часто приходится слышать обрывок какой-то фразы, после которого сразу следует нужный по сценарию текст. Это — один из тех моментов, когда технология телевизионной передачи становится слишком заметной, и если сама передача сделана не лучшим образом, то ее недостатки будут еще сильнее подчеркнуты.

Иногда текст таких вставок читают прямо в микрофон, расположенный в отдаленной части студии, но поскольку регулировку тембра голоса легче сделать фильтрацией при предварительной записи, то в основном этот прием и используется. При необходимости следить за своевременностью подачи реплик запись вставки подается с малым уровнем на установленный в студии громкоговоритель.

Предварительно сделанные записи, для которых используется сама студия, иногда используются для звукового сопровождения и «за кадром». Таким образом, может быть получена правильная перспектива, однако чаще они применяются для фиксации какого-либо элемента сопровождения в весьма гибкой в применении форме. Нередко производится предварительная запись музыки для исполнения сложных песенных и танцевальных номеров и весьма часто в разных акустических условиях и при близкой установке микрофонов, что создает проблемы по сочетанию таких записей между собой.

Тем не менее, расчет времени для описанных видов записи не очень сложен, и во всяком случае проще, чем в случаях, когда звуковое сопровождение для вставки берется из кинофильма или видеозаписи.

Звуковое сопровождение видеозаписи и кинофильма

Видеомагнитофон бывает готов к работе через 10 с после включения. Хотя скорость протягивания ленты и частота вращения блока головок устанавливаются почти мгновенно, требуется время на стабилизацию изображения, синхронизацию разверток телекамер студии и видеомагнитофона, для того чтобы вклинивание видеозаписи в программу происходило незаметно. Аппараты для телевизионной передачи кинофильмов запускаются медленнее, однако изображение в них стабилизируется быстрее. На это уходит около 7 с, к которым 1 с добавляется на время разгона.

Такие вставки точно ввести в телевизионную программу не просто: обычно это делают с помощью подсчета слов (три слова в секунду для быстрой речи) и после каждой репетиции корректируют. Однако этот метод последовательных приближений становится совершенно непригодным, если актер при окончательной съемке вдруг меняет темп исполнения (обычно замедляет). Режиссер должен принять меры к тому, чтобы этого не произошло.

Даже в случаях, когда остальная часть материала импровизируется, нужная реплика в фильме или видеозаписи, как правило, пишется на специальную карточку и держится вблизи камеры. Она может быть также записана с помощью одной из систем показа титров и оптически совмещена с объективом камеры. Если же исполнители опытные, согласование достигается следующим образом. Исполнитель, глядя краем глаза на экран монитора, показывающего видеозапись или фильм, точно определяет момент, когда ему следует вступить в действие.

Каждый из этих способов время от времени дает осечку, поэтому есть тенденция позволить им влиять на материал программы, т. е. предпочесть «мягкое» начало такому, при котором вставка с важными по содержанию изображением и звуком начинается как бы «с места в карьер».

Звукооператор должен быть готовым к прямому выравниванию звуковых сопровождений. Простейший способ состоит в следовании изображению, т. е. вводить регулятор уровня, когда происходит наплыв изображения, или прибегать к быстрому микшированию, если изображение исчезает (при ошибочной реплике запланированное микширование может быть заменено исключением). Однако при этом предполагается, что в ожидании появления изображения сколько-нибудь существенная звуковая информация утрачена быть не может; иногда лучше определить смену изображений введением нового звукового сопровождения. При

перекрытия разных голосов следует первые слова вводимой речи сделать несколько тише последних слов предыдущей части программы.

Внешние источники

Еще одним видом источника сигнала с высоким уровнем является соединительная линия, проведенная из другой студии. Две студии могут быть связаны разными способами. Иногда для этого используются две линии: по одной из них передается программа, другая является контрольной и служит для телефонной связи между студиями.

Рассмотрим вариант одноканальной линии, по которой передается музыка, и дополнительной контрольной цепи.

Часто бывает возможность полностью проверить линию перед тем, как переданная по ней программа будет транслирована в эфир. В этом случае сначала устанавливается связь по вспомогательной линии со студией, из которой будет передаваться музыкальная программа, для того, чтобы оттуда был послан испытательный сигнал по основной линии. Проверки должны осуществляться при выведенном аттенуаторе канала, чтобы могли быть точно установлены уровень и качество подаваемого сигнала.

Если линия занята до самого момента выхода в эфир, она может быть проверена лишь до места подключения к контрольному пулту. Текущие проверки линии можно проводить до входа аттенуатора, если пульт оборудован устройством предварительного прослушивания. Если же его нет, то проверку можно осуществить с помощью наушников или небольшого громкоговорителя, подключаемого в точке соединения линии с пультом.

Контрольная линия может быть выполнена таким образом, чтобы выполнять две функции: связь между студиями до, во время и после трансляции программы, а также (по второй цепи) постоянная передача командных сигналов во вторую студию. Контрольная линия может быть снабжена несколькими дополнительными переключателями, например для передачи сигналов режиссерских указаний. В каждом из этих случаев подача команд и результаты любых переключений проверяются во второй студии во время подготовки линии к работе.

То, что происходит в студии, откуда передается музыкальная программа, зависит от ее устройства. Если в ней имеется отдельный пульт управления, то командная цепь подключается к нему, а сигнал к началу передачи подается оператором. Этот сигнал может быть подан и прямо в студию, где он прослушивается с помощью наушников.

Все получается несколько проще, если для связи используются не три канала, а два: вместо одной линии для музыкальной программы и двухканальной телефонной цепи — две «музыкальные» линии. Однако это обходится дороже, если только телефонные

цепи не используются для подачи программы, о чем будет более подробно рассказано далее.

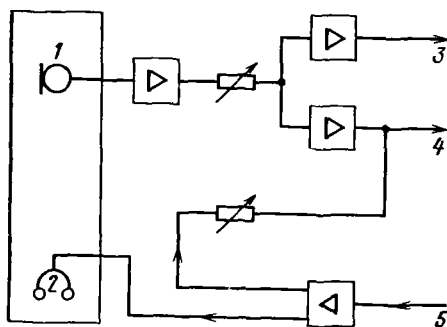
Система с двумя «музыкальными» линиями используется лишь тогда, когда требуется высококачественная передача звука в обоих направлениях, где он одновременно записывается или передается по радио. Все приготовления линий к передаче и сама передача осуществляются во многом так же, как уже было описано, с той лишь оговоркой, что во время трансляции линия не может использоваться для связи.

Дальнейшим развитием связи между студиями является система с двумя линиями для передачи программ и полностью независимыми телефонными цепями. Эта система наиболее гибкая, но и самая дорогая.

Использование нескольких каналов

До сих пор о программе командных сигналов говорилось без указания на то, с какой именно части контрольного пульта она поступает.

Обычно такая программа состоит из выходного сигнала микшерной студии, который подается всем участникам передачи. Однако если бы один из принимающих участие в трансатлантической дискуссии находился в Нью-Йорке и принимал программу полностью с микшерного пульта в Лондоне, он бы услышал свой собственный голос, задержанный на время, которое потребуется



Трансконтинентальная дискуссия, в которой участник в одной из студий слышит удаленный голос своего собеседника, но свой собственный не слышит.

1 — микрофон; 2 — наушники; 3 — сигнал, направляемый в отдаленную студию; 4 — комбинированный выходной сигнал; 5 — входная линия.

Такая организация характерна для радиовещания и телевидения, когда студии соединены через спутник связи, вследствие чего возникает задержка во времени при возвращении сигнала в исходную точку. Если наушники заменить громкоговорителем, то во избежание нарушения работы всей системы его надо питать сигналом с очень малым уровнем.

электрическому сигналу на преодоление пути в 10 тыс. км (если он передается по телефонной линии) или гораздо большего пути (если программа транслируется через спутник). Здесь задержка будет не более доли секунды, но это значительно затрудняет речь, т. е. если возвратившийся сигнал достаточно громкий, продолжать речь без запинок практически невозможно. (Если же передача осуществляется с использованием отражения от Луны, задержка составляет несколько секунд.)

Обойти это препятствие можно, подавая каждому участнику всю программу, кроме его собственной части. Очевидно, для того, чтобы это стало возможным, в контрольном пульте следует преду-

смотреть специальные цепи. Для двухканальной работы по этому методу к линии с полным сигналом надо добавить линию внешнего источника, по которой передается программа без упомянутой выше части. Соответствующий ей сигнал берется с параллельного регулятора уровня, установленного до главного регулятора. То же самое, однако, может быть сделано с помощью группового регулятора уровня. Этот метод работы полезен, если студии находятся на большом расстоянии одна от другой и скачивается время задержки сигнала. Если студии расположены рядом, то этот метод может использоваться для удобства работы (некоторым людям мешает говорить их собственный голос, который они слышат в наушниках). Третий случай применения метода — при передаче записи какого-либо события, которое различные радио- или телеведущие организации снабжают собственными комментариями. К этой записи, полностью микшированной в студии, которая ведет передачу, с помощью независимого канала добавляется комментарий, предназначенный для «своих» зрителей. Это напоминает процесс озвучения фильма, при котором происходит микширование музыки и звуковых эффектов; в этом случае комментарий также может быть сделан отдельно для каждой группы слушателей и, может быть, на другом языке.

Очень сложный вариант этого метода был использован во время первенства мира по футболу, когда изображение записывалось на видеомэгнитофон, причем синхронный комментарий на десяти языках записывался на дюймовую магнитную ленту. При воспроизведении каждому зрителю транслировалось изображение и нужное звуковое сопровождение.

Совершенно другая организация работы в студии и подачи программы применяется при так называемом «независимом свидетельстве» — программы такого типа, когда ведущий задает вопросы двум участникам передачи, которые находятся в разных студиях и не могут слышать друг друга (это делается, чтобы узнать реакцию людей, хорошо знающих друг друга: брата и сестры, секретаря и начальника, мужа и жены). Для этого требуются три студии: одна для ведущего, который с помощью наушников слышит программу полностью, и две студии для «жертв», которые слышат только предназначенные им вопросы, а ответов друг друга не слышат. Это может быть организовано разными способами; на Би-Би-Си переключения делают два помощника, сидящих в студиях с опрашиваемыми участниками.

Телефонные цепи, используемые в радио- и телевизионных программах

Телефонные цепи в вещании обычно не используются по следующим причинам:

1) качество речи, получаемое при использовании угольного микрофона и весьма удовлетворительное для связи, не соответствует требованиям, предъявляемым в вещании, поскольку иска-

жения и уровень шумов относительно высоки, а частотная характеристика тракта неравномерна;

2) ширина полосы частот относительно узка: 300—3000 Гц в США и 300—3300 Гц в Англии — этого вполне достаточно для обеспечения полной разборчивости речи, но недостаточно для вещания;

3) от телефонной системы нельзя ожидать той бесперебойной работы, как это требуется от линий, используемых в вещании;

4) нельзя гарантировать, что соединение с помощью автоматического оборудования будет сделано в требуемый момент времени: телефонная станция, линия или номер самого абонента могут быть заняты.

Поскольку в вещании приняты иные технические стандарты, очевидно, телефонные линии и оборудование в нем использовать нельзя, если только для этого нет особых причин, перечисленных ниже.

Исключительная актуальность: когда нет времени организовать передачу информации по высококачественной линии или записать необходимое выступление в студии и использование телефонной линии — единственная возможность получить ценную программу.

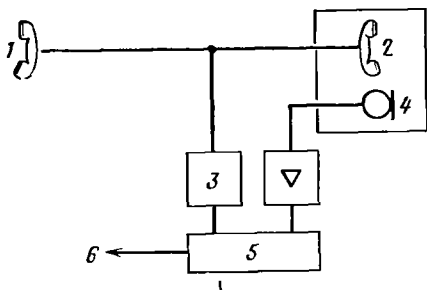
Крайняя удаленность: передающий информацию находится в какой-либо удаленной стране, не располагающей высококачественными каналами связи, или же использование таких каналов очень дорого; может случиться также, что телефон окажется единственным средством связи с внешним миром, например, если репортер находится на корабле, в поезде или самолете, в районе стихийного бедствия.

Участие в передаче слушателей: рядовой гражданин, находящийся в собственном доме, может быть без предварительного предупреждения приглашен с помощью телефонной связи участвовать в каком-либо заседании пассивным наблюдателем которого он до сих пор являлся.

Все описанные случаи оправдывают появление в передаваемой программе голоса, переданного по телефонной линии. Они, однако, не могут служить оправданием ухудшенного качества звучания голоса в студии, как это было бы, если обычная двухпроводная линия, выполняющая функции и приемной, и передающей, была использована для разговора обеих сторон. На практике сигнал из телефонной цепи после усиления подается на пульт управления звуком, где он смешивается с нормальным выходным сигналом из студии для придания ему полного частотного диапазона голоса на «ближнем» конце телефонного разговора.

Очевидно, чтобы звук голоса в студии замаскировал вариант того же голоса с «телефонным» тембром, последний не следует смешивать при высоком уровне громкости. Для предотвращения этого можно принять специальные меры: например, сделав отвод от линии вблизи студии, где сигнал будет ослаблен потерями и вследствие этого будет меньше, чем сигнал из студии.

Для того чтобы поступивший с линии сигнал имел такой же уровень, что и сигнал из студии, применяется усилитель, обеспечивающий постоянную громкость, или (что, в сущности, то же самое) комбинация усилителя и ограничителя. Коэффициент усиления ограничителя не следует устанавливать слишком высоким (не более 8 дБ), иначе шум линии может быть усилен до нежелательного уровня во время пауз в разговоре. Однако если есть устройство подавления шумов в паузе между уровнями речи и шума и есть соответствующее разделение, то коэффициент усиления ограничителя можно повысить (см. гл. 14). Такая линия может быть создана специально для использования в программе. Она может иметь свой собственный номер или подключаться через местный коммутатор. В обоих случаях имеет смысл не вводить линию прямо в студию, а подсоединить ее к контрольным точкам на пульте, чтобы она находилась в ведении звукооператора. Он может подключить ее к контрольному телефонному аппарату, используемому для технических проверок и производственных целей, к аппарату в студии или параллельно контрольному пульту.



Подлинный телефонный разговор, транслируемый на радио.

1 — удаленный телефон; 2 — телефон в студии; 3 — усилитель с постоянным уровнем; 4 — студийный микрофон; 5 — микшер; 6 — выходной сигнал.

В этой системе контрольный телефонный аппарат используется для приема вызова, проверки качества передачи перед трансляцией, в процессе которой особенно важно установить, нет ли перекрестных помех. После того как телефонная цепь подключается к студии, микрофон контрольного аппарата должен быть отключен, чтобы исключить дополнительные шумы.

Одновременно с переключением разговора в студию он параллельно подается через «входной» усилитель на контрольный пульт, отдельный громкоговоритель или наушники для предварительного прослушивания поступающего сообщения, поэтому контроль линии возможен и в случае выведения регулятора уровня поступающего с нее в студию сигнала.

Следует устроить таким образом, чтобы не происходило разъединения линии во время переключения ее в студию, даже в случае, если трубка стоящего там аппарата не поднята, а также в конце разговора, когда ее положат на рычаг. Окончательное разъединение должно происходить, когда будет сделано переключение на контрольный аппарат и его трубка положена или когда связь прекращается на противоположном конце линии.

Иногда могут быть организованы специальные услуги телефонной связи; в частности, может быть предварительно заказан разговор в точно назначенное время или, например, гудки, обыч-

но оповещающие о продолжительности разговора, могут быть подавлены оператором.

С точки зрения инженеров службы телефонной связи при использовании линии необходимо соблюдать два правила:

1) к линии нельзя подключать оборудование, если имеющееся в нем опасное для жизни напряжение может попасть в линию;

2) по линии нельзя передавать чрезмерно мощные сигналы вследствие создания перекрестных помех с ненормально высоким уровнем для других пользователей телефонной сети.

Способ использования телефонных разговоров в программах обычно подлежит согласованию с администрацией телефонной связи. Рассматривать ли нижеследующие правила как обязательные или лишь как предложения, зависит от таких факторов, как соглашения между вещательной и телефонной компаниями и предписания лицензионных властей. В различных странах это бывает по-разному, равно как может отличаться и сам метод использования (передача записи или «живой» программы). Некоторые из этих правил продиктованы соображениями обычной вежливости и здравого смысла, другие предназначены для того, чтобы не навлечь неприятности на сотрудничающие организации или предотвратить излишнюю навязчивость:

1. Получите согласие другого участника до того, как будет делаться передача.

2. Избегайте использования линий участника.

3. Не делайте в передаче с использованием телефонного разговора никаких критических замечаний или комментариев, которые могут быть истолкованы как критические, относительно телефонной службы;

4. Если разговор становится неразборчивым или появляются помехи, не настаивайте на его дальнейшей передаче, а как можно скорее окончите его.

5. Немедленно прекратите разговор, если он прерван оператором на станции или возникла перекрестная помеха (кто-то должен как можно быстрее позвонить другому участнику и объяснить, что произошло).

6. Не сообщайте в передаче номеров телефонов (и не позволяйте, чтобы их сообщали). Необходимо принять специальные меры, чтобы избежать излишне долгого пользования линией, которое препятствует неотложным вызовам, а это может оказаться дорогим.

7. Не привлекайте к участию в разговоре операторов и другой персонал телефонной службы. (В Англии Министерство почт требует, чтобы в эфир не сообщалось никаких ссылок на данную им санкцию на передачу и используемую при этом аппаратуру.)

Для обеспечения возможно хорошего качества участников разговора на обоих концах линии надо попросить говорить ясно, но не кричать, не торопиться, а микрофон держать у рта, а не под

подбородком. В месте, где стоит телефон, звуки передачи не должны быть слышны. Если у абонента имеются параллельные телефоны, то никто не должен пользоваться ими для слушания разговора, поскольку это снижает качество сигнала.

ГЛАВА ДЕСЯТАЯ

РЕГУЛИРОВКА УРОВНЯ И МИКШИРОВАНИЕ

Регулировка уровня сигнала — одна из простейших операций, но, как и другие операции, она является показателем отточенной профессиональной записи, отличающейся от любительской. Не каждая регулировка уровня заключается в простом медленном и равномерном перемещении движка регулятора, увеличивающего или уменьшающего сигнал. Регулировка должна быть своевременной и целенаправленной, а не просто плавной. Программы, составленные из звукозаписей, и драматические произведения в кино и на телевидении зависят от чутких пальцев звукооператора, управляющего сигналом. Хорошего звукооператора можно приравнять к музыканту. Он не ждет каких-то специальных сигналов для своих действий, а предвидит их, хотя для постороннего наблюдателя его работа незаметна. Совершенство действий оператора достигается благодаря тщательным репетициям.

Микширование является более сложной формой регулировки сигнала. Если микшерного пульта нет, сопровождающая музыка и прочий материал могут быть добавлены при монтаже. Но я считаю, что простой микшерный пульт (с двумя регуляторами) является тем минимумом аппаратуры, который необходим для творческой работы с программой на радио. В кино инженер звукозаписи, работая на месте съемки, пользуется небольшим портативным, например четырехканальным, микшерным пультом. Звукорежиссер на телевидении обычно имеет под рукой десятки регуляторов.

Альтернативой микширования является «наложение», но оно в профессиональной работе не применяется.

Регулировка уровня

Что представляет собой плавное регулирование уровня?

Мы знаем, что ухо воспринимает изменение громкости в соответствии с логарифмической шкалой (шкалой децибел). Это значит, что линейный регулятор уровня, обеспечивающий равномерное изменение сигнала, будет в начале регулирования очень мало уменьшать громкость, а затем она будет изменяться быстрее. Логарифмический регулятор обеспечивает равномерное и постепенное ослабление звучания сигнала, поэтому его следует использовать для большей части диапазона изменения звука. Такой ре-

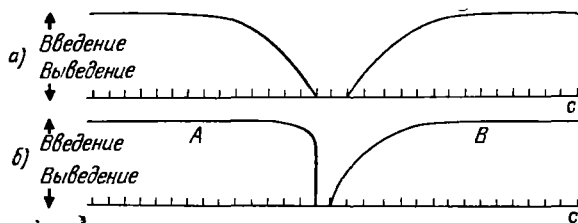
гулятор имеет равномерную логарифмическую шкалу делений в децибелах по всему диапазону своей регулировки.

Однако на практике слушателя не интересует звук в нижней части шкалы регулятора, и здесь допускается более быстрое затухание. В этом случае регулятор уровня выступает как устройство для быстрого разъединения слушателя и радиосцены, и как только такой процесс начат, нужно его быстро завершить, т. е. свести на нет сигнал в конце диапазона регулировки. Учитывая это дополнительное условие, идеальным регулятором, очевидно, является потенциометр с логарифмической шкалой для верхних двух третей длины своей регулировки с постепенным ускорением затухания в остальной части до полного отключения в нижней конечной точке. Лучшие регуляторы уровня, разработанные для профессионального использования, действуют именно так. Некоторые их типы описаны в гл. 2.

Регулировка звука на радио

При описании регулировки уровня вначале остановимся на самом распространенном случае — ее применении на радио. Виды программ, в которых она используется, представляют значительную часть передач в Великобритании и во многих других странах. Применение регулировок на телевидении и в кино будет рассмотрено позднее.

Говоря об использовании регулировки уровня сигнала, первое, что приходит в голову, это его применение в художественных программах, когда каждая сцена начинается с постепенного ввода звука и заканчивается его постепенным исчезновением. С другой стороны, текст от автора выключается почти сразу, поэтому нетрудно различить регулировку рассказа и рассказчика. Характер, скорость регулировки и длительность паузы — все это является информацией для слушателя, поэтому, приступая к созданию звуковой картины, необходимо решить, как она должна звучать. Имеющиеся в распоряжении на радио средства регулирования более ограничены, чем в кино, где применяются синхронный монтаж, затухание, наплыв, смена одного изображения другим, а



Регулировка уровня в драматической постановке:

а — простая регулировка между сценами, плавное уменьшение и увеличение сигнала; б — регулировка между авторским текстом и сценой, довольно крутой спад уровня дикторского текста (А) и плавное нарастание сигнала сцены (В). Для этих графиков ось ординат вначале представляет тишину, а верхней части — нормальную громкость.

также другие элементы техники кино: панорамирование, кадры, снятые в движении, и т. п. Многие приемы могут быть перенесены на радио, но с изменениями в технике регулировки уровня.

Когда ситуация требует изменения сцены, простейшим способом регулировки является медленное ослабление сигнала в течение 10 с до полной тишины, пауза в 2—3 с и затем постепенное увеличение громкости. Такой метод подразумевает полный разрыв непрерывности действия.

Более быстрые варианты такого простого регулирования используются для изображения действия в течение коротких промежутков времени или небольших изменений места действия. Например, действие, осуществляемое в соответствии с фразой: «Может быть, это в подвале... давай-ка пойдем туда и посмотрим... вот мы и здесь, смотри...», требует очень быстрого исчезновения и появления звука, достаточного для создания представления о небольшом промежутке времени.

Удаление от микрофона и приближение к нему используются для изображения меньших изменений места действия, скажем, перехода из одной комнаты в другую. В общем, удобно предполагать, что микрофон является статичным в поле действия, а само действие перемещается в пространстве, как, например, в эпизоде, происходящем в автомобиле. Отклонения от этих условий следует четко обозначать с помощью диалога или специальных эффектов, иначе слушатель будет сбит с толку. Даже сцена, начинающаяся вблизи автомобиля, который затем отъезжает, может вызвать недоумение у слушателя, который не сразу поймет, находится ли микрофон в автомобиле, или нет. Использование соответствующих вставок в диалоге вносит в происходящее ясность для слушателя.

Однако неправильное применение указаний в сценарии может привести к нелепости, как, например, в старом анекдоте о человеке на остановке такси:

Человек: «Быстро, в Танбридж Уэллс».

Звуковой эффект: шум удаляющегося автомобиля, пауза.

Человек: «Он мог бы и подождать, пока я сяду в машину».

В некоторой степени удаление от микрофона и приближение к нему равноценны затуханию, осуществляемому регулятором уровня. Испытания, проведенные в Соединенных Штатах, показали, что затухание с помощью регулятора уровня создает такое же впечатление у слушателей, как и перемещение относительно микрофона, но не наоборот. Если для изображения затухания звука используется перемещение у микрофона, то изменение акустического баланса выдает это действие и эффект затухания звучит неубедительно. Иногда актеры предлагают выполнить ослабление звука с помощью некоторых движений, но этот прием можно использовать только при записи в акустически заглушенном помещении.

В студии вообще приходится часто создавать довольно сложные эффекты, где ослабление звука комбинируется с увеличива-

ющимся искусственным эхо для создания эффекта удаления в реверберирующем пространстве.

Есть один бесспорный случай, когда регулировка уровня явно предпочтительнее движения относительно микрофона. Речь идет о сценах на открытом воздухе, разыгрываемых в студии. Сцены «на открытом воздухе» характеризуются отсутствием реверберирующего звука, и когда они играют в помещении с не полностью заглушенной акустикой, перемещение относительно микрофона неизбежно повлечет за собой выявление реверберирующего пространства. С другой стороны, регулировка уровня вызывает временную утрату атмосферы студии и поэтому требует дополнения ее специальными эффектами, микшируемыми с записи.

Глубина регулировки

Какова должна быть глубина регулировки затухания звука? Если начальная реплика должна быть ясной и отчетливой, то вводимое ослабление сигнала должно быть умеренным; если же первая строка новой сцены несет очень важную информацию, то регулятор уровня должен быть введен быстро. В обоих случаях следует обеспечить плавную регулировку уровня, иначе впечатление об изменении сцен будет утрачено, а результат регулировки будет звучать как пауза в разговоре.

Помимо особых случаев, большинство программ по регулировке уровня можно разделить на две группы. К первой группе относятся постановки драматических произведений, для которых применяется продолжительная и глубокая регулировка уровня сигнала, проводимая до полного его выключения. Ко второй группе относятся информационные программы, состоящие из дикторского текста и записей текущих событий (или дикторского текста и документальных кадров). Для этой группы типично частичное регулирование уровня, в отличие от полного, осуществляемого в пьесах.

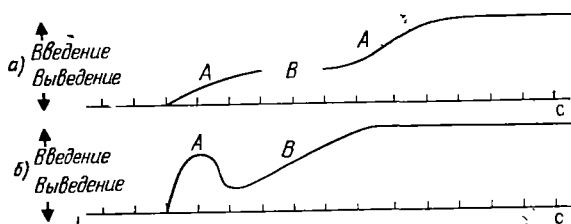
Школьные радиовещательные программы в Великобритании (копии которых направляются во многие страны мира) обычно имеют относительно небольшую регулировку уровня сигнала, будь то драматические или документальные передачи. Частично это связано с условиями прослушивания в классе: радиоприемник может быть плохим, а помещение гулким. Постановщики этих программ исходят из условий в школьной аудитории, поэтому школьные программы отличаются высокой четкостью, малым динамическим диапазоном и обладают достаточно низким уровнем звукового сопровождения, чтобы он не мешал речи.

Можно также предположить, что средние условия прослушивания в большинстве стран мира мало удовлетворительны, потому что передачи в коротковолновом и средневолновом диапазонах часто принимаются на пределе радиуса действия станций, а также ввиду ограниченных возможностей автомобильных и мало-

габаритных радиоприемников, широко используемых слушателями. В этих случаях необходимо использование неглубокой регулировки уровня сигнала передачи.

Сложные регулировки

Когда сцена начинается, например, с такой простой ремарки, как «Входит Уилберфорс», возникают трудности. Дело в том, что невозможно создать за несколько секунд атмосферу места действия и вступления первого действующего лица. Для создания ясной картины происходящего необходимо сначала создать эффект беседы других людей. Поэтому такой радиосценарий должен быть пересмотрен, а возможное решение часто состоит в том, чтобы забыть об инструкциях и положиться на текст, акустику и эффекты для создания желаемой ситуации.



Сложная регулировка уровня:

а — *А* — речь, *В* — тишина — в тишине регуляторы не возвращаются в исходное положение; б — сложная регулировка для введения негромких эффектов вначале. При *А* регулятор введен для ремарки «открывается дверь», затем регулятор перестраивается для речи — *В*.

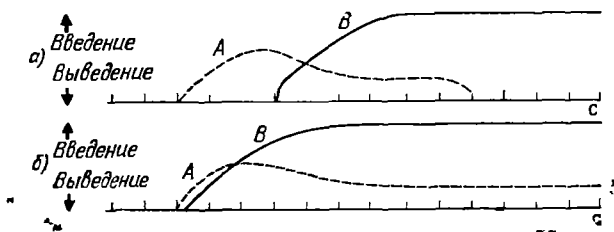
Иногда лучше обратиться к другой крайности в регулировке уровня затухания и пользоваться им только перед входом и выходом актеров. Это приводит к разбивке регулировки на несколько частей, хотя и нет оснований изменять сигнал во время паузы. Такой прием может показаться очевидным, но на практике о нем часто забывают. Поэтому, если Уилберфорс должен произнести пару фраз во время своего появления, основная регулировка должна производиться пока он говорит, а не между фразами. Это необходимо делать при любом изменении уровня звука, даже если имеется пауза в речи. Для достижения общего эффекта плавности регулировки иногда бывает необходимо также резко повышать или понижать уровень между репликами различных действующих лиц.

«Дверь открывается» — вот другая ремарка, с которой может начинаться сцена. Если этот эффект должен быть четко слышен, то его предварительно записывают на ленту с нормальным уровнем. Регулятор уровня открывают, а затем возвращают немного назад в исходное положение, чтобы его можно было использовать для осуществления «наплыва». Но в основном краткие местные эффекты нельзя рекомендовать в качестве начала сцены.

Регулировка уровня при наличии звукового фона

Если принять, что каждая сцена на радио начинается и заканчивается постепенным появлением и исчезновением звуковой картины, то очевидно, что всякий раз для этого необходим какой-то звук, на котором будут происходить эти изменения. Им обычно является несколько незначительных слов в реплике одного из действующих лиц. С точки зрения драматургии это довольно не совершенное решение вопроса — начинать и заканчивать каждую сцену с намеренно слабых фраз, поэтому постоянно ищутся пути, как обойти такое решение. Одним из них является часто повторяемая ремарка: «Звук исчезает под смех». Но если этим способом злоупотреблять, он может превратиться в штамп.

Гораздо лучший способ завершения сцены заключается в использовании какого-либо звукового фона. По мере того как сцена подходит к концу, речь постепенно ослабляется, а уровень фона растет, поглощая последние слова. После того как уровень фона достигнет максимума, он постепенно ослабляется в течение нескольких секунд.



Регулировка уровня при использовании звукового фона:

а — создание звукового фона А с помощью отдельного регулятора перед речью В; б — введение фона А с речью В и затем ослабление фона для избежания его чрезмерного уровня.

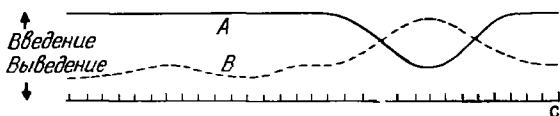
Аналогичным образом постоянный звуковой фон может быть использован для постепенного появления основного звука — такие эффекты весьма полезны для создания впечатления о новом месте действия, — и здесь фон также может быть усилен до некоторого максимума на короткий период, а затем плавно ослаблен, когда начинается диалог.

Другой способ появления звука заключается в введении речи и звукового фона почти одновременно, хотя здесь также фон должен быть немного впереди речи, с интервалом, достаточным для того, чтобы для слушателя было понятно, какие звуки что выражают, иначе фон может отвлечь внимание слушателя от первых слов, которые должны быть услышаны. Чем сложнее звуковой фон, тем больше вероятность того, что его необходимо создать первым, хотя окончательное решение неизбежно зависит от постановочного материала. В любом случае уровень звукового фона должен быть ниже уровня основного звука, а на протяжении дей-

ствия даже ниже, чем в начале и конце. Иногда уровень звукового фона приходится делать в середине действия неестественно низким для улучшения звучания основного сигнала. Кстати, в этом кроется одно из отличий монофонической передачи от стереофонической. Последняя допускает значительно большую громкость звукового фона вследствие лучшей разборчивости.

Звуковой фон во время сцен и между ними

Изменение уровня звукового фона в ходе длительных сцен позволяет избежать скуки в программе. При этом стараются удерживать на низшем уровне фона, когда произносятся важные сюжетные фразы в диалоге и повышают его на несущественных репликах или когда в разговоре упоминается об одном из звуковых эффектов фона или по ходу пьесы действующие лица должны перекричать шум. В этом случае актеров просят говорить громче, так, как это было бы в аналогичных естественных условиях.



Регулирование звукового фона. Фон B может непрерывно изменяться и иногда достигать максимума для создания связи между сценами, когда громкость речи A спадает.

Часто звуковой фон специально включают для связи между двумя частями одной и той же сцены: например, различные разговоры на званом вечере могут появляться или поглощаться фоном общего шума. Такой прием в радиовещании аналогичен съемочным приемам в кинематографии, когда, например, медленное панорамирование, или съемка движения от одной группы к другой, или перемещение групп перед неподвижной камерой позволяют полнее представить зрителям общую картину действия.

Нетрудно заметить, что при построении сцены для радио следует быть более осторожным в перемещениях, чем требуется в действительности. К счастью, обычно это не столь важно, если слушатель создает для себя картину, отличающуюся от вашей. Тем не менее иногда нужно быть более точным и создать впечатление съемки с движения путем включения в сцену звуковых эффектов и затем постепенного изменения их содержания. Например, можно перейти от общего шума голосов к относительно спокойной «сцене на балконе», и наилучшим способом такого перехода является смещение звуковых фонов.

Не следует злоупотреблять звуковым фоном. Если он используется для отдельных сцен, то он оживляет произведение. Ис-

пользование его для каждой сцены, особенно если они звучат громко, может утомить слушателя. Чересчур назойливые шумы фона следует исключать.

Регулировка уровня на телевидении и в кино

Описанная выше техника регулировки уровня относится, главным образом, к радиопостановкам. Для телевидения и кино скорость регулировки уровня и длительность любой паузы обычно определяются изображением. В простейшем случае появление или исчезновение изображения точно согласуется с регулировкой уровня звука. Несколько более сложная регулировка необходима, когда в ходе показа имеется слабый, но важный звук; этот звук может быть чрезвычайно подчеркнут. Аналогично этому, если имеется малозначащий, но громкий эффект, он может быть ослаблен. Небольшие вариации такого рода обычно вполне очевидны как на телестудии, так и на студии дублирования фильмов.

Не менее очевидным является использование звуковых эффектов и музыки при смене изображения. Например, для заполнения пауз в сцене званого ужина целесообразно увеличить громкость фонового шума толпы, а не уменьшать его. Это четко показывает, что во время такой паузы действие и его место не меняются (если затем будет включена сцена другого вечера, то такое несоответствие вводится намеренно). Изменение места действия от одного шумного места к другому может осуществляться с помощью максимального увеличения уровня звукового фона при регулировке и микшировании, при постепенном исчезновении изображения. Это удастся лучше всего, когда два звука по характеру различны.

Этот метод нужно применять очень осторожно и расчетливо, не обращая внимания зрителя на сам метод. Тогда драматический эффект будет сильным и звук будет подчеркивать важность протекающего события.

Менее результативные методы использования звукового фона, уже описанные для регулировки уровня на радио, также находят здесь применение. При переходе от одного кадра к другому обычно микшируют оба фона (или увеличивают, или ослабляют наиболее громкий из них) для согласования с изображением. Здесь для создания перехода уместно использовать небольшое усиление звукового фона.

Смена места действия

Переход от одного места действия к другому более интересен, так как он открывает широкий простор для творческого применения звука.

Простейшим случаем такой смены является непосредственный переход в диалоге (или действии). Например:

Изображение

Средний план рабочего-нефтяника: одновременно с его последними словами камера направляется на отдаленный силуэт человека, направляющегося к горящей нефтяной вышке.

Акция в руках управляющего: камера быстро выхватывает ее наименование.

Звук

Эффекты: рев пламени горящей вышки.

Рабочий-нефтяник: «Ясное дело, это очень просто. Вам всего-навсего удалось остаться в живых, а этому парню надо думать и думать: какую же цифру написать на бумаге».

Управляющий: «Подумать только, два с половиной миллиона!».

В этом случае звуковой фон первой сцены должен исчезнуть очень быстро. Однако его не следует удалять в физическом смысле, т. е. отрезать кусок ленты или пленки, так как будет слышен щелчок; достаточно будет резко его уменьшить. Если сцену ставят на телестудии, фон для первого кадра будет получен с магнитной или грамзаписи (или же все компоненты этого эпизода могут быть на кинопленке). Звуки фона должны прекратиться в месте смены эпизодов. Точно согласовать это по времени трудно, и есть опасность немного отстать, а это снижает драматический эффект.

Возможным решением является отключение записи в нужный момент. Если это — разрез видеоленты, звук следует перезаписать. Необходимость этого объясняется смещением между головками звука и изображения (см. гл. 15). Видеоманитофоны в настоящее время оснащены устройствами, позволяющими избежать щелчка при включении или выключении звукового сопровождения.

Другим методом, позволяющим избежать использования регулятора на телевидении, является остановка звукозаписи в конце первой сцены, перемотка ленты назад и включение записи звука и изображения вновь, по сигналу. Этим достигается такое же резкое, но без щелчка изменение эффектов.

Если в фильме применяются эти два метода в указанной выше последовательности, то используют быструю регулировку уровня. Дорожка первых эффектов, вероятно, будет записана таким образом, что они частично наложатся на следующую сцену. Оператор перезаписи впоследствии подбирает нужный момент перехода, используя изображение и счетчик метража, до тех пор, пока не добьется затухания именно в момент перехода, а не несколькими кадрами позже.

В приведенном ниже примере используются разнообразные методы для обеспечения связи между тремя кадрами.

Вид сквозь арку башни кафедрального собора; камера наклоняется, и в поле зрения оказываются молодые парни, проходящие внизу.

Общий план футбольного поля, собора и зданий колледжа на заднем плане.

Затем камера следует за мячом и игроками, затем останавливается на окнах лабораторного корпуса.

Общий план лаборатории: группы экспериментаторов. На переднем плане два студента около стеклянных химических аппаратов.

Эффекты: отдаленное пение хора; голоса; шаги.

Комментарий: «Здесь, под сводами средневекового собора эти молодые люди, будущие специалисты в области электроники, занимаются хоровым искусством...».

Игрок в регби: «Пас!».

Комментарий: «...о регби тоже не забывают». Интересно заметить, что работа, которую мы собираемся посмотреть, начинается не с физики, а здесь, в химической лаборатории».

Студент: «О, нет. Если мы так сделаем, ничего хорошего не получится».

Эта сцена была снята с учетом комментариев (в противном случае второй эпизод был бы бессмысленным). Музыка записывалась отдельно, но шум голосов и шаги, футбольные эффекты и шум лаборатории записывались синхронно со съемкой. Запись голосов и шагов, однако, сместилась на несколько кадров, потому что приближение лучше согласовывалось с вертикальным панорамированием при съемке первого эпизода.

Музыка вначале была тихой, а голоса и эффекты усиливались, пока не заглушили ее при увеличении наклона камеры. Возглас: «Пас!» давал сигнал для перехода к эпизоду на футбольном поле и прекращению музыки. Сопровождающие этот эпизод эффекты, которые записаны на той же дорожке, были доведены до полной громкости к моменту смены эпизодов. С первым крупным планом уровень эффектов резко упал до согласования с шумом лаборатории, поэтому потребовался только быстрый переход от одного сюжета к другому.

Основным здесь является то, что звук предшествует изображению. В данном случае создавалась естественная реакция, подобная той, как кто-то, услышав шум на улице, повернулся узнать, что это за шум и откуда он происходит. Такой метод может быть также использован для драматических переходов. Этот предшествующий звук может быть использован в более явном для зрителя виде. Например, футбольный болельщик, говоря о матче, как бы грезит наяву и слышит отдаленный шум стадиона, затем следует переход к сцене на матче и рев толпы на полную мощность.

Панорамирование

Под панорамированием обычно подразумевается пространственная взаимосвязь, и как таковая, она содержит интересные возможности по использованию звука (это относится к собственно панорамированию, а не к намеренному созданию нерезкости, которая иногда врезается между статическими сценами для создания перехода от одной натуры к другой). Вот еще один пример:

Изображение

Развешающийся флаг на мачте корабля.

Памятник Нельсону, военный оркестр пересекает площадь справа налево.

Крупный план памятника .. вертикальное панорамирование.

Курсанты, вращающие рычаги кабестана.

Курсант; на заднем плане судно, поднимаемое по слипу.

Звук

Начинает играть военный оркестр.

Комментарий: «Военная музыка, форма, выправка и впечатляющее напоминание о славном прошлом — все говорит о том, что это училище готовит моряков».

Эффекты: звуки вращающегося кабестана, шагов и скрип канатов.

Курсант: «Для двух судов из имеющихся в училище, требуется...».

В этом случае панорама не просто съемка двух объектов: памятник и лебедка на самом деле разделены расстоянием около километра. Но они являются частью одного и того же места действия, которое представляется с помощью серии съемочных деталей, а не общим планом, который был бы довольно скучным.

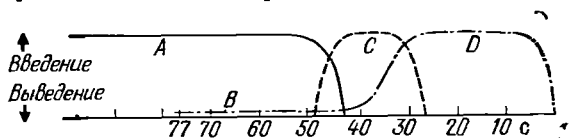
Звук здесь играет важную роль. Синхронная музыка из второго эпизода накладывается на первый (немой), а также проходит через панорамный кадр, резко меняя уровень при движении камеры. В эпизоде с лебедкой связанный с ним звуковой эффект (который был записан отдельно от съемки) сначала преобладал, а музыка, в конце концов, замирала, когда начинал говорить курсант. Шум лебедки, который относится к тому, что он говорил и к последующим кадрам, создавал фон с низким уровнем.

Использование звука такими различными путями возможно как на телевидении, так и в кино, а также и для связи между сценами. Эти музыкальные «мостики» типичны для радио, телевидения и кино.

Тематическая, фоновая и связующая музыка

Ничто не вызывает столько противоречивых мнений на радио и телевидении, как использование музыки. Это происходит потому, что для достижения эффекта, т. е. для оправдания затрат и усилий по использованию специально написанной музыки, она

часто должна быть достаточно громкой. У себя дома многие предпочитают громкую речь и тихую музыку. Большинство людей соглашаются, что удачно подобранная музыка помогает создать произведения высочайшего качества; но при неуместном использовании музыка лишает сцену того изящества, которое могло бы быть достигнуто с помощью хорошего естественного звука.



Предварительное ослабление музыки. Время предварительного ослабления — это количество секунд до намеченного окончания программы (в данном случае — 77 с). A — последний сюжет программы; B — заключительная музыка, которая играет, но не усиливается; C — диктор; D — музыка усиливается для завершения программы.

Когда телевидение демонстрирует произведения, созданные в старых традициях киноиндустрии, в них почти наверняка присутствует музыка. Но при финансовой экономии, являющейся лейтмотивом работы современного телевидения, развился более простой и художественно оправданный стиль, который является весьма эффективным. Он связан с повышенным использованием хорошо записанных эффектов. Эти эффекты дешевле по стоимости и могут служить многим целям, которым ранее служила музыка. Отсюда следует, что музыка должна отбираться с величайшей тщательностью (и отвергаться, если есть сомнение в превосходном результате), и она должна быть очень тонко вплетена в программу.

Если имеется достаточно средств или таланта или того и другого, то идеальной является специально записанная музыка, а связующую и фоновую музыку можно найти в каталогах грампластинок. Однако «музыка настроения» в Великобритании считается довольно старомодной для драматической продукции, хотя она все еще используется в пьесах для связи с элементами фантазии, воображения или стилизации или там, где необходим связующий элемент, иначе программа будет казаться раздробленной. Но с помощью музыки много легче потерять напряжение действия и нарушить текстуру пьесы, чем усилить их. Поэтому первое правило в отношении музыки: сомневаешься — не используй.

Следует, конечно, избегать популярной и всем известной музыки, если только она не должна нести смысловую нагрузку, и помнить, что в любой аудитории могут быть люди, для которых даже самые редкие записи окажутся популярными и «известными».

Музыкальная шапка программы или тематическая музыка должны быть гармонически связаны с качеством программы или создавать контрапункт в программе. По существу, музыка в начале программы должна помочь создать определенное настроение, а в конце — как бы подвести итог тому, что было сделано ранее. Другим критерием, которым следует руководствоваться при под-

боре такой или любой другой связующей музыки, является возможность ее регулирования. Какими бы другими качествами ни обладала музыка, важно, чтобы в ней были места достаточной продолжительности, чтобы ее можно было слегка усилить или ослабить.

Ясно, что нет необходимости использовать одну и ту же часть произведения в начале и в конце программы (если вообще используется одно и то же произведение). Поскольку основная идея пьесы развивалась от начала к концу пьесы, разумно выбрать такой отрывок для заключения, который представлял бы собой достаточно сложную разработку темы, услышанной вначале. Для некоторых музыкальных произведений это значит, что конец записи может быть использован для завершения программы. Однако начало произведения не всегда можно использовать в качестве достаточно хорошей звуковой заставки программы. Гораздо чаще приходится опускать вступление и начинать с основной темы.

Для завершения большинства радиопрограмм используется предварительно ослабленная музыка, что позволяет полностью, до последней секунды, заполнить время, отведенное программе. (Термин «предварительно ослабленная» в данном случае означает «ослабленная, но не до исчезновения».)

При типичном предварительном ослаблении (которое используется для передач новостей по Би-Би-Си) известно, что продолжительность от некоторого легко распознаваемого момента до конца записи составляет точно 1 мин 17 с. Поэтому запись включается точно за 1 мин 17 с до конца программы. Обычно устранивают так, что на самом деле необходимо не более 15—30 с, поэтому оставшаяся часть музыки постепенно исчезает с последними словами диктора или немного раньше, если звукооператору, прослушивающему программу с помощью наушников, указана определенная фраза в тексте диктора, на которой должна прекратиться музыка.

Очевидно, что вокальная музыка не годится для предварительного ослабления, и поэтому она редко используется для завершающей заставки программы.

Переход от речи к музыке

Для того чтобы рассказать о том, какими путями можно обеспечить переход от речи к музыке, рассмотрим вначале несколько способов связи речи и музыки в программах, составленных из грамзаписей. Обработка музыки в драматических программах или программах типа журнала аналогична — она подчиняется правилу, по которому музыка не должна быть назойливой, т. е. она должна быть на значительно более низком уровне, чем музыка, играющая главную роль. На практике это означает, что почти каждая регулировка уровня сигнала или каждый переход между фрагментами различаются между собой и должны определять-

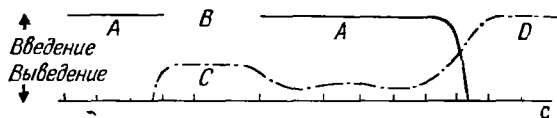
ся с учетом отдельных требований ситуации. А для этого следует принимать во внимание не только непосредственно содержание, но и настроение, ритм и стиль программы в целом.

В одной программе могут быть использованы регулировки нескольких типов. Возьмем типичный случай вокальной поп-музыки с кратким инструментальным введением и на его примере покажем различные способы перехода от речи к музыке.

1. **Прямой или почти прямой переход.** Вводная часть на пластинке не рассматривается как введение: она становится средством музыкальной связи между предшествующей речью и вокалом, который идет вслед, и ее уровень часто может изменяться для лучшего согласования с речью. После этого сигнал с грампластинки может быть усилен или ослаблен до необходимого общего уровня. Первые ноты вводной части пластинки могут иногда подчеркиваться для создания ощущения необычности начала.

2. **Врезка введения.** Первое слово вокала довольно быстро следует за врезкой, как будто второй голос в споре отвечает на реплику (точный момент врезки определяется ее ритмом и интонацией). Иногда бывает необходимо немного сократить запись.

3. **Введение под речь.** Здесь начало музыки по времени и месту помещается в соответствующей точке по сигналу, который может быть специально написан. Вводная часть может быть сыграна с достаточно низким уровнем так, чтобы она не влияла на



Переход от речи к музыке. Введение под речь (A). Во время паузы (B) начинается музыка (C), затем ослабляется на фоне объявления. В заключение она по сигналу усиливается до полной громкости.

различимость речи. В речевой врезке может быть перерыв, в котором в течение нескольких секунд звучит музыка самостоятельно. Повышение уровня обычно начинается перед заключительными словами и продолжается до достижения полной громкости для начала пения, которое следует за сигналом с интервалом не большим, чем требуется для вдоха.

Аналогичный перечень методов может быть применен для обратного перехода от музыки к речи.

Соединение музыки с музыкой

Связь одного музыкального отрывка с другим может быть сложной или очень простой. Простейшим случаем является, конечно, следование через некоторое время, при котором новый номер идет либо после очень короткой паузы, либо одновременно с окончанием предыдущего отрывка. Иногда дикторский текст может идти на фоне вводной части в удобном ее месте или на фоне

перехода, хотя начало объявления точно в тот же момент, что и новый номер, может привести к путанице, поэтому этого, как правило, избегают, если не достигается идеальная непрерывность между двумя музыкальными отрывками.

В некоторых случаях бывает лучше избегать концов и введений путем микширования от одного отрывка к другому. Каждый двух-трехминутный номер популярной граммофонной записи, естественно, записан, как будто он сам по себе является законченной программой. Он имеет, как любое законченное отдельное произведение, начало, середину и конец. Но в быстрослушающей программе, состоящей из грамзаписей, может случиться, что требуется только середина, а вводная часть или конец могут быть слишком «длинными» (или слабыми) и должны быть выброшены из программы.

Микширование от одной записи к другой может быть очень непростым делом, а если оно неточно, то звучание может быть неудовлетворительным. Если оба произведения написаны в жестком ритме, требуется идеальное совпадение по времени. Но переход облегчается, если происходит в момент, когда музыка приобретает не слишком определенную форму, например, когда один номер можно ослабить на длительной протяжной ноте, а другой внести на восходящем арпеджио или глассандо. Но (и это большое «но»), хотя составление программ такого сорта может быть большим удовольствием и они, непременно, заслужат аплодисменты профессионалов, они не всегда могут доставить удовольствие обычному слушателю. Поэтому не следует составлять сложных сочетаний грамзаписей только во имя искусства составления.

Последовательность тональности

Переход или микширование возможны только тогда, когда произведения написаны в одной или близких тональностях. В действительности может случиться, что, будучи номинально одинаковыми, тональности недостаточно совпадают для перехода без небольшой поправки скоростей воспроизведения. Для этого можно не быть музыкальным экспертом, хотя немаловажно хорошее чувство относительной высоты звука.

При составлении любой программы грамзаписей следует подумать о последовательности тональностей (это также можно сделать по слуху): разнообразие тональностей поможет оживить всю картину. Вопрос состоит в том, как перейти от одной тональности к другой. В едином музыкальном отрывке это обычно делается с помощью последовательности соответствующих тональностей, что иногда может оказаться невозможным при стыковке нескольких предварительно записанных тем, поэтому, если не требуется явный диссонанс, нужно отыскивать другие средства смягчения перехода. Рассказывают о дирижере мюзик-холла, который, когда встречался с такой проблемой, просто записывал в партитуру удар в цимбалы и сразу же переходил к новой тональ-

ности. Удар в цимбалы — неожиданный громкий звук неопределенной высоты — был придуман для того, чтобы заставить слушателя забыть тональность, которая звучала до этого. На радио для этого используется более тонкий способ — объявление.

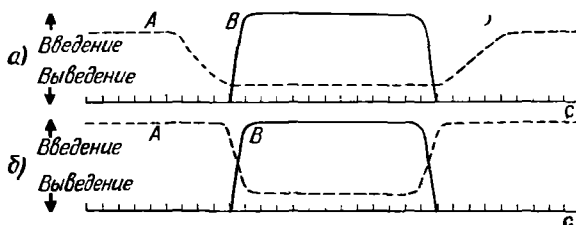
При объявлении между двумя темами, даже очень коротком, длительностью около 5 с, исчезают трудности, вызываемые изменением высоты тона. Ухо не будет воспринимать диссонанс, если два звука разделены и внимание рассеяно речью. К счастью, это значит, что программы могут составляться в соответствии с содержанием, с необходимыми контрастами в стиле и ритме между произведениями и не слишком беспокоясь о тональности.

Есть один особый случай переходного объявления, который максимально учитывает изменение тональности. Речь идет о методе, принятом в программах, составленных из грамзаписей. Ведущий, говоря о следующем номере программы, наигрывает на рояле только что прозвучавшее произведение в его тональности, а к концу своего объявления он постепенно переходит к тональности произведения, которое будет исполнено. Подстройка уровня звука рояля и предстоящей записи требует большей, чем обычно, аккуратности, если переход должен звучать плавно.

Описанные выше методы применяются, в частности, в программах звукозаписи, но эти же принципы используются там, где должны быть связаны «живая» и предварительно записанная музыка.

Добавление речи к музыке

В тех случаях, когда речь добавляется к музыке, например в случае тематической музыки с объявлениями или наложением вводных замечаний, обычно выбирают голос, звучащий очень отчетливо. Поэтому музыка может использоваться со всей полнотой звучания, которое будет несколько изменяться только с первыми словами. С последними сигналами музыка вновь звучит так же, как в начале, на что требуется времени не более чем на паузу для вдоха. Такой прием называется «комментарием новостей».



Музыка к фильму и комментарий:

а — обычный способ: музыка (*A*) постепенно регулируется по громкости так, чтобы комментарий или другая речь (*B*) были ясно слышны при их начале; по окончании речи уровень плавно регулируется (музыка может быть написана или специально подобрана для создания этого эффекта); *б* — способ регулировки для выпуска кинохроники. Музыка (*A*) удерживается на высокой громкости до момента начала речи (*B*) и вновь достигает максимальной громкости, как только речь заканчивается. Регулировка в этом случае быстрая.

т. е. музыка микшируется так же, как в свое время звук для киноновостей, с помощью чего удавалось избежать неудобств несинхронной речи или звуковых эффектов.

В конце программы, когда требуется ее закончить на высокой ноте и когда накладывается музыка, аплодисменты и речь, можно вновь применить аналогичный метод. Но в любом случае нельзя забывать, что для многих слушателей такое завершение программ звучит не более как громкий и не особенно приятный шум.

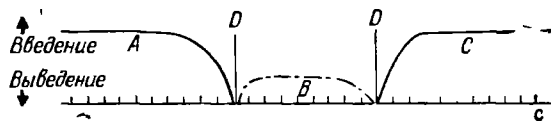
Альтернативным и более смягченным методом микширования музыки и речи является использование мягкого ослабления музыки до и после речи. Сомнительное преимущество его состоит в том, что при этом не слишком искажаются уровни музыки. Я говорю «сомнительное» потому, что музыка для фильма (или вспомогательная музыка на радио или телевидении), хотя и хорошо написанная, не имеет никакого преимущественного права рассматриваться как произведение искусства отдельно от целого, так же как рама не является произведением искусства без картины.

Монтаж музыки в программе

При отсутствии соответствующей аппаратуры часто можно ввести в программу музыкальные связки с помощью монтажа, а не микшера. Но прежде чем вводить музыку, ее, как правило, необходимо переписать с пластинки для того, чтобы сделать уровни моментов вступления и выхода совершенно одинаковыми.

При введении музыкальных отрывков в немзыкальные программы следует иметь в виду следующее. Во-первых, помнить о том, что уровень музыки следует поддерживать низким, если не требуется «ударный» эффект. Часто небольшое повышение уровня создает более плавное начальное звучание.

Если принятое повышение уровня является длинным и глубоким, то оно может быть прекращено настолько близко к предшествующей речи, насколько позволяет реверберация. Как альтернатива, повышение уровня может состоять из двух частей: очень



Монтаж музыкальной связки между речевыми отрезками:

А — конец одной сцены; В — музыкальная связка; С — начало следующей сцены; D — удаленная часть записи.

быстрый рост до определенной точки ниже требуемого полного уровня, за которым следует более плавное повышение на оставшуюся часть. В этом случае музыка не может быть прекращена близко к речи.

Уменьшение уровня может быть также сложным. В конце долгого глубокого затухания лента может быть отрезана очень близ-

ко к последующей речи. Результат может прозвучать как небольшое наложение. Но не отрезайте кончика ленты для «улучшения» этого эффекта, так как место соединения будет заметным. Другой метод — двухступенчатая регулировка (медленная, а затем резкая) — требует большего искусства, поскольку окончание должно идеально совпадать по времени с музыкой, а последний звук — звучать на таком уровне, чтобы было незаметно отсутствие реверберации.

ГЛАВА ОДИННАДЦАТАЯ

ИСКУССТВЕННАЯ РЕВЕРБЕРАЦИЯ И ИСКУССТВЕННЫЕ ИСКАЖЕНИЯ

Используемым в Британском радиовещании термином «эхо» обозначают применяемые в студии приемы, предназначенные для увеличения реверберации без возникновения действительного эха. Этот термин, когда-то неправильно употребленный, прижился и применяется во всех тех случаях, когда обозначается большая реверберация, чем можно получить с помощью естественной акустики студии, или обозначается реверберация, искусственно добавляемая при записи музыки с близким многомикрофонным балансом¹.

Существуют два удовлетворительных метода получения эхо-эффекта с помощью эхо-камеры и пластинчатого ревербератора. В обоих случаях системы обладают многократным отражением звука, вызывающим случайный характер его спада. Основной проблемой технического конструирования этих устройств является предотвращение отчетливо слышимых искажений частотной характеристики вследствие резонансов.

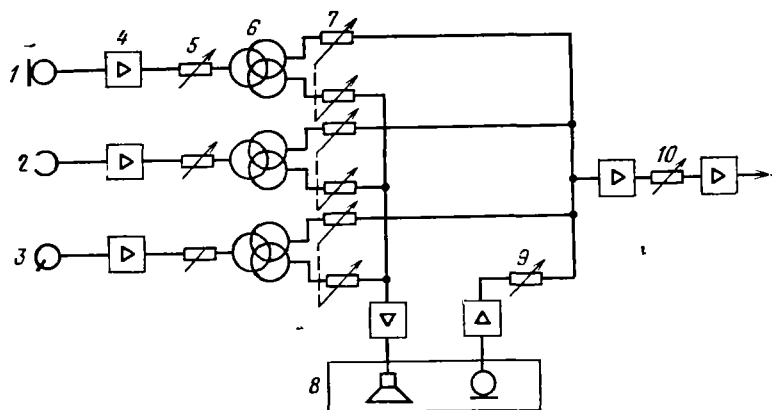
В качестве примера типичной цепи эхо-сигнала я опишу схему, принятую на Би-Би-Си, которая представляет собой стандартное оборудование, имеющееся почти в любой студии, кроме предназначенных для самых простых речевых передач.

Выходной сигнал от каждого источника (микрофона, магнитофона, проигрывателя и т. п.) после предварительного усиления разделяется на две части, одна из которых подается на громкоговоритель в эхо-камеру (или на вход пластинчатого ревербератора). Для каждого источника предусмотрен специальный пере-

¹ В нашей практике обычно используется термин «искусственная реверберация» или просто «реверберация», включающий в себя также и понятие эха (см. словарь терминов).

Под близким микрофонным балансом подразумевается такое расположение микрофонов в студии у источников сигналов, при котором энергия попадающих в микрофон отраженных волн минимальна и, следовательно, реверберация студии не оказывает влияния на звуки, воспринимаемые микрофоном. В этом случае средствами искусственной реверберации можно добиться любой окраски звучания передаваемого сигнала.

ключатель — регулятор, которым изменяется соотношение «прямого» и реверберационного сигналов. В центральном положении оба сигнала одинаковы; в одном крайнем положении ревербированный сигнал отсутствует, в другом — «прямой» сигнал. Вы-



Структурная схема создания эха:

1 — микрофон; 2 — магнитофонная воспроизводящая головка; 3 — головка звукоснимателя; 4 — предварительные усилители; 5 — регуляторы уровня; 6 — дифференциальные трансформаторы; 7 — объединенные регуляторы сигнала, подаваемого в эхо-камеру; 8 — эхо-камера; 9 — регулятор уровня эхо-сигнала; 10 — главный регулятор уровня.

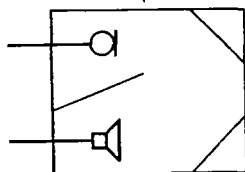
ходной сигнал от микрофона эхо-камеры поступает на звукорежиссерский пульт как сигнал дополнительного источника со своим отдельным регулятором уровня.

Эхо-камера

Комната с сильно отражающими стенками может быть эхо-камерой. В ней в произвольном порядке размещены разного рода предметы для ослабления отражений и снижения избытка реверберации в среднечастотной части диапазона. В середине комнаты может быть стена, для того чтобы звук распространялся по изогнутой, U-образной удлиненной траектории.

Если эхо-камера сообщается с атмосферой вне здания, то ее параметры будут зависеть от погоды, так как влажный воздух подчеркивает высокочастотную часть спектра звука, а сухой, наоборот, поглощает его.

Форма и размеры комнаты определяют тембр создаваемой реверберации, а в тех случаях, когда используется комната малого размера, тембр может быть даже неприятен на слух. Можно сказать, что эхо-камеры обладают своим определенным и иногда очень трудным «характером». Недостаток эхо-камеры заключается



Эхо-камера. Для удлинения пути распространения звука в эхо-камере часто используется U-образное помещение.

также и в том, что она имеет фиксированное время реверберации. Если оно составляет 2 с, то это подходит только для записи или передачи музыки, а для театрального спектакля менее удовлетворительно. Для речи используется небольшое эхо, которое должно замечаться только при громких звуках, при этом будет наблюдаться ситуация, хорошо соотносящаяся с тем, что мы наблюдаем в жизни; увеличенное время реверберации в этом случае было бы неприятным. Для снижения времени реверберации осуществляется перезапись фонограммы через эхо-камеру при уменьшении вдвое скорости движения ленты как в воспроизводящем, так и в записывающем магнитофонах. Если время реверберации надо увеличить, то перезапись осуществляется на двойной скорости.

Одна из проблем, возникающая при использовании эхо-камер, связана с малыми их размерами — 120 м³ и менее. Вследствие собственных резонансов в таких эхо-камерах спектр сигнала искажается в области средних частот. Эти и другие пики частотной характеристики камеры подчеркиваются многочисленными отражениями, происходящими в малом объеме.

Эхо-камера, подобно радиостудиям, должна быть защищена от шумов, распространяющихся по конструкциям здания, в котором она находится. Иначе, даже в лучшем случае, какие бы перестройки ни проводились, камеру использовать нельзя до тех пор, пока все внешние работы, вызывающие шум, не будут прекращены. В худшем случае камера может резонировать даже от звука шагов наверху или по соседству.

Преимущество эхо-камеры состоит в том, что затухание звука в ней происходит естественно: в то время как звук продолжает реверберировать в трех измерениях, волна разбивается на множество отражений, которые достигают микрофона во все более уменьшающиеся промежутки времени задолго до того, как звук полностью затихнет.

Если эхо-камера употребляется для имитации звучания большого зала, то кроме получения соответствующего времени реверберации следует обеспечить спад частотной характеристики в области высоких частот и подходящую задержку перед «первым отражением». Это соответствует длинному пути распространения волны в воздухе. Если кратчайшее расстояние между громкоговорителем и микрофоном эхо-камеры слишком мало, чтобы создать ощущение пространства, следует воспользоваться для задержки магнитофоном.

Пластинчатый ревербератор

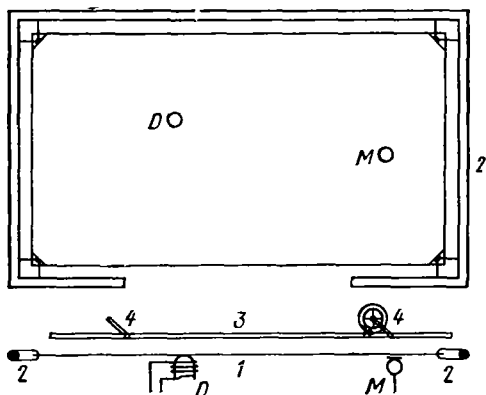
Это устройство более гибко в применении, поскольку в нем можно менять время реверберации. В принципе, пластинчатый ревербератор представляет собой металлический лист, похожий на обычно используемый в театре для создания эффекта громового удара. Разница между ними состоит в том, что если для по-

лучения «грома» лист надо встряхнуть руками, а энергия колебания при этом излучится прямо в воздух, то в пластинчатом ревербераторе применены два электроакустических преобразователя. Один из них колеблет пластину, подобно тому, как катушка громкоговорителя приводит в движение диффузор; второй преобразователь действует на звукосниматель, превращающий механические колебания пластины в колебания электрического тока.

Луженый стальной лист пластинчатого ревербератора подвешен на растяжках за четыре угла в стальной раме. Для уменьшения характерного металлического призвука в сигнале, прошедшем пластинчатый ревербератор, минимальный размер его листа должен быть не меньше 2 м^2 при толщине, равной $0,5 \text{ мм}$. Стальной лист такой толщины обладает хорошей передачей звуковых колебаний во всех направлениях; в других металлах звуковые колебания обычно быстро затухают. В противоположность эхо-камере резонансные явления листа на низких частотах не создают острых пиков в частотной характеристике и возбуждения на более низких частотах — напротив, эти резонансы довольно равномерно распределены во всем диапазоне звуковых частот.

Пластинчатый ревербератор:

1 — металлический лист; 2 — трубчатая стальная рама; 3 — демпфирующая плата, вращающаяся вокруг опоры 4 (в данном случае расстояние между металлическим листом и демпфирующей платой устанавливается вручную, однако во многих современных устройствах оно изменяется с помощью двигателя, управляемого с контрольного пульта); D — устройство возбуждения колебаний; M — звукосниматель.



Характерная тембральная окраска реверберированного сигнала может быть вызвана неравномерной толщиной листа. В свое время это было главной проблемой, поскольку при прокатке стального листа нельзя было выдержать необходимый допуск. Для определения пригодности листы перед испытаниями на несколько дней выдерживали в натянутом состоянии, и многие из них отбраковывались уже на этой стадии. Кроме того, было установлено, что звукосниматель и латунный сердечник возбуждителя колебаний должны иметь малую массу и быть приваренными к листу — винты и заклепки для крепления использовать нельзя.

Электродинамический возбудитель колебаний обычно прикрепляют на раме перемычкой, а для снятия сигнала используют пьезоэлектрический звукосниматель. Оба устройства размещаются на пластине асимметрично. Частотные характеристики реверберационной пластины, обоих преобразователей и их усилителей подбираются таким образом, чтобы получить характеристику,

пригодную для большинства случаев применения. Нормальная реверберация имеет наибольшую продолжительность в области средних частот с некоторым спадом в области низких частот и гораздо большим в области высоких — 15 дБ на 10 кГц (это аналогично поглощению высоких частот в комнате средних размеров). Для достижения такого результата специально вводится затухание, так как без него амплитудно-частотная характеристика пластины имеет большой подъем в начале низкочастотной области.

Для обеспечения затухания и регулировки времени реверберации используется тонкий и жесткий лист, покрытый пористым материалом. Этот лист укрепляется на некотором расстоянии от реверберационной пластины, которое можно изменять. В качестве демпфирующего материала используют фибerglassовое покрытие толщиной 0,8 мм (легкие ткани колебались бы вместе с воздухом, а более толстый материал испортил бы частотную характеристику). Механизм затухания заключается в том, что поглощающий материал уменьшает энергию стоячих волн, возбуждаемых реверберационной пластиной. Когда поглощающий лист находится ближе к реверберационной пластине, энергия колебаний и время реверберации сокращаются. Отметим также, что этот процесс поглощения отличается от обычного тем, что для поглощения низких частот здесь не требуется большая толщина материала.

При наибольшем расстоянии между реверберационной пластиной и демпфирующим листом (120 мм) время реверберации составляет 5,3 с на частоте 500 Гц и снижается до 1,5 с на 10 кГц. Это напоминает характеристику большого помещения с избыточной реверберацией, например кафедрального собора. Наименьшее расстояние между листами составляет 3 мм, время реверберации при этом равно 0,3 с. В простейшем варианте устройства расстояние между листами изменяется вручную вращением колеса на верхней крышке корпуса. Однако эту операцию можно производить с помощью управляемого кнопкой электромотора, а для контроля времени реверберации пользоваться прибором на пульте управления. Это дает возможность экспериментировать с временем реверберации на репетициях, если, однако, мотор производит не слишком громкий шум.

Преимущество реверберационных пластин состоит в том, что, будучи двухмерными, они обеспечивают излучение волн и их разбиение на отражения, так что число их растет по мере того, как реверберация угасает. Этот эффект не вполне соответствует тому, что бывает при реверберации в трехмерном пространстве, но отличить на слух эти процессы очень трудно.

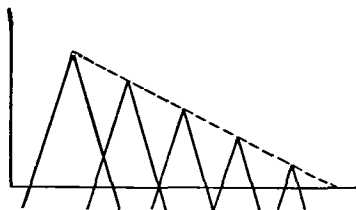
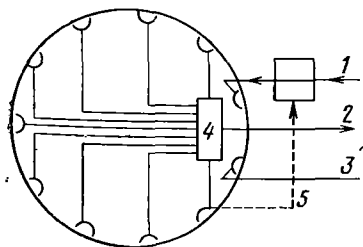
Используя пластинчатый ревербератор, на котором оба преобразователя находятся на близком расстоянии один от другого, приходится имитировать задержку звука, характерную для большого зала. Это осуществляется с помощью магнитофонной линии задержки, включенной в реверберационный канал.

Пластинчатый ревербератор очень чувствителен к шумам и реагирует даже на движение воздуха, поэтому нередко возникают трудности, связанные с его размещением. Крайне нежелательно держать его в аппаратной студии, поскольку при больших громкостях работы находящихся там громкоговорителей может возникнуть возбуждение на частотах около 200 Гц. Удобным местом для установки ревербератора был бы вестибюль студии или какое-либо другое тихое помещение, где могут находиться и другие пластинчатые ревербераторы, поскольку они во время работы не влияют один на другой.

В пластинчатом ревербераторе, так же как и в эхо-камере или какой-либо другой комнате, возникает некоторая окраска звука, как это следует из природы процесса его затухания. В некоторых пределах это желательно, поскольку дает ощущение объемности, но такая окраска может стать неприятной на слух. В известной степени это можно регулировать размещением преобразователей на пластине, хотя, к сожалению, этому препятствует весьма значительный сигнал, проходящий напрямую из одного преобразователя в другой (в эхо-камере этого не происходит). Последнее означает также, что существует предел пропорции, в которой реверберированный сигнал может быть смешан с основным сигналом передачи. Однако такое ограничение редко бывает существенным и в гораздо большей степени окупается возможностью изменять время реверберации пластинчатого ревербератора.

Задержка звука с помощью магнитной записи и реверберация в цистерне с водой

Для создания реверберации разработаны и другие системы, например устройства, использующие петлю магнитной ленты, запись с которой воспроизводится большим количеством расположенных друг за другом головок. Однако это устройство может дать только ограниченное количество «отражений», вследствие чего реверберированный сигнал не имеет естественной окраски



Устройство получения реверберационного сигнала с помощью петли магнитной ленты: 1 — вход к записывающей головке; 2 — выход; 3 — цепь стирания; 4 — смеситель выходных сигналов; 5 — сигнал с последней головки может быть использован для продления звука с постепенно убывающим уровнем. Диаграмма реверберированного сигнала, полученного с помощью петли ленты. Как правило, сигнал имеет сильный специфический призвук.

помещения и «механически», ненатурально звучит. Тем не менее оно находит применение в «конкретной» (см. гл. 12) и поп-музыке.

Другим устройством искусственной реверберации является установка, в состав которой входит резервуар с водой. Звук модулирует несущую частоту 80 кГц, которая подается на пьезоэлектрический элемент, возбуждающий в воде волны давления. Вторым пьезоэлементом воспринимает эти волны и множество их отражений от стенок резервуара. После обратного преобразования — демодуляции — звуковой сигнал поступает на звукорежиссерский пульт. Недостаток этой системы состоит в том, что в ней устанавливаются стоячие волны на низких частотах.

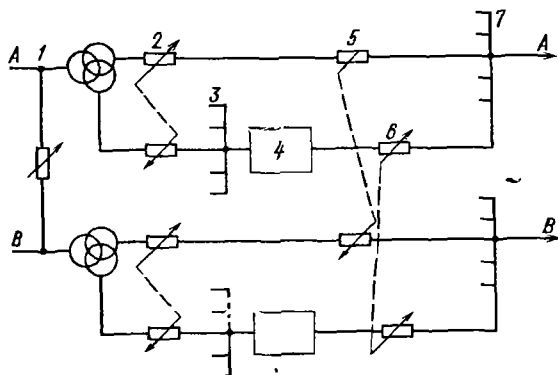
В относительно недорогих ревербераторах в качестве главного элемента могут использоваться системы пружин.

Искусственная реверберация в стереофонии

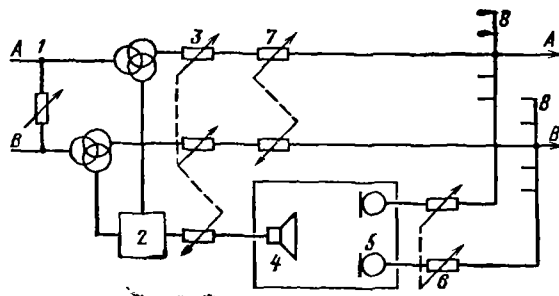
Регуляторы сигналов искусственной реверберации обычно имеются как в моно-, так и в стереоканалах звукорежиссерского пульта. В стереоканал реверберированный сигнал подается от-

Схема получения искусственной реверберации в стереофонии. В данном случае для каналов *A* и *B* используются отдельные устройства.

1 — регулировка базы; 2 — спаренные регуляторы реверберационного сигнала; 3 — сигналы от других источников той же группы; 4 — устройство искусственной реверберации; 5 — регулятор уровня сигнала; 6 — регулятор реверберационного сигнала; 7 — групповой микшер.



дельно для *A* и *B* каналов, а каждый из стереосигналов для получения реверберации может подводиться к своему устройству (например, к пружинному ревербератору). На вход эхо-камеры может подаваться и суммарный сигнал $A+B$. В эхо-камере уста-



Искусственная реверберация в стереофонии с использованием эхо-камеры:

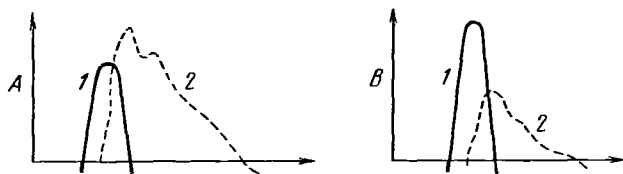
1 — регулятор базы; 2 — селектор сигналов (*A*, *B* или $A+B$); 3 — регуляторы реверберационного сигнала; 4 — громкоговоритель эхо-камеры; 5 — микрофоны каналов *A* и *B* в эхо-камере; 6 — регулятор реверберированного сигнала; 7 — регулятор уровня сигнала; 8 — групповой микшер.

новлен один громкоговоритель, а на ее выходе имеются два микрофона, сигналы которых возвращаются в микшер как новые сигналы А и В.

Монофонические источники звука, используемые в стереофонии, обычно необходимо пропустить через стереоревербератор, так как их звуки слабо акустически окрашены и звучат без этой обработки «сухо».

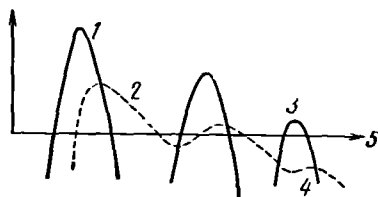
Применение искусственной реверберации

Добавляемая эхо-камерой реверберация находится в прямой пропорции с громкостью подаваемого в нее звука. Если исполнитель стоит непосредственно у микрофона и шепчет в него, то при том же положении движка регулятора, управляющего уровнем, реверберируемый сигнал будет таким же, как в случае, когда актер кричит на расстоянии трех метров от микрофона. Отсюда следует, что при использовании искусственной реверберации в радиопостановках в первую очередь надо обращать внимание на пространственные эффекты, которые должны быть воссозданы с самого начала. Если актер направился к микрофону, то регулятор реверберации надо соответственно вывести.



Смещение прямого и эхо-сигналов. При отдельной регулировке прямого 1 и эхо-сигналов 2 можно получить большое разнообразие эффектов. В случае А реверберируемый сигнал преобладает над прямым сигналом, а в случае В реверберируемый сигнал уступает постепенно после прямого звука.

Если в радиопьесе должны одновременно звучать другие голоса или звуковые эффекты в иной перспективе, то требуется более сложная организация записи. В этом случае используется второй двунаправленный микрофон, в канал которого вводится сильно реверберируемый сигнал. Этот микрофон подвешен над основным микрофоном, на который реверберируемый сигнал практически не попадает. Когда актер подходит к основному микрофону, он одновременно удаляется от рабочей зоны верхнего микрофона. Таким образом, перспектива подчеркивается без непрерывной регулировки регулятора реверберируемого сигнала. Это усовершенствование особенно пригодно для применения на радио и менее годится на телевидении и в кино, поскольку



Зависимость слышимости реверберации от уровня сигнала:
1 — громкий прямой звук; 2 — слышимая реверберация; 3 — тихий прямой звук; 4 — реверберация ниже порога слышимости 5.

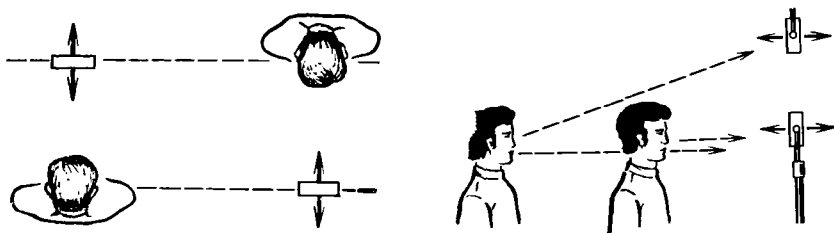
там возможности подходящей установки микрофонов ограничены.

Когда реверберация желательна только для одного голоса, как, например, в случае разговора между двумя людьми, один из которых находится на дне колодца, то используется переключатель реверберации. Регулятор уровня реверберации устанавливают в заранее определенное положение, а переключателем производят поочередную для каждого голоса коммутацию. Таким образом, хотя вход эхо-камеры все время остается открытым, туда попадает и обрабатывается лишь сигнал, соответствующий одному голосу. Так же осуществляется передача сигнала в тех случаях, когда двум голосам соответствует разная реверберация.

Если в рассмотренных случаях вместо переключателя использовать регулятор уровня реверберированного сигнала, то согласование времени операций будет другим, так как регулятор нельзя вводить или выводить до тех пор, пока не появится новый голос. При этом методе реверберированный сигнал может звучать в течение паузы в необходимой пропорции или отсутствовать вовсе в зависимости от замысла режиссера.

Третий путь управления реверберированным сигналом в сложной ситуации состоит в размещении исполнителей у отдельных микрофонов, хорошо изолированных между собой или просто обращенных один к другому нерабочими сторонами. Это дает возможность независимой регулировки реверберационного сигнала от каждого источника.

Искусственная реверберация имеет большое значение для передачи музыкальных программ по телевидению (если только не используется амбиофоническая система). Однако при передаче серьезной музыки делаются заметными многие искусственные



Реверберация для двух голосов. Если необходимо сделать так, чтобы каждому из двух голосов в разговоре соответствовала своя реверберация, то микрофоны и актеры размещаются так, как показано на рисунке. Такое расположение может быть принято для радиопередачи; при передаче из телевизионной студии разделенная обычным способом добиться проще, так как ее площадь, как правило, больше. Использование двух микрофонов для создания перспективы. Второй двунаправленный микрофон подвешен над основным и воспринимает больший реверберированный сигнал, помогающий создать акустическую перспективу в массовых сценах.

приемы, и иногда, чтобы избежать или замаскировать характерное реверберационное окрашивание отдельных источников, используется несколько разных приемов вместе или последовательно. Для получения подходящей задержки во времени между пря-

мым звуком и его первым отражением используется магнитофон, на котором обеспечивается задержка на время, требуемое для того, чтобы участок ленты с записью дошел до воспроизводящей головки. Дополнительная прозрачность звуку достигается ослаблением высокочастотных составляющих сигнала после эхо-камеры. Обе эти операции моделируют акустические процессы, которые действительно имеются в большом зале. Кроме того, различная длительность реверберации может быть применена при записи или передаче выступления певца и оркестра.

При подмешивании сигнала в искусственной реверберации полезно пропускать через эхо-камеру сигнал достаточно высокого уровня. Это позволяет устанавливать регулятор выходного сигнала эхо-камеры в положение, соответствующее относительно невысокому уровню, и обеспечивать малую заметность акустики эхо-камеры при изменениях уровня, а также уменьшение влияния посторонних шумов.

Сложное оборудование и методы искусственной реверберации предназначены, главным образом, для работы в студии. Однако неплохие результаты могут быть достигнуты и вне ее, правда, иными и довольно своеобразными методами. Я как-то слушал одну запись, дающую в высшей степени убедительную картину путешествия в подземелье. Впоследствии выяснилось, что вся сцена, следовавшая за звуком открывшейся тяжелой, обитой железом двери, была записана микрофоном, накрытом ... обычной кухонной раковиной.

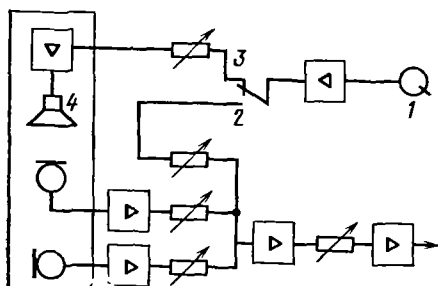
Передача звука через пространство студии с помощью громкоговорителя также относится к способам увеличения реверберации передаваемого сигнала. Звук, записанный на ленте или грампластинке, пропускают через студию так, чтобы он по возможности звучал в тех же акустических условиях, в которых происходит главное действие. Для этого предварительно записанное звуковое сопровождение (звуковой фон) подают на громкоговоритель студии, а далее звук воспринимает установленный неподалеку от него микрофон. Поступать таким образом целесообразно тогда, когда предварительная запись сделана на открытом воздухе или при очень близком балансе. При прохождении через студию звук приобретает такие акустические качества, какими обладают и звучащие в данной студии голоса.

Дополнительное преимущество рассматриваемого способа состоит также в том, что актеры реагируют на эти звуки более естественно. Применение наушников для аналогичной цели дает неплохой результат, но они используются тогда, когда нет необходимости изменять акустические свойства звукового сопровождения.

Недостаток метода «обратной связи через студию» состоит в том, что если не применена аппаратура наивысшего класса, то комбинация громкоговоритель — микрофон может внести искажения. Как правило, не удастся разместить громкоговоритель у того же микрофона, которым пользуются актеры. Поэтому часто

бывает необходимой установка дополнительного микрофона на близком расстоянии от громкоговорителя.

Канал акустической связи через студию начинается с переключателя на выходе воспроизводящего устройства, который передает сигнал на отдельный регулятор уровня звукорежиссерского пульта и далее к громкоговорителю в студии. Усиление сигнала, питающего громкоговоритель, должно быть установлено таким, чтобы была задействована большая часть диапазона регулятора входного уровня. Эти два регулятора совместно используются для



Пропускание сигнала через студию. Выходной сигнал с магнитофона или проигрывателя 1, который обычно передается через контакт 2 в пульт, можно через контакт 3 подавать на студийный громкоговоритель 4.

установки громкости звука в студии. Дальнейшие регулировки производятся подбором относительного положения громкоговорителя и микрофона, а также и регуляторами уровня на микшерном пульте. Для определения оптимального положения всех регулировок в канале следует обычно немного поэкспериментировать.

Здравый смысл подсказывает, что не все можно осуществить. Например, с помощью описываемого метода нельзя улучшить акустический эффект, если предварительная за-

пись выполнена в условиях более яркой акустики, чем требуется, а акустика данной студии заглушена. Звук, пройдя через эту студию, станет более глухим, а желаемое звучание не получится.

Описанные методы являются арсеналом действий для профессионалов, располагающих высококачественной аппаратурой, но в случае ее отсутствия не следует пытаться прибегать к этим методам, так как результаты будут неудовлетворительными. В особенности это касается микшерного оборудования, которое ничем заменить нельзя. Что же касается портативных электропроигрывателя и магнитофона, то допустимо их применение в студии во время передач высококачественных программ лишь в тех случаях, когда нужен именно искаженный звук, например для объявлений находящейся в студии публики, или когда грампластинка проигрывается по ходу действия пьесы.

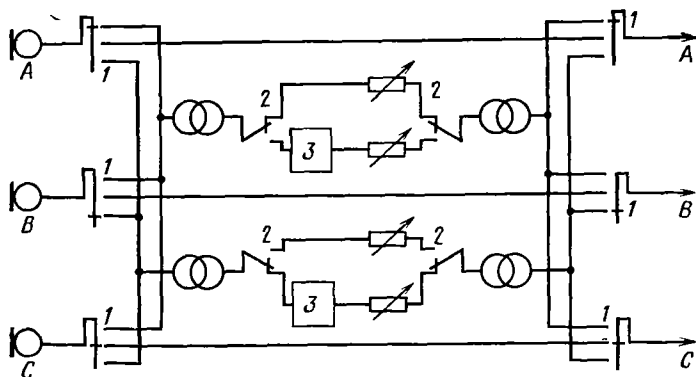
«Телефонные» разговоры и коррекция

Один из простейших способов искажения звука состоит в ограничении его частотного диапазона с помощью фильтров. Микрофон, используемый в сочетании с системой таких фильтров, называется фильтрующим микрофоном, или — на жаргоне Би-Би-Си — «искажающим» микрофоном. Наиболее часто он применяется в пьесах для имитации телефонного разговора.

В студийной установке для «телефонного» разговора используются два микрофона, один из которых обычный, а другой — снабженный фильтром. При радиопередаче они могут размещаться в разных частях одной и той же студии на расстоянии, позволяющем актерам слышать друг друга. Иначе им пришлось бы пользоваться наушниками, что особенно неудобно, когда руки заняты листками с текстом роли.

При указанном расположении микрофонов особенно важно предотвратить попадание «дальнего» голоса во второй, предназначенный для него микрофон, так как в этом случае эффект «телефонного» тембра будет утрачен. Если «ближний» микрофон обладает направленностью и обращен к «дальному» голосу нерабочей стороной, то нежелательное проникание будет предотвращено. Однако подавить отраженные звуки труднее, поэтому фильтрующий микрофон размещают в наиболее заглушенной части студии. Попадание «ближнего» голоса в фильтрующий микрофон практически не сказывается на его тембре, поэтому направленность этого микрофона практически не имеет значения.

Сигналы обоих микрофонов объединяются на звукорежиссерском пульте (в некоторых студиях фильтр встроен в пульт), причем их относительные уровни устанавливаются на слух. Когда такой вид искажения представлен в программе, при подборе соотношения голосов показания индикаторов уровня следует принимать с поправкой. Это связано с тем, что узкополосный входной сигнал содержит меньше низкочастотных составляющих и,



Блок коммутации «телефонных» эффектов, используемый на телевидении:

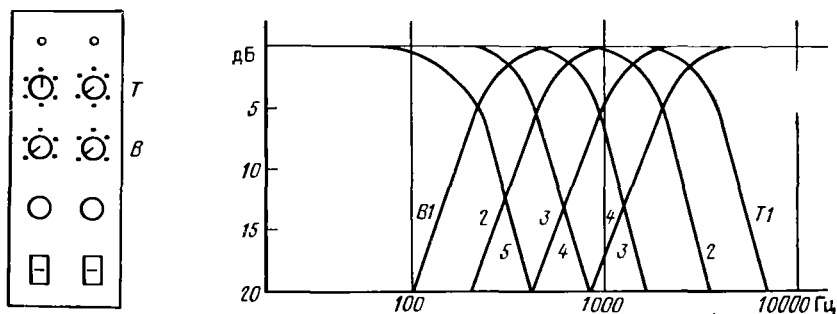
1 — переключатели селекторов; 2 — переключатели, связанные с кнопкой коммутации изображения; любой из звуковых сигналов, проходящих через это устройство, автоматически переключается на устройство 3, дающее «телефонный» эффект одновременно с переключением изображения. Например, сигнал с микрофона А неискажен лишь в случае, когда искажением подвергается сигнал с микрофона В; сигнал с микрофона С искажениям не подвергается.

следовательно, меньшую мощность при той же громкости восприятия, что и обычный широкополосный сигнал. Впрочем, равная громкость голосов и не требуется. При нормальных уровнях слушания наблюдается небольшая разница в разборчивости меж-

ду речью, переданной в полном частном диапазоне, и речью, обработанной «телефонным» фильтром. С некоторым снижением громкости последней вполне можно мириться, так как это создает иллюзию реальности.

В телевизионной студии микрофоны должны быть хорошо разделены. В этом случае при поочередном показе обоих разговаривающих по телефону актеров устройство, вносящее искажения, также должно переключаться, и прямого попадания голоса в непредназначенный для него микрофон быть не должно. Желательно, чтобы устройство коммутации изображения одновременно переключало и звуковое сопровождение, чтобы звук и изображение синхронизировались. Однако было бы хорошо, чтобы при таком переключении слово не обрывалось на середине, поскольку это привлекает внимание к технологии передачи (см. гл. 8).

Заметьте, что, поскольку уровень искаженного звука должен удерживаться более низким, чем неискаженного, следует обратить большое внимание не только на баланс, но прежде всего на общее расположение в студии. Если два исполнителя не могут быть полностью акустически разделены, поскольку оба должны



Модуль эффектов на звукорежиссерском пульте, применяемом на Би-Би-Си. (Каждый модуль содержит два блока, точно таких же, как уже были описаны.) Он обеспечивает четыре степени регулировки полосы пропускания фильтра по низким частотам (*B1*) и пять — по высоким (*T1*). На контрольном телевизионном пульте одна пара блоков соединена с переключающим блоком каналов изображения для коммутации «телефонного» разговора в соответствии с изображением.

появляться в кадре и, следовательно, находиться в одной студии необходимо, чтобы они находились как можно дальше один от другого. Если этого не сделать, то голоса обоих артистов подвергнутся окрашиванию (удаленный, реверберирующий, но никак другим образом не искаженный звук накладывается на речь с «телефонным» тембром). Также, если один актер говорит гораздо громче, чем другой, возможно, что его голос будет воспринят на микрофон второго актера. Для предотвращения этого актеров надо расположить лицом друг к другу, вследствие чего кардиоидные микрофоны, подвешенные на «журавле», будут обращены в противоположные стороны. С другой стороны, такое размещение при показе общего плана несколько ухудшает положение

ние дел, поскольку микрофоны в этом случае должны быть удалены от актеров и из-за роста усиления в канале появляется реальная возможность попадания «удаленного» голоса в «ближний» микрофон.

Применение фильтров

Для получения различных звуковых эффектов с помощью фильтров на Би-Би-Си используется так называемый блок эффектов, обеспечивающий ограничение полосы на определенных частотах как в нижней, так и в верхней ее частях. В современных звукорежиссерских пультах такие блоки являются обычной составной частью.

Как известно, телефонный канал имеет ширину полосы от 300 до 3000 Гц, однако для имитации телефонного разговора совершенно не обязательно копировать ее в точности. Отбор подходящих частот среза фильтров для низких и высоких частот в таких случаях всегда делается на слух. При этом та степень ограничения полосы, которая кажется наиболее подходящей, может меняться от одной пьесы к другой и даже в одной пьесе, когда в ней происходит несколько разных телефонных разговоров. Это определяется тем, что существует разница в тембрах между мужским и женским голосами, а также между любыми двумя голосами вообще. Если основной тон мужского голоса равен 110 Гц, то срез на 220 Гц даст небольшое, но заметное изменение тембра. Для женского голоса с основным тоном на октаву выше более подходящим, очевидно, будет срез на частоте 440 Гц. На практике наиболее часто используют частоты среза, равные 440 и 880 Гц, так как отсутствие низких частот в голосе подчеркивает театральный эффект.

Действительно, желание достигнуть драматической выразительности может увлечь нас в область умышленных искажений, и мы можем, например, поместить «дальний» микрофон у отражающей поверхности или же, наоборот, заглушить его каким-либо способом. Для этого можно использовать кусок картона.

Телефонный разговор является той ситуацией, которая обладает на телевидении гораздо большей гибкостью, чем на радио, поскольку в первом случае аппарат может быть легко использован для перемены места разговора, на радио же это сделать намного труднее.

Наложение речевого сигнала, обработанного фильтром

Когда к телефонному разговору добавляется звуковой фон, то это изменяет установленный баланс между голосами. При этом степень изменения «телефонного» голоса и его громкость по отношению к обычному неискаженному голосу зависят как от громкости звукового фона, так и от его тембра. В частности, звуковой фон с преобладанием высоких частот приводит к заглуше-

нию тихой речи, в то время как фон в виде неясного гула не представляет помехи для более высокого по частоте «телефонного» голоса. В обоих случаях уровни сигналов должны внимательно контролироваться, чтобы разборчивость речи была достаточно высокой, если, конечно, по сценарию не требуется обратное.

Довольно сложные эпизоды требуют тонкого регулирования уровня и степени разборчивости, как, например, в ниже следующем отрывке из радиосценария.

Звуковой фон: *Шумная, разноголосая вечеринка; слышно, как кто-то поблизости набирает номер, раздаются гудки в линии, затем прекращаются.*

Гость: Привет, это ты, Чарли?

Чарли: *(Сильно искаженный, едва слышимый на фоне шума вечеринки, голос).* Да, это я.

Гость: Ну, весело же здесь! А ты-то что же не заскочил?

Чарли: А ты, где, на футбольном матче?

Гость: Как, то есть, где?

Чарли: Я, например, в постели.

Гость: погоди, я закрою дверь *(дверь закрывается, шум утихает)*. Вот так-то лучше! Так что ты там насчет футбольного матча? Ведь сейчас три часа ночи!

Чарли: *(Теперь более отчетливо)*. В том-то и дело, что три часа ночи. Я сплю.

В приведенном эпизоде требуются две совершенно различные регулировки. Кроме того, акустический баланс и высота ближнего голоса изменяются после ремарки «дверь закрывается». Стоит подумать и о том, что звучание фона и его громкость тоже должны измениться, поскольку он будет слышен через дверь. С этой точки зрения уместно ограничение спектра фона сверху.

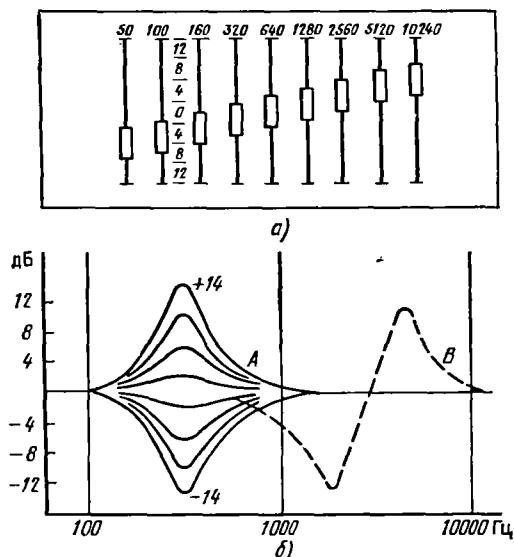
Кстати, этот пример — один из немногих, когда любительский прием «наложения» позволяет получить такой же результат, что и при использовании микшерного пульта. Если сначала записан звуковой фон, а затем на эту запись наложен «телефонный» разговор, то изменение в частотном спектре записанного первым сигнала дает весьма хорошую имитацию эффекта, называемого «вечеринка в соседней комнате».

Кроме получения «телефонного» тембра есть много других применений фильтров и создаваемых ими искусственных искажений. Например, объявления на железнодорожной станции или в аэропорту. И в тех случаях, когда такие эффекты создаются в студии, может оказаться полезным «потрескивающий» фон или небольшое эхо.

Вот еще один интересный случай — радиопьеса, в которую включено объявление по радио. Часто принимаемая здесь условность заключается в том, что качество воспроизведения такой вставки делается немногим лучше, чем при «телефонном» звучании. По сути дела, таким образом делается как бы карикатура

на звук, достигаемый с помощью громкоговорителя с ограниченным частотным диапазоном.

При отсутствии специального оборудования этот эффект можно получить, используя встроенный громкоговоритель дополнительного магнитофона, который следует разместить на соответ-



Регулировка частотной характеристики. Для этого применяется октавный фильтр с расположенными на передней панели ползунковыми регуляторами и градуировкой в децибелах:

а — контрольная панель; б — типичные характеристики одиночного селектора (А), характеристика, полученная установкой смежных селекторов на -14 дБ и $+14$ дБ соответственно (В). О более точной регулировке см. гл. 12.

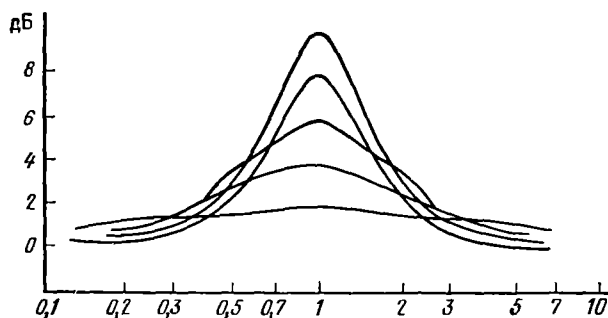
вующем расстоянии от студийного микрофона. При этом регулятор тембра низких частот магнитофона необходимо полностью вывести.

Коррекция

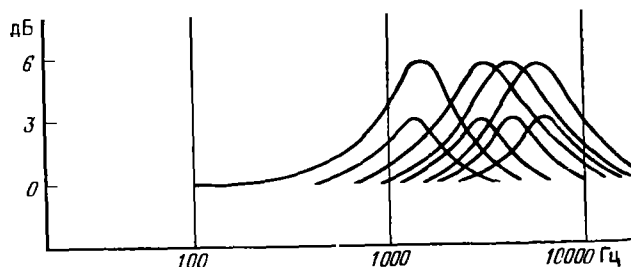
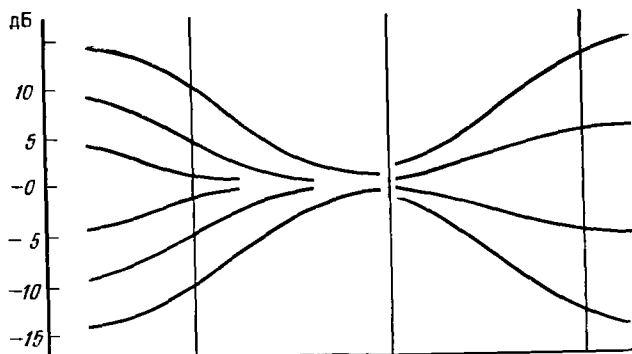
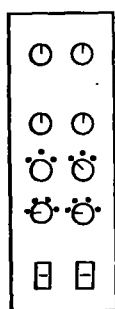
Термин «коррекция» означает выравнивание уровня частотной характеристики, например микрофона, которая неравномерна вследствие его конструкции или установки. Коррекция применяется для подбора микрофонов одинакового качества, например, в телевизионной студии, где микрофон, установленный на «журавле», как правило, принимается за стандартный, а все остальные микрофоны подбираются соответственно ему (см. гл. 6). При озвучении фильма изменение тембра записей может быть таким образом уменьшено, а разборчивость речи, записанной в трудных ус-

ловиях или слышимой на фоне громкого звукового эффекта, может быть улучшена (см. гл. 16).

Особенно часто коррекция применяется в популярной музыке (см. гл. 7) и в радиодифонии (см. гл. 12), где она часто может быть



Подъем в области средних частот. Блок, частотные характеристики которого изображены, обеспечивает возможность получения подъема на частотах: 2, 3, 5, 8 кГц. Эффект, получаемый с помощью этого блока, напоминает образование формант, т. е. селективного усиления отдельных частот, как это происходит в музыкальных инструментах (и с человеческим голосом) вследствие объемного или структурного резонансов.



Модуль регулировки частотной характеристики селективного усилителя.

1 — переключатель шунта; 2 — переключатель частоты подъема (1.4; 2.8; 4.0; 5.6 кГц); 3 — регулировка подъема для обеспечения «эффекта присутствия» (подъем на 3 и 6 дБ); 4 — регулятор подъема низких частот и частоты среза; 5 — регулятор подъема высоких частот и частоты среза. Справа, сверху: диапазон регулировки по низким и высоким частотам. Внизу: пики «присутствия».

Современные телевизионные контрольные пульты Би-Би-Си оснащены семью такими модулями, октавным фильтром, четырьмя модулями эффектов и блоком переключения «телефонного» эффекта

вторым этапом в творческом «искажении» звука для получения особых эффектов (первый этап — выбор микрофона и его размещение). Оператор в данном случае оценивает, насколько удачно был сделан выбор при окончательной установке уровня. Его задача состоит не в том, чтобы обязательно выровнять любую естественную характеристику, а в том, чтобы подобрать необходимую. Для этого имеются такие возможности, как регулировка тембра в области низких и высоких частот характеристики, подъем средних частот или создание различных пиков «п исустствия» в нижней части среднечастотной области диапазона.

Другим звеном на пути подбора частотной характеристики является формирующий фильтр (см. гл. 12), с помощью которого весь частотный спектр разделяется на полосы шириной в октаву или менее того. На практике эти полосы представляют собой перекрывающиеся резонансные кривые, подобранные таким образом, что при установке всех переключателей полос на нуль получается результирующая ровная частотная характеристика. Насколько четко полосы разделены между собой, зависит от частотных характеристик отдельных фильтров. В формирующем фильтре выбор желаемого эффекта осуществляется установкой движков регуляторов, управляющих отдельными фильтрами, в положения, образующие очертания новой частотной характеристики. Фактически полученная характеристика отличается от установленной, поскольку она зависит от конструкции фильтра и от неточности установки. Заметим также, что и в этом случае основную роль играет субъективная оценка.

ГЛАВА ДВЕНАДЦАТАЯ

ФОРМИРОВАНИЕ ЗВУКА

На протяжении многих лет главной целью звукотехники было создание идеальной передачи звука, его точной записи и воспроизведения. И по мере того, как расширялся арсенал средств устранения различных искажений, увеличивались и наши возможности в искусственном их создании и использовании в творческих целях. К настоящему моменту мы достигли такой степени, на которой искажения звука совершенно сознательно и преднамеренно вводятся в запись. В таких случаях запись, монтаж и перезапись становятся частью творческого процесса создания музыки.

Два вида музыки, которые иллюстрируют сказанное, — это так называемая «конкретная музыка» и особый вид популярной музыки, известной как «поп-музыка». Будучи различными по стилю, эти два вида музыки все же имеют много общего. Оба вида музыки отвергаются с некоторым презрением многими людьми, серьезно относящимися к традиционной музыке, однако следует признать, что проделана большая работа по их совер-

шенствованию в сходных направлениях и достигнуты весьма ощутимые успехи.

Поп-музыку от конкретной отличает то, что она создала на Западе индустрию грампластинок с многомиллионным оборотом, в то время как «конкретная музыка» более известна тем, что ее новинки встречаются широкой публикой довольно холодно. Последнее частично может быть объяснено связью между «конкретной музыкой» и современными излишне «новаторскими» течениями в искусстве¹.

Основанная на «конкретной музыке», техника применялась в Лондоне часто и весьма успешно для создания сценических эффектов. То, что мы называем «радиофоническими» эффектами, использовалось во многих радио- и телефоновках Би-Би-Си. Все больше осознается тот факт, что независимо от музыкальных достоинств какого-либо нового звука имеются огромные возможности с помощью музыкальных звуковых эффектов и «обработанных» музыкальных звуков усилить драматический эффект во многих передачах, включая коммерческие.

Кроме того, Отдел радиовещания Би-Би-Си (BBC's Radiophonic Department) отмечает, что обработка звука может быть специально сделана так, чтобы повысить помехоустойчивость его передачи. Би-Би-Си применяло ее, в частности, в коротковолновом радиовещании на другие страны².

¹ «Конкретная музыка», впервые возникшая в конце сороковых годов как одно из авангардистских направлений в искусстве, провозгласила полный переворот в музыкальном искусстве. Она отвергла все постулаты классической музыки.

Источником всех звуковых объектов «конкретной музыки» является знакомый нам мир звуков: бытовых, производственных, природных и т. п. Таким образом теоретики авангардизма предлагали освободить звук как таковой от «оков тональности», от «пут гармонии» и, наконец, вообще отказаться от устаревшей октавы как основы измерений высоты музыкальных звуков.

Произведения «конкретной музыки» чаще всего создаются путем набора звуков, предварительно записанных на магнитную ленту и составляющих своеобразный звуковой архив. Автор «конкретной музыки» пользуется широким арсеналом средств изменения звука: электроакустическими преобразованиями, *инверсией* (воспроизведение фонограммы в обратном направлении), *транспонированием* (воспроизведение на другой скорости), коррекцией частотными фильтрами и т. д. Именно эти средства и представляют интерес в звукорежиссерской работе, поскольку они могут быть применены для создания многих эффектов при радиопостановках на сказочные, приключенческие, научно-фантастические темы, использованные для обработки некоторых видов музыки и т. д. Поэтому отнесясь критически к материалу данной главы, читатель найдет в ней много рекомендаций по обогащению технических возможностей звукозаписи и монтажа.

Поп-музыка — популярная эстрадная музыка, широко использующая современные и джазовые ритмы.

² В этой главе автор рассматривает пути создания звуковых эффектов для увеличения эмоционального воздействия на слушателей. Упоминаемая в данном абзаце обработка звукового сигнала делается с совершенно другой целью: для увеличения «пробивной способности радиостанцией эфира», т. е. улучшения разборчивости передачи на ее дальнем приемном конце в условиях ослабленного радиосигнала и действия всякого рода помех. Такая обработка звукового сигнала выполняется иными методами, чем описаны в этой главе.

Было также установлено, что формальная организация любой последовательности звуков создает некоторое сходство с музыкой, но степень этого сходства зависит от музыкального вкуса аранжировщика, и, что не удивительно, это будет выражено в еще большей степени, если в самих звуках можно будет различить музыкальность. Если же звуки представляют собой шум или последовательность шумов, эффект может быть зачастую комический. Таким способом сравнительно просто достичь комедийного эффекта и комедийного ритма.

Прогресс в развитии музыкальных форм достигнут в различных направлениях: электронная музыка в Западной Германии и Италии, «магнитофонная» музыка и электронные синтезаторы в США, «искусственный звук» в Канаде (последнее последовало за экспериментами со звуковой дорожкой на киноленте, которыми недолгое время занимались в СССР примерно в 1930 г.) и, конечно, «конкретная музыка», родившаяся во Франции.

Искажение и условности

Когда мы говорим об искажениях, необходимо помнить, что практически каждый звук, который мы слышим при монофоническом воспроизведении, каким бы высоким ни было качество, представляет собой изменение реального звучания. Монофонический звук всегда является искаженным звуком¹, за исключением того случая, когда эффективный точечный источник — громкоговоритель — используется для воспроизведения звука, который сам создается сходным источником.

Любой вид акустического баланса даже для одиночного голоса, т. е. любое тщательно подобранное сочетание прямого и отраженного звуков, представляет собой искажение того, что вы слышали бы, если бы слушали тот же звук «живым». Но это искажение легко принимается как условная форма, свойственная радиопередачам, и подавляющее большинство людей даже не подозревает об этом, если их не попросить сделать сознательно прямое сравнение монофонического воспроизведения звука с живым звучанием или хорошим стереофоническим воспроизведением (соотношение между двумя последними само по себе представляет сложный вопрос).

Вероятно, искажение было бы лучше определить как «нежелательные изменения качества звучания», подобно тому, как шум

¹ В самом общем смысле под искажением понимается любое отличие воспроизводимого звучания от непосредственно создаваемого первоначальным источником звука. С этих позиций, конечно, монофоническое воспроизведение всегда отличается от реального, пространственного звучания источника. Однако такая точка зрения является слишком общей и не имеет практической пользы, так как тогда любая передача звука, в принципе, является искаженной. В звукотехнике поэтому вводится классификация видов и степени искажений, оцениваемых специально создаваемыми группами экспертов. На практике искаженным звуком считается тот, отличие которого по тембру, высоте и появлению новых составляющих в спектре замечается слухом.

иногда определяют как «нежелательный звук». Будет ли при этом монофоническое звучание квалифицировано как искажение, зависит от требований слушателя.

Во всяком случае, нам следует согласиться с тем, что искажения в широком смысле этого слова присутствуют всегда; что звук так или иначе изменяется; что слушатель постоянно должен мириться с той или другой условностью.

Проблема, которая, однако, при этом возникает, касается звуковоспроизводящей аппаратуры: использование хорошего оборудования становится намного важнее, когда мы слушаем «новые звуки», чем когда воспроизводится обычная музыка. Пояним это.

Если слушатель с хорошим музыкальным воображением слышит инструменты, которые ему знакомы, то музыкальные формы ему понятны и он в состоянии судить о достоинствах произведения и исполнения, несмотря на плохую запись или воспроизведение. Искажения могут снизить художественное впечатление, но от них можно абстрагироваться. Музыкальные элементы будут узнаваться в соответствии с предшествующим знанием и опытом слушателя, и таким образом он без особых трудностей воссоздаст в своем воображении первоначальный музыкальный звук.

Этого не случится при первом прослушивании музыки, в которой создается новый звук, причем такой, что в других ситуациях он считался бы искаженным. Таким образом создаются условия, в которых любые несовершенства, вызванные аппаратурой, являются для слушателя не отличимыми от процесса создания музыки и действительно становятся частью музыки. Многие приемы конкретной или электронной музыки весьма эффективны, но удивительно, как велико число людей, у которых вызвали отвращение дьявольские шумы, причиной которых на самом деле могла быть их собственная аппаратура, плохая акустика помещения или звуковоспроизводящая система, из-за которой даже симфония Моцарта звучит как «конкретная музыка».

Различие форм

Когда композитор берет в руки перо и склоняется над нотной бумагой, он знает, что в его распоряжении имеется много независимых переменных: он выбирает инструмент и то, как на нем следует играть: высоту каждой ноты, ее длительность и соотношение во времени и высоте между следующими друг за другом нотами и между различными инструментами. Но как бы подробно и обстоятельно он ни обусловил исполнение своего произ-

ведения, всегда остается возможность для его интерпретации при исполнении.

Это приводит нас к первому и наиболее очевидному различию между традиционной музыкой и новыми формами, всегда записанными на магнитофонную ленту, так как электронное или «конкретное» сочинение существует только в своем окончательном состоянии подобно картине — оно не исполняется, а просто воспроизводится. В этом отношении «конкретная музыка» подобна электронной музыке, хотя в остальном она имеет определенные и существенные отличия.

Временами делались героические попытки объединить синтетические звуки с «живой» музыкой и действием. Но в большинстве случаев результат оказывался вымученным, как бы пытающимся оправдать входную плату, взимаемую с публики.

«Конкретная музыка» получается из записей готовых тембров какой-то данной группы источников звука преобразованием их различным образом и последующим разрезанием и соединением ленты при монтаже. Основная разница между такой техникой и техникой электронной музыки заключается в источнике звука. Электронная музыка начинается, как можно было ожидать, с генерируемых электронными способами сигналов: чистых тонов, ряда гармоник или «окрашенного» шума (шум с характерным звучанием какой-то части частотного спектра). Это различие в технике создания музыки приводит к результатам, которые делают их существенно различными, хотя теоретически «конкретные» звуки могли бы быть имитированы электронным синтезом, а генератор являться эффективным источником «конкретных» звуков.

Характерной особенностью «конкретной музыки» является и то, что соотношение высоты звука основного тона и высших составляющих его тонов не изменяется при преобразованиях звука, если только не отфильтровывается полностью какая-нибудь полоса частот или не применяется какое-то довольно экзотическое преобразование. Это положительное и отрицательное качество «конкретной музыки», которое помогает придать единство произведению, полученному из одного звука или ряда звуков, но и сильно затрудняет развитие.

В электронной музыке каждый звук создается индивидуально, а гармоническая структура каждого нового элемента произведения совершенно независима. Там, где у «конкретной музыки» возникают ограничения, у электронной музыки появляются новые возможности — и в этом заключается главное различие между этими двумя видами музыки. И хотя еще предстоит установить, какая музыка — электронная или «конкретная» — будет иметь главенствующее развитие в течение длительного времени как самостоятельная форма, ценность этих двух видов музыки и связанных с ними методов в расширении диапазона звукового сопровождения, т. е. в создании радиофонических эффектов (по терминологии Би-Би-Си), уже доказана на деле.

Это область, в которой звуковые эффекты приобретают по структуре и организации формальные музыкальные качества, а музыкальные элементы от обычных и электронных источников дополняют их, обретая качество неисчерпаемого источника звуковых эффектов. Радиофония, используя все это, не пытается утвердить себя как самостоятельная форма искусства — она является всего лишь частью общей звуковой картины и в действительности даже редко выступает перед слушателями на первый план.

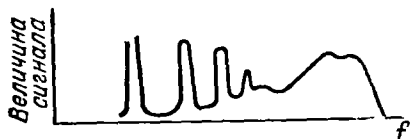
Студия Би-Би-Си является одной из немногих организаций такого рода в Европе (имеющихся также во Франции, Западной Германии и Италии), в которой с самого начального периода своей деятельности не было ни одного постоянно работающего известного композитора. Это обеспечило свободу действий группе звуковых эффектов и не связало ее с каким-либо определенным музыкальным стилем. Одним весьма ценным качеством для каждого, кто работает в этой области, является, я бы сказал, глубоко самокритичное чувство юмора, не позволявшее им останавливаться на достигнутом.

«Конкретная музыка»

При создании «конкретной музыки» четко различимы три фазы: отбор, обработка и монтаж.

Первая фаза заключается в выборе исходного материала: «конкретный» звук — это звук, который с самого начала является завершенным. На заре развития «конкретная музыка» создавалась на основе эмоциональных ассоциаций, вызываемых звуком первоначального источника. Позднее от этого отошли, так как исключение немедленной мысленной ассоциации поможет в создании других сильных эффектов. Исходным материалом может служить дребезг жестяных банок, отрывки человеческой речи, кашель, пыхтение парохода на реке или обрывки тибетских песен (все это приводится в ранней работе под названием *Etude Pathétique*). Применение музыкальных инструментов не исключается. Например, в одной пьесе используется флейта как для игры, так и для ударов. Кроме естественных звуков используются звуки, получаемые различными приемами звукозаписи, например воспроизведение на разной скорости или инверсия, что помогает значительно расширить возможности звуковых материалов.

Предварительная запись звука для «конкретной музыки», должна по качеству удовлетворять ряду требований:

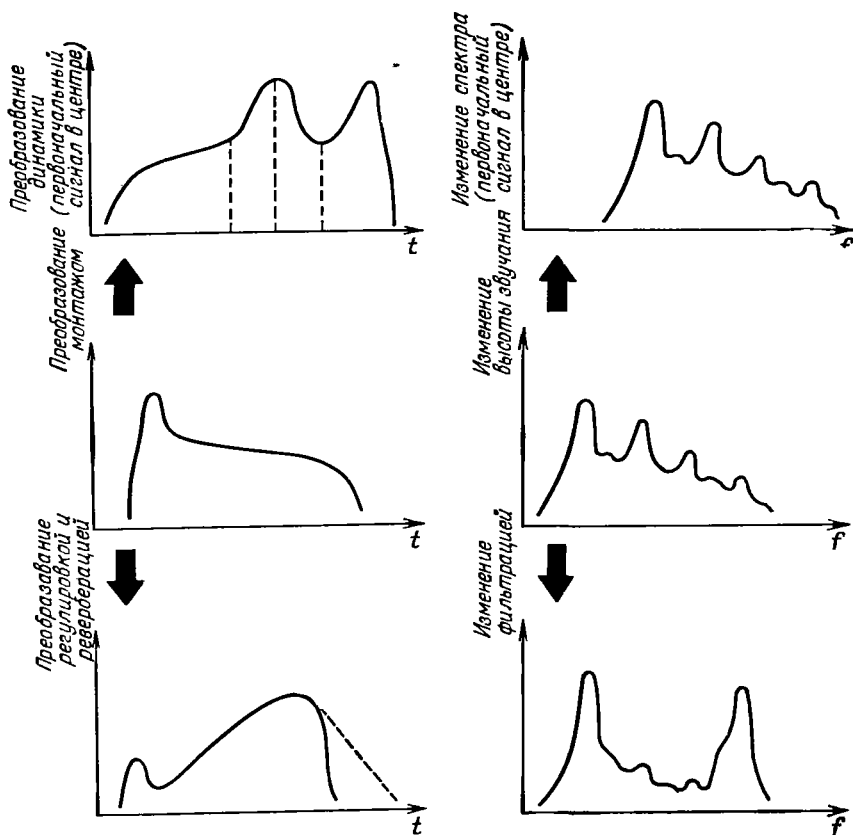


Мгновенное спектральное содержание сигнала: здесь звук состоит из отдельных тонов, наложенных на шум в широкой полосе спектра.

мгновенное содержание звука, его частотный спектр или тембр (отдельные гармоники, шумы в полосе частот или их смесь) должны быть завершенными;

последовательность таких звуковых структур должна быть мелодичной;

динамика звука (под этим подразумевается то, как интенсивность звука меняется во времени) должна быть определенной.



Преобразование динамики (первоначальный звук в центре). Вверху: дискретное преобразование монтажом. Внизу: непрерывное преобразование с помощью регулятора громкости и реверберации.

Преобразование частотного содержания (первоначальный звук в центре). Вверху: преобразование изменением высоты тона. Внизу: преобразование фильтрацией.

Вторая фаза в создании «конкретной музыки» и ее вторая особенность заключаются в обработке звуковых материалов для получения того, что можно назвать «звуковыми кирпичиками». «Кирпичи», из которых предстоит построить произведение, должны быть изготовлены из ранее отобранного сырого материала. В настоящее время для этого разработано большое количество технических приемов. Французская «Группа по исследова-

нию конкретной «музыки» классифицировала эти приемы следующим образом:

1) преобразование структуры звука, т. е. изменение мгновенного звукового содержания таким образом, что воздействие оказывается на его мелодические и гармонические свойства, но не затрагивает его динамики. К этой категории приемов относятся транспонирование высоты тона (которое может быть непрерывным) и фильтрование (для варьирования гармонической структуры или оттенка);

2) раздельное преобразование составных частей звука при монтаже. Отдельный звуковой элемент может быть разделен на вступительную часть, основную часть и заключительную. Эти отдельные части могут быть подвергнуты полному изменению, сжатию, перестановке или замене. Такой прием изменяет динамику звука, хотя на любом данном отрезке ленты мгновенное звуковое содержание не изменяется;

3) непрерывное изменение, при котором огибающая звука изменяется без монтажа, с помощью регуляторов уровня, добавления реверберации или с помощью более необычных приемов.

Вот пример того, что может включать сложная операция. Начиная с записи фортепьянной ноты, может быть решено, что эффект, требуемый композитором, получается при проигрывании через частотный фильтр с одновременным изменением скорости перезаписывающего устройства. Затем вырезается кусок фонограммы из середины и помещается в конец. Концы соединяют вместе и образуют из ленты петлю, которую проигрывают через эхо-камеру в обратном направлении два раза. Результат таких действий (или любых других произвольно выбранных последовательных манипуляций) может звучать ужасно или, что не исключено, может быть как раз тем, к чему стремился композитор.

Третья фаза создания «конкретной музыки» — это ее построение. Звуки-предметы соединяются вместе, как кадры фильма. Живого исполнения «конкретной музыки» в концертном зале соответственно подготовленными музыкантами не существует. Эта музыка всегда должна проигрываться с ленты или пластинки через соответствующую систему громкоговорителей.

Для построения музыки имеется несколько приемов. Простейшие из них: ленту разрезают и соединяют отрезки вместе (монтаж), перезаписывают и смешивают фонограммы таким образом, чтобы соединялись последовательности звуковых эффектов. Более удовлетворительные результаты дают, однако, системы с наложением дорожек, которые будут описаны позднее.

И снова необходимо подчеркнуть, что условия, при которых прослушивается лента, оказывают большое влияние на реакцию слушателей. Так, композитор Пьер Анри попытался уменьшить влияние элемента случайности и оговорил особо, что его произведения должны прослушиваться в большом зале и при очень большой громкости.

Ранняя стадия развития «конкретной музыки»

«Конкретная музыка» началась просто как преобразование и расстановка записанных звуков согласно принципам музыки. Обычно брались короткие и даже резкие звуки, изолированные шумы или фрагменты из записанных более длительных звуков (так как с короткими проще иметь дело).

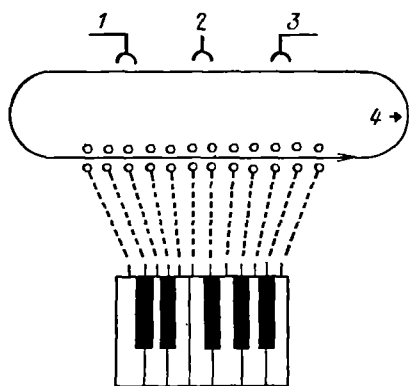
Первым музыкальным элементом, который подвергся такой переработке, был ритм.

В 1948 г. Пьер Шафе составил свое первое произведение «конкретной музыки» — «Железнодорожный этюд». Затратив огромный труд, он создал его не на ленте (которую в то время достать было не просто), а на пластинке, используя для получения повторений ритма замкнутые канавки. Результат, полученный при этом, весьма схож с тем, что можно получить сейчас с петли магнитной ленты, где место соединения является отметкой такта.

Позднее стали изменяться элементы мелодии обычной музыки, чему в значительной степени способствовал изобретенный Шафе фоноген — устройство с клавиатурой, как у фортепьяно. Каждой клавишей включался свой вал, один из ряда двенадцати валов различных диаметров, расположенных по окружности петли ленты. Используя двухскоростной двигатель, можно было сразу же воспроизвести любую ноту равномерно темперированного звукоряда в диапазоне двух октав. Такой фоноген использовался совместно с другим магнитофоном с плавно изменяемой скоростью. Это давало полную свободу транспонирования тона.

Ритм конечно, нарушался при этих преобразованиях и его приходилось восстанавливать перезаписью и разрезанием фонограмм. При этом любой звукооператор легко обнаруживал для себя, что существуют еще и новые возможности по усовершенствованию или осложнению записи с помощью скорости ленты, высоты тона и тембра.

Одним из наиболее быстро увлекших многих произведений, созданных в ранний период экспериментов с такой музыкой, является длящаяся две минуты «Bidule en Ut». Название означает, что производится гамма «до-ре-ми». Я слышал два варианта этого произведения (оба, конечно, от одного оригинала), один из которых был в подарочном альбоме пластинок, выпущенном экспериментальной группой, которая создавала большую часть по-



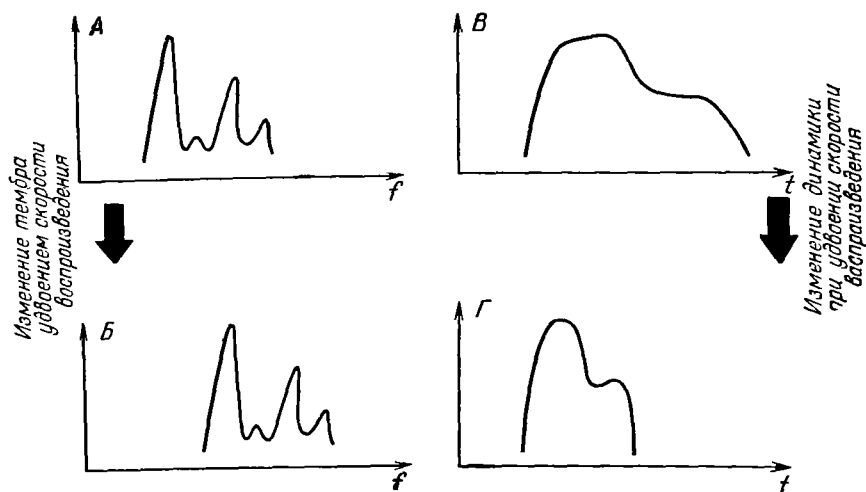
Фоноген имеет 12 клавишей, 12 валов и двухскоростной двигатель.
1 — записывающая головка; 2 — стирающая головка; 3 — воспроизводящая головка; 4 — кольцевая лента

добных работ во Франции. Другой вариант был выпущен на обычной грампластинке.

И что было странно во втором варианте, так это то, что на ней высота тона (и, следовательно, длительность) — другая, и название также было слегка изменено при переводе и стало «Trifle in C» («Багатель в до»). Если эта история имеет мораль, то она определенно утверждает, что если вы, в конце концов, решаете, что вам не нравится тональность, в которой вы начали, то вы можете впоследствии совершенно изменить тональность всего произведения. И потом будет невозможно сказать, какое произведение является оригинальным, а какое — результат преобразования.

Транспонирование высоты тона

В процессе звукозаписи звукорежиссер располагает значительными возможностями по регулированию различных характеристик звука — высоты его тона, тембра, длительности и огибающей (т. е. нарастания и спада интенсивности звука). Если в качестве источника звука выбран музыкальный инструмент, а не какой-нибудь «конкретный» звуковой элемент, то указанные характеристики изменять довольно просто. Это приводит к тому, что на первый взгляд может показаться применительно к кон-



Изменение высоты звучания. Воспроизведение при скорости вдвое больше первоначальной изменяет как тембр (A→B), так и динамику (C→D) звука.

кретной музыке» довольно неожиданным то, что музыкальные источники часто предпочитают всем другим. Поэтому после смелых поисков в раннем периоде «конкретная музыка» вскоре проявила тенденцию возврата к традиционной музыке. Однако как только первая запись или серия записей сделана, все ранее не-

зависимые характеристики становятся связанными и регулировать их становится совсем непросто.

Допустим, вы воспроизводите запись, сделанную при скорости 9,5 см/с на скорости 38 см/с. При этом высота тона поднимается на две октавы, а длительность уменьшается в четыре раза, характеристики нарастания и спада изменяются так, что звук будет теперь более отрывистым, чем раньше. Тембр станет похожим на тембр инструмента с уменьшенными в четыре раза размерами и т. д. Все изменяется одновременно.

Единственный способ добиться какой-то степени контроля над окончательным результатом — это изменить свойства первоначального звукового материала еще до записи, т. е. увидев, что при транспонировании получается не то, вернуться к началу и скомпенсировать необходимые элементы при создании звука. Иногда такой подход улучшает дело, но этот метод не так эффективен, как хотелось бы. Преобразование изменением скорости легко губит многие звуковые нюансы, кроме наиболее сильно выраженных в необработанном материале.

Обычно говорят, что наиболее интересные результаты в «конкретной музыке» получаются, когда композитор не пытается настойчиво изменить на свой лад материал источника, а прослушивает его вместе с наиболее эффектно звучащими его преобразованиями и как бы позволяет этому материалу подсказать свое расположение, являясь, таким образом, некоторым акустическим подобием того направления в современном искусстве, которое называется *objects trouvés*.

Когда обрабатывается звук реально существующего предмета, например звук горна, предупреждающего суда в тумане об опасности, то всякий звуковой фон, записанный вместе с ним (и который не может быть отфильтрован), будет также обрабатываться. Такой фон может быть едва заметен, так как он естествен, но обработка может сделать его ясно различимым. Следовательно, гораздо лучше создавать звуковой фон (или что-то схожее с ним) искусственно, если это возможно, и использовать звуки, которые могут быть записаны при очень близко расположенном микрофоне, так, чтобы они были громкими по сравнению с другими звуками. Это справедливо как для звуков реальных источников, записываемых на открытом воздухе, так и для записываемых в контролируемых условиях студии. Аналогичные проблемы возникают с шумом, который может быть на пластинках.

Возвращаясь к обычным музыкальным источникам (и популярной музыке), можно привести в качестве довольно простого примера изменения высоты тона при смешении записей игры на фортепьяно с удвоенной и нормальной скоростями.

При первой записи, чтобы избежать впечатления совершенно сверхъестественной виртуозности, когда движение ленты будет ускорено, на фортепьяно играют в замедленном темпе. Музыка должен предшествовать счет «один, два, три, четыре», чтобы задать темп при воспроизведении. Эта первоначальная запись затем

воспроизводится с двойной скоростью, и к ней добавляется обычный фортепьянный аккомпанемент. После этого к полученной записи могут быть применены новые воспроизведения и перезаписи с добавлением других инструментов, как, например, челесты. Следует отметить, что звук игры фортепьяно с удвоенной скоростью, на котором основывается такое произведение, является не просто разновидностью звука этого инструмента, а звучит как совершенно новый и необычный инструмент, поэтому с ним при композиции следует обращаться как-то по-особому.

Транспонирование высоты тона и вибрато

Человеческий голос представляет собой такой источник звука, изменение скорости воспроизведения записи которого обычно дает довольно плачевные результаты, в особенности, если это поющий голос. Основная причина заключается в свойстве, которое я ранее не упоминал — в вибрато. Это периодическое изменение высоты тона, которое придает особую окраску и теплоту длительно звучащим нотам (вибрато используется также в игре на некоторых инструментах, таких, как скрипка). Анализ голосов, которые обычно считаются красивыми, показывает, что колебания высоты тона даже на 8% не являются чрезмерными (полутон — около 6%). Однако решающим качеством вибрато является число колебаний в одну секунду. Здесь приемлемые пределы ограничены — для создания приятного звука частота вибрато должна быть между 5 и 8 Гц.

Вибрато более или менее независимо от высоты звука, хотя наблюдались случаи, когда неожиданный спад высоты тона сопровождался увеличением частоты вибрато и наоборот.

За пределами 5—8 Гц вибрато воспринимается как лай или вой. Ясно, что для того, чтобы вибрато оставалось в своем обычном виде, допустимы лишь небольшие изменения скорости воспроизведения записей. Если это не соблюдается, то вибрато, которое ранее не привлекало к себе внимания, может неожиданно стать явственным и даже неприятным. Удвоение скорости длительно звучащей ноты человеческого голоса автоматически создает такой эффект: она звучит как вибрирующий голос какого-то небольшого животного (этот эффект используется для записей и музыкальных телевизионных постановок с участием кукол).

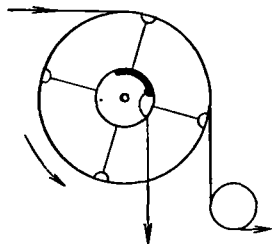
Для того чтобы избежать неприятного эффекта, оставляют изменения высоты тона небольшими, хотя следует помнить, что затруднения могут возникнуть и в других направлениях. Так, мужской и женский голоса могут различаться основными частотами на октаву, а их формантные частоты (т. е. частоты голоса, которые подчеркиваются горловой, ротовой и носовой полостями и которые придают голосу характерные особенности) разнесены в среднем только на полутон. При этом диапазоны вибрато также мало разнесены. Поэтому небольшие изменения высоты тона не изменяют различимости голоса, а просто лишают его признаков,

по которым можно ясно отнести его к мужскому или женскому голосу. Для иллюстрации таких звуковых эффектов попробуйте послушать голоса певцов-мужчин, записанных на пластинке со скорости 33 об/мин и воспроизводимых со скоростью 45 об/мин, — получается эффект дрожащего женского голоса.

Специальное оборудование для преобразования звука

Можно ли радикально изменить высоту тона без образования нежелательных побочных эффектов? Можно ответить утвердительно — при некоторых обстоятельствах это достигается, хотя и дорогой ценой.

Несколько лет назад в ФРГ был изобретен Zeitdehner — регулятор длительности звучания, хитроумный прибор, который позволяет изменять частоту и длительность звучания независимо друг от друга. Он напоминает обычное устройство для воспроизведения записей, но лента протягивается не мимо одной воспроизводящей головки, а проходит вокруг диска, в который встроено



Регулятор длительности звучания. Блок головок может вращаться в обоих направлениях. Если головки вращаются в направлении, противоположном направлению движения ленты, высота тона увеличивается; если головки «догоняют» ленту, высота тона уменьшается. Сигнал поступает от головки, находящейся в контакте с лентой, через коммутатор и щетки к другому записывающему устройству.

несколько воспроизводящих головок. Этот диск можно вращать таким образом, что головки будут «преследовать» ленту и таким образом снижать высоту тона воспроизводимых звуков, не изменяя их длительности. Его можно вращать и в противоположном направлении, тем самым повышая высоту тона.

Недостатком устройства такого рода является то, что в момент, когда одна воспроизводящая головка сменяет другую, возможны нарушение непрерывности звучания и возникновение характерного вида искажений. Однако некоторые недостатки этого способа можно устранить разумным монтажом¹.

Другим устройством для изменения высоты тона независимо от длительности является кольцевой модулятор. С его помощью ко всем имеющимся частотам можно добавить или вычесть фиксированное число периодов в секунду. Например, компоненты f_1, f_2, f_3 становятся $x+f_1, x+f_2, x+f_3$, где x — число периодов, добавляемое (или вычитаемое) из данных частот. Заметим, что простое изменение скорости воспроизведения записи в магнитофоне увеличивает или уменьшает все частоты в одно и то же число раз. Частоты могут быть преобразованы и так: $x-f_1, x-f_2$ и т. д.,

¹ Дополнительно о регуляторе длительности звучания см. словарь терминов.

вследствие чего высокие частоты становятся низкими и наоборот, С помощью преобразования такого вида можно получить некоторые любопытные звучания консонанса и диссонанса. Они относятся к таким, которые не встречаются в обычной музыке, но которые стали характерной особенностью электронной музыки.

Модуляторы, как известно, часто используются в телефонии для того, чтобы узкие полосы частот, содержащие основные характеристики речи, можно было передавать одну рядом с другой по линии, способной пропускать широкую полосу частот. В модулированном виде некоторые полосы речевых частот могут быть переданы в обращенной форме. Например, какая-нибудь полоса частот речи может быть обращена так, что сигнал частот 2500 Гц становится нулевой частотой, а нулевая частота, наоборот — 2500 Гц. Важнейший эффект такой манипуляции — обращение трех наиболее важных полос формантных частот с тем, чтобы речь трансформировалась в нечто вроде беспорядочной тарбарщины, которую, тем не менее, можно научиться понимать.

Но это всего лишь один очень прозаический пример того, что можно делать с помощью модуляторов. Если оба сигнала сложные, то и результат может быть намного более сложный. Например, пропущенный через фильтр человеческий голос может быть использован для модулирования гудка локомотива, чтобы заставить его говорить. (Этот технический прием использовался в мультфильмах Диснея.) Или, в электронной музыке, две относительно простые звуковые структуры можно объединить, образовав намного более сложную форму. После модулятора сигнал часто необходимо пропустить через фильтр, чтобы избавиться от возникших нежелательных составляющих.

Как регулятор длительности звучания, так и кольцевой модулятор использовались в студиях Кёльна и Милана, где основным направлением была электронная музыка, но эти устройства равным образом пригодны для обработки звуков, полученных от «конкретных» источников.

Фильтры

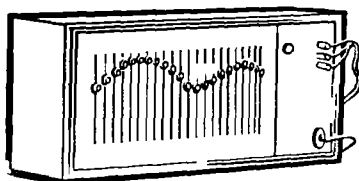
Фильтрация — это еще один вид преобразования, который требует специального оборудования. Простой фильтр, который используется, чтобы придать звучанию «телефонный» тембр, срезаает частоты только сверху и снизу; *фильтр верхних частот* может ограничить спектр сигнала сверху, фоновый фильтр вырезает помеху с частотой сети питания. Все они могут быть использованы в радиофонии, но это, несомненно, грубые приемы. Гораздо большие возможности дает фильтр, который делит спектр звука на узкие интервалы (скажем, шириной в октаву, пол-октавы или меньше) таким образом, что частоты, находящиеся в этих полосах, можно по желанию ослаблять.

Один фильтр (используемый в радиофонической студии Би-Би-Си) делит на интервалы, соответствующие примерно малой

терции. На его передней панели расположены ползунки с обозначением частоты в герцах, начиная с 94, 113, 136, 163, 196, ... и т. д., так, что полоса частот из четырех таких интервалов номинально несколько превышает октаву. Каждый ползунок имеет градуировку от 0 до -60 дБ, ниже этого уровня он полностью отключает сигнал.

Звук можно изменить в соответствии с некоторой «формой» частотной характеристики фильтра, расположив определенным образом ползунки на его передней панели. Но такие формы часто вызывают разочарование, так как в известной степени целью всех приборов среднего качества является изменение «формы» проходящего через них сигнала, и к тому же часто довольно значительные частотные искажения остаются незамеченными 99% публики. О речи, например, судят по разборчивости, а одна-два

Формирующий фильтр. В этой конструкции ползунковые регуляторы могут располагаться, например, через интервалы в одну треть или половину октавы, а соответствующие полосы частот ослабляются согласно установленным ползунками уровням. Показанная здесь огибающая очень мало повлияла бы на разборчивость речи.



широких провала до 30 дБ уменьшат разборчивость только на полпроцента. Когда фильтр вырезает полосы частот из звука, слушатель мысленно восстанавливает их; он догадывается об их существовании по тому, что осталось. Таким образом, для того, чтобы фильтрование давало какой-либо заметный эффект, оно должно быть весьма значительным.

Существует, однако, вид частотных искажений, который более эффективен, чем избирательное фильтрование, — это избирательное подчеркивание отдельных частот. Наихудший дефект, который может иметь микрофон, — это неожиданный острый пик в его характеристике, так как это заметно там, где не был бы заметен глубокий провал. С технической точки зрения нет принципиальной разницы между этим видом искажения, который создает выбросы в частотной характеристике, и другим, который дает провалы. Таким образом, фильтр, подобный описанному выше, может быть использован для создания выбросов так же просто, как и для получения провалов. Выброс величиной 15 дБ, например, получается увеличением усиления на 15 дБ перед подачей сигнала на вход фильтра и последующей установкой ослабления 15 дБ всеми ползунками, кроме соответствующего частоте, на которой требуется получить выброс.

Этот эффект, который, несомненно, может быть ярким, является одним из главных приемов в арсенале не «конкретной музыки», а ее коммерческого «большого брата» — поп-музыки с современным звучанием.

Искусственная реверберация

Добавление реверберации является мощным средством преобразования звука. Оборудование — эхо-камеры и пластинчатые ревербераторы; основные технические приемы уже были описаны (см. гл. 11). Также бегло упоминалась система искусственной реверберации, в которой используется петлевая лента (или диск с магнитным покрытием) с несколькими воспроизводящими головками, расположенными вдоль нее. Это устройство применяется для получения или обычного эффекта реверберации или, в модифицированном виде, совершенно новых огибающих звука.

Для создания более сглаженной реверберации можно использовать многодорожечную систему со сдвинутыми записывающими головками (имеющими постепенно увеличивающееся ослабление). При использовании этого устройства число «отражений» равно произведению числа записывающих и выходных головок, каждая из которых воспроизводит звук со всех дорожек сразу. Если хотят иметь искусственную реверберацию возможно ближе к реальной, то обычно первые головки располагают довольно близко друг к другу, чтобы избежать колебаний амплитуды. Как дополнительное усовершенствование последняя воспроизводящая головка может быть использована для подачи сигнала с соответственно сниженным уровнем обратно в записывающую головку, и процесс может продолжаться дольше времени одного оборота петли.

Если число «отражений» сокращается и скорость петли снижается, то в результате получается сначала вибрирующее эхо, а затем ряд отдельных эхо. Для получения необычных эффектов можно изменить положения выходных головок и относительные амплитуды их сигналов. Были сделаны записи с использованием этого устройства для получения трюков: отдельные звуки, слова или фразы пропускаются через устройство и снова объединяются с первоначальным звуком.

В ранний период развития «конкретной музыки» пришли к выводу, что нет необходимости устанавливать выходную амплитуду, чтобы получить огибающую экспоненциального спада звука (т. е. имитировать реверберацию). Нет причин, по которым выходные амплитуды нельзя устанавливать в виде любого ряда значений; они могут даже прогрессивно увеличиваться. И фактически из любого начального короткого звукового элемента может быть создано большое число разнообразных огибающих, например такая, в которой точка наибольшей громкости находится в середине вместо того, чтобы быть в начале.

Обратная связь, эхо и задержки

Более простым способом получения эффекта реверберации является непосредственное использование обратной связи. Если выходной сигнал от воспроизводящей головки смешивается с

выходным сигналом, то кажущееся время реверберации будет зависеть от степени ослабления в цепи воспроизведения. Качество реверберации будет сильно зависеть от двух факторов — от скорости фонограммы и расстояния между двумя головками; воспроизведение фонограммы со скоростью 38 см/с при расстоянии, равном трем дюймам (т. е. со встроенной задержкой 0,2 с), дает выраженный эффект дрожания.

Можно начать с отрывистого звука, например постукивания по стакану, и позволить сигналу проходить по замкнутому кругу неопределенно долгое время, используя регулятор громкости для поддержания постоянства уровня сигнала. Эта игра быстро выявит любые выбросы в частотной характеристике цепи; при использовании хорошего профессионального магнитофона проходит примерно полминуты, прежде чем характеристика системы полностью поглотит первоначальный звук. Стоит провести эксперимент с органами регулировки в цепи, если это возможно. Фильтры верхних и нижних частот могут улучшить результат.

Оба описанных выше технических приема — использование петлевой ленты или обратной связи — имеют общий недостаток — их регулярную повторяемость, что весьма проигрышно при сравнении с неупорядоченными затухающими процессами (для обычных целей). В тех случаях, когда эхо получено с помощью обратной связи, будет просто постепенное нарастание одной и той же характерной окраски звука по мере его замирания. И еще одним ограничением является то, что отношение прямого и отраженного звуков определяется законом затухания при прямолнейном распространении звука: отношение прямого звука к первому эхо и первого эха ко второму эхо и т. д. есть величина постоянная. Конечно, все это вполне может соответствовать желаемому эффекту.

Если нужно создать только одиночное эхо, то можно использовать более сложный способ создания задержки, для чего требуется еще одно записывающее устройство. Прямой звук разделяется на части. Одна часть поступает в записывающе-воспроизводящее устройство, которое создает задержанный сигнал (длительность задержки снова определяется скоростью ленты и расстоянием между головками). Другая часть сигнала проходит через небольшой усилитель и снова соединяется с выходным сигналом записывающего устройства. (Назначение усилителя — избежать обратной связи с петлей, и для этого можно использовать любой другой подходящий способ.) Если же требуется эффект «порхающего эха», то в эхо-канал схемы можно ввести обратную связь до того, как сигнал объединяется на каком-то подходящем уровне с первоначальным звуком.

Существует один тип задержки, который создает совершенно иной эффект: первоначальный звук и «эхо» должны быть равны и почти, но не совсем синхронизированы. Вместо эффекта «эха» создается совершенно новое качество звука. Результат зависит от фазового соотношения звуков: некоторые частоты усиливают-

ся, а другие компенсируются. В соответствии с этим на тех частотах, где за время задержки происходит изменение на целое число периодов, выходной сигнал удваивается, но на промежуточных полупериодах оба сигнала оказываются в противофазе и выходной сигнал уменьшается до нуля. Звукооператоры хорошо знают этот вид искажений, и им приходится постоянно быть на чеку, когда микрофоны располагаются близко друг к другу или, например, в коротковолновых приемниках, где сигнал иногда имеет постоянно изменяющийся «свистящий» тембр по мере того, как сигналы от одного и того же передатчика, но приходящие разными путями, сближаются или расходятся по фазе. Аналогичные эффекты можно получить, смешивая сигналы от двух граммофонных пластинок или магнитофонных лент, проигрываемых почти синхронно.

Чистые тоны и белый шум

Создавая электронную музыку, композитор полностью контролирует средства. В отличие от композитора «конкретной музыки», который начинает с выбора тембров звуков, создаваемых более или менее обычными средствами, он синтезирует все элементы звука от первого до последнего. Не имея исполнителя, стоящего между ним и окончательным результатом, он несет всю ответственность за работу и обладает большей свободой, чем любой другой композитор: ограничивающими факторами являются только время, терпение и, конечно, имеющееся оборудование.

Основное оборудование для создания электронного звука состоит из генераторов, дающих чистые тоны и комбинации тонов, которые обычно требуются в больших количествах: одновременно может потребоваться десяток генераторов синусоидальных или прямоугольных сигналов, хотя, в большинстве случаев, от них не требуется высокого качества.

Имеются разнообразные конструкции генераторов тона, и некоторые, продающиеся в наборах для самостоятельного изготовления, совсем не дороги. Однако полезно иметь, по крайней мере, один генератор с высокой точностью калибровки: если музыкальные инструменты воспроизводят не тот тон, то это сказывается только на одном концерте, а сама партитура остается неизменной, а композитор электронной музыки играет окончательный вариант — первое исполнение будет, по всей вероятности, единственным полным свидетельством его намерений.

Наиболее характерными звуками в ранних произведениях электронной музыки были короткие всплески тона на различных частотах, звучавших, как ряд писков, гудков и завываний. Если произведение склеивается из коротких отрезков ленты, чтобы получить этот эффект, изменения быстрых нарастаний и спадов звуков можно ввести, изменяя угол, под которым разрезается лента. Разрезание под углом 90° дает наиболее сильный эффект щелчка в начале или конце. Следовательно, композитор элек-

тронной музыки должен пользоваться для монтажа ножницами вместо обычной щели в монтажном устройстве, прорезанной под углом 45° к ленте.

Белый и «окрашенный» шум являются звуками другого типа, которые характерны для электронной музыки (и радифонического звука, так как он включает технику электронной музыки). Его можно получить различными способами, например усиливая внутренний шум электронной лампы. Более простой способ получить хороший стабильный шум — записать усиленный выходной сигнал УКВ приемника, настроив его на незапятнанный участок диапазона.

Белый шум не очень полезен, но в комбинации с универсальным фильтром его можно использовать для создания «окрасок», которые могут иметь неопределенный тон или связаны по желанию с любой музыкальной гаммой размещением на определенных частотах выбросов, а на других — спадов или с помощью использования полос частот определенной ширины. Эффект электронного «духового инструмента» может быть получен таким же способом. Частотная аналогия между светом и звуком может, между прочим, быть распространена дальше и использована для обозначения конкретных полос звуковых частот цветами светового спектра. Например, белый шум с добавлением басовых составляющих называется «розовым» шумом.

С белым шумом можно сделать еще одну-две операции: например, на шум можно наложить синусоидальную (или любого другого вида) огибающую, — и он превратится в последовательность пытящих звуков. Если глубину этого наложения увеличить, то шум преобразовывается в тон, который может использоваться в музыке; затем, если указанное наложение ослабить, то можно заметить «зернистую» структуру первоначального звука. В одном произведении электронной музыки содержится эффект «пикирующего бомбардировщика», полученный с помощью подобных манипуляций. Принцип, лежащий в основе звука этого вида, конечно, аналогичен принципу работы сирены.

В другом случае белый шум используется как источник узкой полосы звуковых частот: при полосе ± 2 Гц практически выделяется определенная одиночная частота. Студия «Радио Милана» использует для этого анализатор формы сигналов.

Так как при создании электронной музыки возникают огромные трудности при монтаже произведения, особенно когда нужно обрабатывать не просто ноту за нотой, а гармонику за гармоникой, были предложены методы сокращения затрат труда, особенно когда требуются обычные гармонические структуры. Одно из направлений поисков — использование генератора пилообразных колебаний (которые очень богаты гармониками) и фильтров.

Другой и даже более простой способ заключается в использовании тонов, производимых электронным органом какого-либо вида. Сейчас их имеется довольно много: Монокорд, Мелокорд, Спинетта, Онд Мартено и т. п., помимо обычных органов Комп-

тон и Хаммонд. В Западной Германии имеется специальный инструмент, называемый Траутониум — один из группы инструментов, который может быть использован для получения нот любой высоты (на нем можно исполнять музыкальные произведения без предварительной записи).

Радиофонические студии Би-Би-Си имеют собственные модификации электрогитар и цитр, электрической арфы, фисгармонии и фортепьяно, а также имеют доступ в пять главных музыкальных студий Би-Би-Си; помимо нескольких теперь уже стандартных электронных органов, они располагают специально сконструированным органом Малтикалэтоун и большим органом обычного типа.

Обработка источников тонов

Когда произведение синтезируется из источников тонов, обработка звуков и их монтаж являются сложной задачей. Би-Би-Си располагает многими, теперь обычными, устройствами обработки, включая фильтры различных видов: магнитофонами, имеющими устройства для изменения скорости протяжки, устройствами формирования прямоугольных сигналов, кольцевыми модуляторами, виброустройствами, устройствами для сжатия сигналов и ограничителями, эхо-устройствами нескольких типов и пультом управления с обычными органами управления, а также специально разработанными устройствами, которые описаны ниже.

Блок манипулятора. Это устройство с однооктавной клавиатурой фортепьянного типа и двенадцатью входами. При нажатии клавиши может быть обеспечено три времени нарастания сигнала: резкое (0,01 с — время, близкое к самому короткому, которое еще не дает слышимого щелчка), среднее (0,03 с) или медленное (0,07 с), а когда клавишу отпускают, время спада от 0,2 до 5 с. Оно также может давать сигнал и после освобождения клавиши. Этот блок широко используется с комплектом сигнал-генераторов, которые обычно заранее настраиваются определенным образом.

Метрономный переключающий блок. Он дает возможность переключать источники звука через равные интервалы в один музыкальный такт. Родственным является прибор, который может быть настроен на поддержание заранее выбранных входных сигналов в течение заданных промежутков времени.

Оптронные регуляторы громкости. Обычные регуляторы увеличивают или уменьшают громкость дискретными ступенями, обычно равными 2 дБ. Эти скачки обычно не слышны, но заметны при чистом тоне. Там, где эта проблема все же возникает, студия регулирует усиление оптронным элементом. Это делает регулировку очень плавной и исключает потрескивание.

Многодорожечный магнитофон. В настоящее время существуют магнитофоны, обеспечивающие запись 10 дорожек на ленте шириной один дюйм.

Метод записи заключается в том, что первый звук записывается на верхнюю тактовую дорожку, следующий — на нижнюю дорожку при одновременном воспроизведении первой записи. Когда оператор удовлетворен полученным совпадением, он перезаписывает полученный сигнал на вторую дорожку. Громкость на этом этапе значения не имеет и обычно поддерживается высокой. Третий компонент записывается на нижней дорожке и затем переписывается на третью дорожку и т. д., пока не будет использована вся ширина ленты. В этой конструкции имеется отдельная стирающая головка только для одной из дорожек, самой нижней, но все восемь дорожек имеют объединенные записывающие и воспроизводящие головки (которые набраны столбиком по вертикали одна над другой). Двигатель имеет высокоточное устройство регулировки частоты вращения и может обеспечивать скорости протяжки до 96 см/с. После того как звуки записаны, они воспроизводятся через пульт управления с отдельным регулятором для каждого канала, и на этой ступени их можно обрабатывать далее, добавляя сигналы от других источников (через одиннадцать других регуляторов).

Там, где требуется многократная перезапись, нужно использовать высококачественные магнитофоны, иначе начнут сказываться плавание звука, шум ленты и искажения. В студии имеется также оборудование для записи на магнитную дорожку звука с киноленты и синхронизации радиофонического звука с изображением.

Создавались стереофонические произведения с использованием монофонической техники и обычных способов преобразования в стерео, т. е. использованием панорамных регуляторов для разделения звука на два канала и устройств для разнесения его во времени.

Честолюбивые композиторы радиофонических произведений должны иметь в виду, что все это оборудование (в двух студиях) полностью занято созданием звуков для телевизионных и радиопостановок и не предназначено для создания электронной музыки, за исключением особых случаев. Для этого есть возможности в Британском обществе электронной музыки или в некоторых музыкальных лабораториях во Франции, Западной Германии, Италии или же в лабораториях фирмы Белл Систем и в университетах штата Иллинойс, который среди других центров американских университетов располагает возможностями для создания компьютерной музыки, т. е. компьютерного управления электронными источниками.

Программы, по которым компьютеры «создают» музыку, должны быть, конечно, написаны людьми, знающими как музыку, так и математику.

Новые законы музыки

Электронная музыка создает свои собственные законы. И не просто потому, что она звучит иначе — она действительно в основе своей отличается от обычной музыки, создаются «невозможные» звукоряды и гармонии. Но прежде чем мы рассмотрим возможности, которыми располагает композитор в этой новой области, и, в частности, его свободу создавать новые гармонические структуры и гаммы, нам придется обратиться к понятию гаммы и к ограничениям, которые она налагает.

В обычной музыке, которую играют на обычных инструментах, все получается из одного основного соотношения — соотношения гармонических рядов, в которых обертоны являются целыми кратными основного тона. Почти всякая композиция ограничена формами и звукорядами, полученными на основе гармонической структуры. Все струнные и духовые инструменты создают гармонические последовательности такого рода вполне естественно; большинство ударных инструментов сконструировано или используется таким образом, чтобы соблюдалось это расположение обертонов. Кроме того, все звукоряды, которые когда-либо были придуманы для обычной музыки, имеют одну общую черту — интервал в одну октаву, в котором частота верхней ноты точно в два раза выше частоты нижней. Если эти две ноты звучат вместе на инструментах оркестра, то такая комбинация приятна на слух благодаря созвучию основного тона высшей ноты и первой гармоники низкой; есть также много и других общих созвучий. Если, однако, одна из нот слегка смещается с основного тона, то многочисленные созвучия пропадают, так как они существуют только, когда частоты двух основных тонов могут быть выражены как отношение небольших целых чисел.

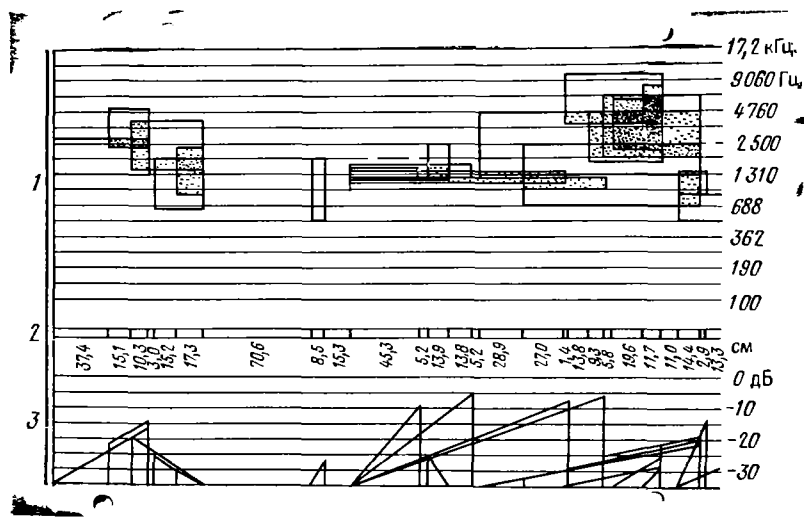
Если бы гармоник не было, то явление созвучия или диссонанса потеряло бы смысл, исключая случай, когда основные тоны достаточно близки друг к другу. Если взять два чистых тона одной частоты, а затем увеличить высоту одного из них, то первым эффектом, который мы услышим, будет биения между тонами. Как только разница становится больше 15 Гц (на высоких частотах в два или три раза больше), происходит то, что мы называем диссонансом. Он увеличивается до максимума, а затем снова исчезает, пока не становится совсем незаметным при приближении отношения частот к 5:6. Для чистых тонов диссонанс наблюдается только в пределах этого узкого диапазона.

Некоторые экспериментаторы в области электронной музыки, все это имея в виду, пришли к заключению, что наше представление о звукоряде является просто удобным частным случаем и если бы могли создавать гармонические структуры, которые не основаны на обычных отношениях 1:2:3:4 ряда, то могли бы быть созданы совершенно новые звукоряды. И, действительно, они были созданы.

«Этюд II» Стокхаузена

Электронная музыка может быть основана на совершенно новой концепции звукоряда, что легко объяснить на примере полностью опубликованной партитуры «Этюда II» Карлхайнца Стокхаузена, показывающей все возможности при создании одного произведения. Когда лента с записью этого произведения воспроизводится перед слушателем с абсолютным слухом или даже с хорошим относительным слухом, он сразу же чувствует здесь что-то не так. И, действительно, по всем обычным музыкальным стандартам кое-что здесь действительно не так. Расположение музыкальных интервалов такое, какого до введения электронного синтеза звука никто не знал.

Чтобы использовать возможно большее количество соотношений, выражающихся малыми целыми числами, обычная гамма основывается на делении октавы на двенадцать равных (или приблизительно равных) частей. Каждая нота в хроматической гамме по частоте примерно на 6% выше, чем предыдущая, так что



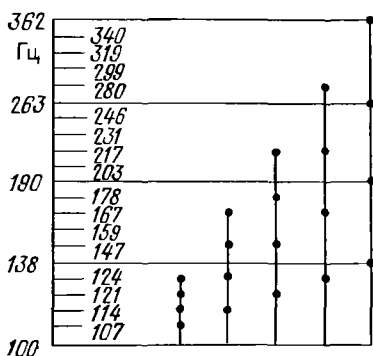
Электронная музыка. Партитура, подобная составленной Стокхаузенем для показа структуры его «Этюда II»:
1 — высота тона: показываются группы используемых тонов, каждый блок изображает группу из пяти тонов (см. следующий рисунок); 2 — длина ленты измеряется в сантиметрах, скорость ленты 76,2 см/с; 3 — громкость: динамика смеси тонов

произведение дюжины этих отношений равно двум — октаве. Но Стокхаузен в своем «Этюде II» полностью обходится без октавы, а вместо этого берет совершенно новую гамму, основанную

на интервале в две октавы и одну треть, т. е. интервал между какой-то нотой и ее «нормальной» пятой гармоникой, или, другими словами, интервал между любыми двумя нотами, отношение частот которых равно пяти. Это большой интервал подразделяется на двадцать пять равных малых интервалов, что означает, что каждая последующая нота в его гамме примерно на 7% выше предыдущей. Поэтому следует ожидать, что очень немногие из интервалов, основанных на этой гамме, будут соответствовать чему-либо из предшествующего музыкального опыта слушателя.

И если музыка, написанная в соответствии с этой гаммой, исполнялась бы на каком-либо обычном инструменте (скрипки и тромбоны можно приспособить для игры в этой гамме; другие инструменты, такие, как трубы и деревянные духовые инструменты, пришлось бы изготавливать специально), почти любая комбинация нот, воспроизводимая для получения гармоник или мелодии, дала бы диссонанс из-за присутствующих гармоник. Единственный возможный путь решения этой проблемы заключается в использовании полностью синтезированного звука, полученного от электронных источников, но связанные с этим затраты труда будут огромны.

Стокхаузен, создав свою новую гамму, стал получать новые тембры, в которых все парциальные тоны соответствовали бы друг другу в новой гамме. Он ограничился пятью основными звуковыми группами, каждая из которых состояла из пяти тонов. Наиболее компактная из этих групп содержит группу из пяти последовательных частот или «нот» этой новой гаммы. Звучание первой группы могло бы быть охарактеризовано как суровое, так как оно состоит из ряда диссонирующих пар. Следующая группа



Смесь тонов. Пять типичных смесей, использованных в «Этюде II» Стокхаузена. Всего было использовано 193 тона.

содержит тоны, разнесенные на две ноты, и внутренний диссонанс здесь почти отсутствует; в других группах, где тоны разнесены на интервалы в три, четыре и пять нот, он совершенно отсутствует, и разница в характере звучания между ними зависит только от ширины их спектра. (Перед использованием каждая из 193 основных групп была пропущена через реверберационную камеру и перезаписана для того, чтобы добиться слияния звуков.)

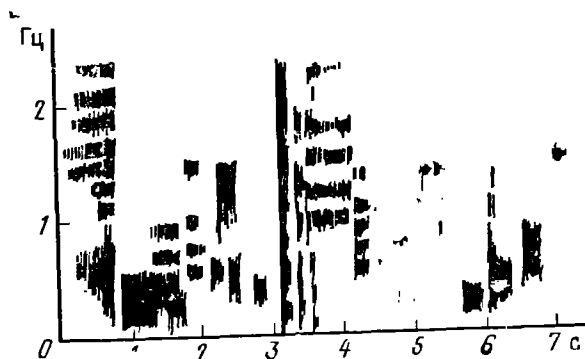
Используя эти основные тоны, Стокхаузен приступил к экспериментам с различными огибающими, длительностями, комбинациями, по-

следовательностями и т. д., и конечное произведение длится ровно столько, сколько нужно композитору, чтобы исследовать и оценить различные возможные варианты, которые пришли ему в голову.

Графическое создание звука

Использование оптических дорожек для создания звука продолжается с перерывами почти с момента появления звукового кино. В рассматриваемом смысле это означает фотографирование рисунков или нанесение их непосредственно на звуковую дорожку либо кадр за кадром, либо непрерывно (используя вращающиеся зубчатые колеса).

Электронная музыка и реверберация. Спектрограмма части «Этюда II» Стокхаузена, показывающая смягчающее действие реверберации.



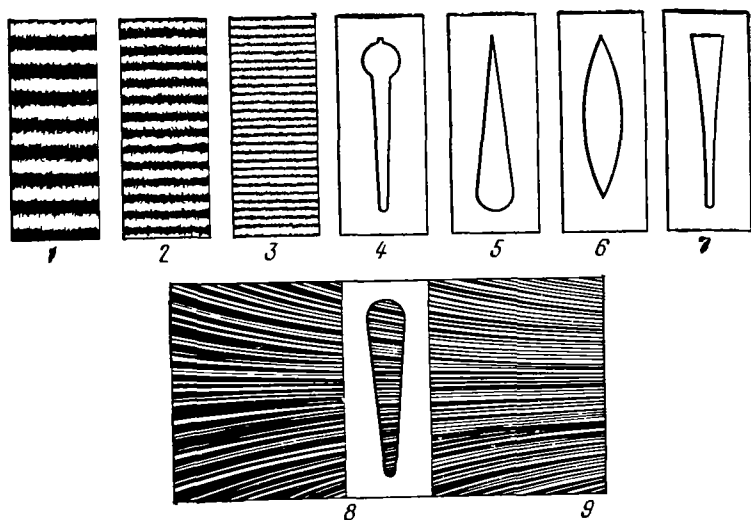
Попытки имитировать действительные формы сигнала менее интересны, чем эксперименты с использованием обычных графических фигур. Иногда звук создавался съемкой последовательностей прямоугольников, треугольников, эллипсов и т. п., причем высота тона регулировалась грубо использованием различных размеров снимаемых фигур и точно изменением расстояния до камеры. Громкость можно было регулировать выдержкой, а двойная экспозиция могла быть использована для добавления одного звука к другому. Другой графический материал включал буквы, отпечатки пальцев и профили лиц. Были также испробованы световые щели, связанные с простыми и сложными маятниковыми системами.

Такое создание звука для мультипликационных (и других) фильмов достигло наибольших успехов благодаря Норману Макларену из Канады. Он не делал попыток имитировать естественные звуки, а использовал легко изображаемые фигуры, которые при повторениях создавали тон. Был нарисован ряд тоновых оттенков, из которых были составлены картотеки для использования по мере надобности.

Некоторые совсем простые рисунки создавали звуки, очень богатые гармониками, и наряду с простыми звуками давали возможность выбрать скрипучие или резкие.

Громкость звука регулировалась изменением экспозиции или площади снимаемой карточки. Использовалось экспонирование по одному кадру; иногда для получения непрерывного звучания или звучания, как у мандолины, экспонировалось несколько кадров. Для передачи отсутствия звука (или паузы) фотографировался

лась черная карточка. Реверберация создавалась фотографированием ряда уменьшающихся подобных изображений, хотя этот процесс оказался более утомительным по сравнению с перезаписью при использовании обычного эха.



Графическое создание звука:

1—3 — карточки из набора, дающие тоны разной высоты. Более сложные рисунки дают более богатую окраску тонов: 4—8 — маски (для наложения на карточки тонов), дающие динамические огибающие определенной длительности; большие длительности получают сложением карточек, которые открыты на концах; 9 — карточка, дающая ряд тонов разной высоты с особой окраской тонов. Все эти рисунки фотографируются непосредственно на оптическую дорожку киноплёнки. Применялось много сходных методов, в которых использовались как изменение плотности, так и площади рисунков.

Наиболее интересным в этом методе было использование тоновых контурных масок. Выбиралась карточка, соответствующая необходимому тоновому оттенку, на нее накладывался контур, содержащий нарастание ноты, контур ее динамики и спад. Иногда получались довольно приятные звуки. Тоновые оттенки получались разбрызгиванием капель краски или ее выдавливанием как зубной пасты, на карточки. Трудность их описания иллюстрирует степень достаточного успеха в отходе от привычных звуков.

Другим направлением в использовании графической техники было создание звука с заданными параметрами музыкального звучания. В «Орамиксе» (названном так в честь английского композитора, который разработал этот метод) используется вся ширина 35-миллиметровой пленки, на которой располагается много синхронно движущихся дорожек. Это позволяет произвольно составлять ряд звуков, которые могут имитировать существующие музыкальные звучания, или исследовать новые пути.

Отдельные дорожки рисуются для таких параметров звука как громкость, вибрато, длительность звучания, реверберация

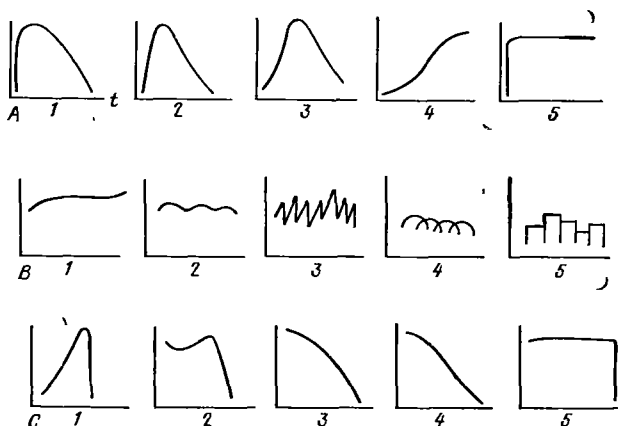
высота тона (или более сложные функции), которые вместе взаимодействуют, определяя и создавая звук.

Партитура реализуется, когда все дорожки проигрываются через устройство, считывающее их, но если композитор чувствует, что он может в чем-то улучшить ее, он может просто вернуться к данной детали, идентифицировать ее визуально, стереть неудобную завитушку и вписать видоизмененную.

Запись партитур «новейших» композиций

Существует столько систем записи партитур, сколько существует композиторов электронной или конкретной музыки. Поскольку весьма маловероятно повторение исполнения таких произведений кем-то другим, то практической пользы от опубликованной партитуры мало. Запись партитуры обычно используется только как памятка для композитора или как указание для его технических ассистентов. Впрочем, второе применение создает известные трудности, так как затрагивает область общения, в которой разные люди должны научиться говорить на одном языке и понимать друг друга.

Как же записывается партитура музыки? В обычной системе запись определяется музыкальными инструментами с фиксированной высотой тона и другими характеристиками. При этом многие детали исполнения точно не обуславливаются, а вводятся интерпретатором.



Классификация звуков. Динамика или огибающие звуков. Классификация, составленная инженерами и композиторами конкретной музыки, как первый шаг к системе нотной записи. Представленные здесь термины могли бы описывать или тембр первоначального звука, или то, как он мог бы быть преобразован.

A — нарастание: 1 — мгновенное — удар, звон и т. д.; 2 — ударное — постукивание по станку и т. д.; 3 — взрывное — дающее эффект взрыва; 4 — постепенное — плавный подъем; 5 — плоское — максимальная интенсивность с самого начала.

B — внутренняя динамика: 1 — стабильная — на одном уровне; 2 — колеблющаяся или пыхтящая; 3 — царапающая или дрожащая; 4 — пульсирующая — перекрывающиеся повторения, сливающиеся вместе; 5 — групповая — составляющие расположены вплотную друг к другу.

C — спад: 1 — мгновенный; 2 — акцентированный; 3 — заглушенный; 4 — постепенный; 5 — плоский и резко прерываемый.

В радиофонических формах звука описание должно быть намного точнее, и хотя можно изложить некоторые основные положения или правила композиции, которые останутся справедливыми для всего произведения, но разные произведения будут иметь свои наборы переменных.

Произведения, основанные на электронном синтезе, обычно занимают широкую полосу частот, и поэтому для их записи обычных нотных линеек недостаточно, и, видимо, от них придется отказаться (как в случае с «Этюдом II» Стокхаузена). В то же время для «конкретной музыки» на основе обычных источников (или любого другого произведения, в котором содержание гармоник определяется названными источниками) их, вероятно, можно сохранить там, где люди с музыкальной подготовкой находят это желательным.

В Париже в свое время проводилась некоторая работа в области записи некоторых из наиболее важных характеристик «конкретных» звуков. Нота может быть описана с помощью ее характеристик нарастания и спада, высоты тона и громкости, реверберацией, а также изменением этих характеристик в течение времени звучания. Для таких характерных свойств звука, как «плотность», «прозрачность» и «глухость», были предложены символы и сделаны попытки дать точные определения этих терминов. Другие символы описывают содержание гармоник и дискретность структуры обработанных звуков. Но они мало дополняют систему записи.

Каждая опубликованная партитура или отрывок должны сопровождаться подробными комментариями, чтобы читатель мог извлечь из них какое-либо представление о действительном содержании музыки или, что важнее, как был получен каждый эффект.

ГЛАВА ТРИНАДЦАТАЯ

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА

Во время репетиций, производства записи и подготовки передач необходимо на слух постоянно выскидывать ошибки, которые снижают качество программы. Существует много факторов, за которыми следует пронаблюдать; мы приведем здесь только основные, воздействующие на звук в радио-, телепередачах и кино.

1. **Ошибки постановки:** неудачный подбор голосов, высокопарная речь актеров, излишне «книжные» тексты сценариев, плохой хронометраж.

2. **Нечеткие технические приемы:** плохой музыкальный или акустический баланс, недостаточно плавное изменение силы звука и неаккуратное микширование, неправильное использование акустики.

3. **Плохое качество звука:** искажения, резонансы и другие недостатки частотной характеристики, отсутствие низких и высоких частот.

4. **Дефекты из-за неисправностей аппаратуры или плохой записи:** детонация звука, помехи с частотой питающей сети, чрезмерные шумы ленты, шумы из-за небрежных соединений, плохого экранирования или рассогласования.

Наиболее существенными являются ошибки первой группы. Их, впрочем, легче всего и заметить. Что касается технических приемов, то способность видеть их ошибки приходит с практикой. Об ошибках, относящихся к качеству звука, вполне объективных и измеримых, как ни странно, можно судить не иначе, как на слух, и субъективно по принципу «я сам знаю, что мне нравится».

Качество и слух

Качество звука, которое приемлемо и предпочтительно для слуха, почти всецело зависит от того, к чему слушатель привык. Очень немногие люди с нетренированным слухом могут судить о качестве звука с разумной точностью и в объективных выражениях. Опыты, проведенные в Соединенных Штатах Америки, показали, что многие предпочитают среднее качество лучшему.

Это же было установлено и в Великобритании на ярмарке звукотехнической аппаратуры, когда представитель фирмы, выпускающей акустические системы, пригласил посетителей ярмарки оценить и сравнить качество трех различных стереофонических систем. Для тренированного слуха, конечно, не было никаких сомнений относительно качества звучания. Очень много людей приняли участие в этом опыте, и их голоса распределились довольно равномерно между тремя системами.

На первый взгляд результаты таких экспериментов могут показаться весьма удручающими для энтузиастов высококачественного звука. Даже многие из тех людей, которые причисляют себя к любителям *hi-fi* (термин, часто применяемый для любой звуковоспроизводящей аппаратуры с качеством выше среднего), в действительности часто отдают предпочтение акустическому ящику, который звучит именно как ящик, а качество звучания, превращающее жилую комнату в уголок концертного зала, они считают нарушающим покой.

Эту позицию следует принимать во внимание, но верно и то, что качество аппаратуры и получаемое эстетическое наслаждение тесно связаны. Музыкальное произведение, переданное высококачественно, дает больше информации слушателю, для которого оно является новым.

Разница между хорошим и плохим громкоговорителями сводится как раз к тому, что хороший доводит до слушателя большую часть первоначального замысла. Поэтому потенциально он дает возможность получить больше удовольствия от программы или, по крайней мере, более утонченного удовольствия. Для тех-

нического контроля и регулирования звука принципиально необходимо, чтобы громкоговоритель имел высокое качество

Вместе с тем высококачественный звук не является, как, скажем, широкоэкранный фильм, чем-то раскрепощенным, по сравнению с имеющимися ограничениями. Напротив, качество различной степени может быть приемлемо для одного и того же человека, когда это проявляется в разных частях программы. Например, высокое качество важно для яркой современной музыки (или для любой оркестровой музыки в концертном исполнении); среднее или низкое качество может быть удовлетворительным для обычной речи, основной смысл которой заключается в содержании; музыка «второго плана» должна звучать мягко и не быть навязчивой. На высококачественной аппаратуре программы различного типа можно воспроизвести с соответствующими уровнями качества; на плохой аппаратуре все они снижаются до одинаково посредственного уровня.

Поэтому несомненно стоит упорно добиваться развития слуха одних и давать возможность другим слушать звук гораздо лучшего качества, чем они привыкли. Любая организация при этом должна решать, исходя из экономических соображений, какого верхнего предела звукового частотного диапазона следует добиваться.

На Би-Би-Си проводились испытания с ограничением звукового частотного диапазона до 7, 10 и 12 кГц. К испытываемым на звучание объектам относились колокола, духовые инструменты, тарелки и треугольник, малые и военные барабаны, маракасы, аплодисменты и женская речь. Слушателями были мужчины и женщины в возрасте около 40 лет, и многие из них имели большой опыт в оценке качества звука. Результаты испытаний показали:

только несколько человек ощутило ограничение частотной характеристики на 12 кГц;

многие неопытные слушатели обнаружили ограничение только на 10 кГц, хотя опытные обнаруживали это очень легко;

ограничение на 7 кГц обнаружили даже самые неопытные слушатели.

Диапазон частот, передаваемый Би-Би-Си на УКВ ЧМ, составляет 15 кГц¹.

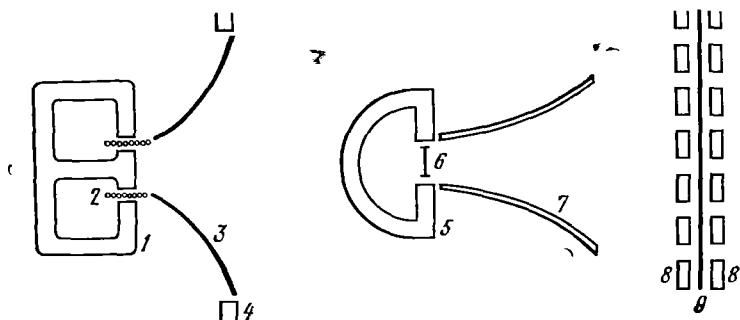
¹ Профессиональная оценка качества звучания обычно производится специальной группой экспертов, в число которых входят звукорежиссеры и музыканты высокой квалификации. В нашей стране были проведены, в свое время, обширные экспертизы по восприятию различного вида искажений, которые явились основой классификации звуковых каналов на классы. Приведенные в тексте данные по восприятию искажений не совпадают с данными, имеющимися в нашей литературе. Желаям более обстоятельно познакомиться с вопросом оценки качества звучания можно рекомендовать результаты многих исследований, проведенных у нас. Например, «Исследование заметности искажений в радиовещательных каналах». Сб. под ред. И. Е. Горона (М.: Связьизд 1959).

Громкоговорители

Главным препятствием для получения хорошего звука чаще всего бывает громкоговоритель. В принципе, довольно легко получить хорошее звучание на средних и высоких частотах, но для эффектного воспроизведения низких частот требуется либо довольно большая площадь поверхности, либо диффузор с большой апертурой. О причине этого уже говорилось — звуковые волны большой длины не «замечают» мелких предметов, огибая их, а слишком маленькие поверхности не способны эффективно перемещать массы воздуха на низких частотах.

Колебания воздуха можно создать относительно небольшой поверхностью, предварительно усилив басы, чтобы заранее компенсировать неэффективность их передачи, но в этом случае от усилителя требуется дополнительная мощность.

В громкоговорителях обычно применяют жесткие диффузоры, работающие, как поршень. Диффузор управляется электромеханическим устройством, подобно используемому в микрофонах, за исключением, конечно, того, что оно преобразует электрический



Типы громкоговорителей:

электродинамический (слева) — наиболее распространенный и используемый для воспроизведения звука в широком диапазоне от низких до высоких частот: 1 — постоянный магнит, 2 — катушка, 3 — диффузор, 4 — экран; ленточный (в центре) — иногда используется для воспроизведения высоких частот: 5 — постоянный магнит, 6 — лента, 7 — акустический рупор; электростатический (справа): 8 — перфорированные неподвижные электроды, 9 — мембрана

сигнал в механические колебания. Наиболее общим типом преобразователя является электродинамический, но иногда применяют электростатический, ленточный и другие типы (ленточный наиболее применим для воспроизведения высоких звуковых частот).

С помощью одного диффузора нелегко получить одинаковую хорошую на всех частотах характеристику, поэтому иногда сигнал подают на отдельные громкоговорители, перекрывающие две (или даже три) различные части частотного диапазона. Когда сигнал делится таким образом, нет необходимости в крутых фронтах частотных характеристик отдельных громкоговорителей, так как они перекрываются и полный сигнал получается сложе-

нием акустических выходов. При этом необходимо обеспечить соответствующее взаимное их расположение, чтобы не было компенсации колебаний из-за разности фаз.

На низких частотах в качестве диффузора можно использовать конус из бумаги. Он должен быть концентрически гофрированным, чтобы предотвратить образование нежелательных гар-

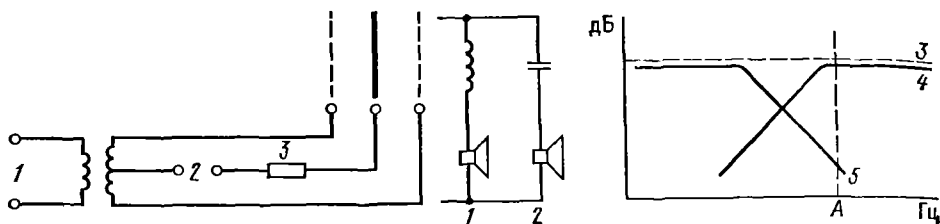


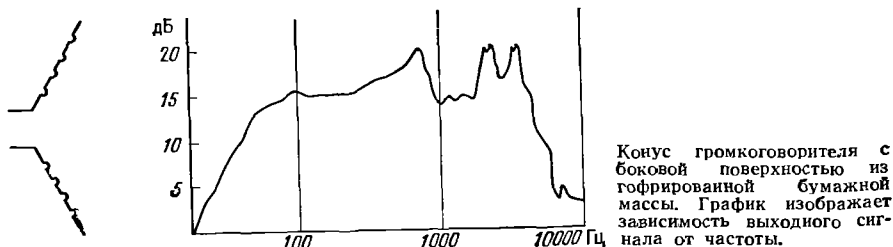
Схема электростатического громкоговорителя:

1 — вход сигнала; 2 — поляризующее напряжение; 3 — большое сопротивление. Двухтактный принцип действия позволяет равномерно распределить движущую силу по большой площади мембраны, в результате чего колебания имеют относительно большую амплитуду. Электростатический громкоговоритель для воспроизведения во всем звуковом диапазоне имеет две самостоятельные цепи: низкочастотную и высокочастотную с частотой разделения 200—300 Гц.

Простая разделительная цепь громкоговорителя:

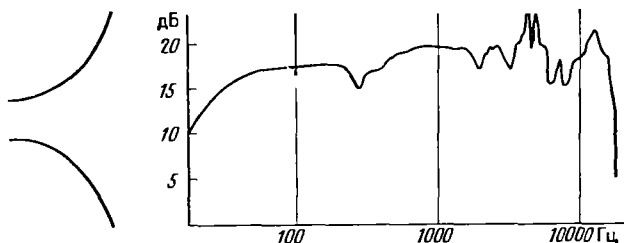
1 — низкочастотная цепь; 2 — высокочастотная цепь. Общая мощность P делится поровну между двумя цепями 4 и 5; для каждой она падает на 6 дБ на октаву за точкой разделения. Это весьма удовлетворительный тип цепи, не создающей резких неровностей в частотной характеристике. Однако на частотах, которые расположены достаточно близко к точке разделения, возможна неравномерность. Например, для низкочастотного громкоговорителя спад характеристики в точке А заметно влияет на общую характеристику, поэтому разделение нужно делать на более низкой частоте (если позволяет характеристика высокочастотного контура) или использовать более сложную разделяющую цепь с крутым спадом в точке разделения.

моник (они могут включать субгармоники, которые ниже основной частоты возбуждения конуса). Хотя простые конусы этого типа работают хорошо, применяются также конусы или поршни из пенополистирола, помещенные между поверхностями из тонкой алюминиевой фольги. Такие диффузоры более жестки, но с недостаточным внутренним затуханием, поэтому на некоторых



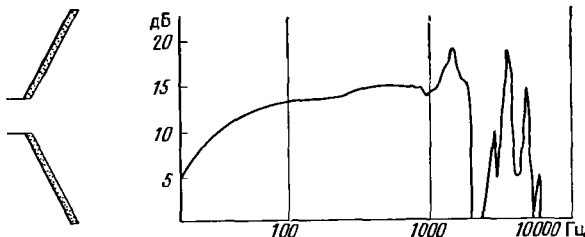
частотах они звенят подобно стеклянным бокалам. В последнее время для получения оптимальной жесткости и затухания стали применять пластмассы. Но конус, какой бы конструкции он ни был, должен иметь малую массу, чтобы сила его инерции не влияла на частотную характеристику.

Проблема, связанная с конусом или любым другим диффузором, состоит в том, что при излучении происходит также излучение сигнала, находящегося с основным в противофазе, с обрат-



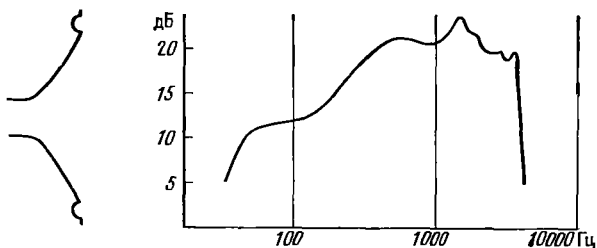
Конус громкоговорителя с искривленным профилем. Эта форма дает хорошие результаты. График изображает выходной сигнал широкополосного конуса диаметром 20 см. Следует обратить внимание, что в характеристике неравномерность на высоких частотах больше, чем в других точках.

ной стороны конуса. Если для этого дополнительного излучения нет никакого препятствия, то оно отгибает конус и складывается с основным сигналом. Его влияние особенно заметно на низких



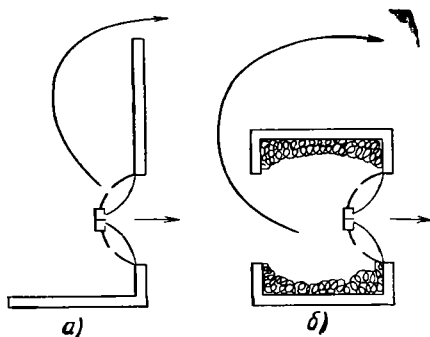
Конус громкоговорителя из полистирола, находящегося между листами алюминиевой фольги. Эксперименты с этими материалами дали неудовлетворительные результаты. Материя действует, как жесткий поршень на низких частотах, но ему не хватает внутреннего затухания для уменьшения резонанса на частотах 1 кГц и выше. Даже для низкочастотной цепи требуется ровная частотная характеристика до 1600 Гц.

частотах: при сложении двух таких сигналов происходит их ослабление, хотя они и без того слабые, поскольку конус слишком мал для очень низких частот.



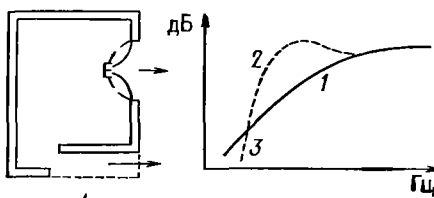
Конус громкоговорителя конструкции Бн-Бн-Си, 1967 г. (В то время было объявлено, что это лучший конус из всех имеющихся с диаметром от 30 см и более и используемых для низких частот до 1600 Гц.) Материал — полистирол плюс синтетический эластичный компаунд с покрытием из поливинилхлорида.

Существует несколько методов борьбы с этим явлением. Один из них состоит в том, что громкоговоритель помещают в экран относительно большой площади. Размер его определяет длину волны, ниже которой будет происходить ослабление; для удвоительной характеристики на низких частотах минимальная площадь экрана должна быть около $0,02 \text{ м}^2$. Другой метод заключается в том, что пространство за конусом превращают в низкочастотный резонатор с отверстием для излучения части мощности таким образом, что за счет изменения фазы в той области, где раньше был спад, произойдет подъем частотной характеристики. Но это устройство (или, как его называют, фазоинвертор) громкоговорителя, а его футляр может быть причиной нежелательной окраски звука в области низких частот. Спад частотной характеристики фазоинвертора ниже его резонансной частоты более крутой, чем у простого громкоговорителя. Кроме того, он обладает характерным звучанием, которое вряд ли можно рекомендовать для какого бы то ни было громкоговорителя. Есть еще путь — попытаться полностью избавиться от обратного излучения. Лучшее всего было бы просто направить его в другую комнату, но поскольку обычно бывают возражения против этого, оптимальный выход — попытаться подавить обратное излучение внутри ящика громкоговорителя таким образом, чтобы отражение или «жесткость» заключенного в нем воздуха не воздействовали на



Корпус громкоговорителя: экран (а) или ящик (б). Корпус ослабляет на частоте, на которой звук, излучаемый с обратной стороны конуса, складывается с прямым звуком и гасит его. Ящик, однако, имеет внутренние резонансы, которые необходимо подавить, заполнив его поглощающим материалом.

Корпус громкоговорителя ниже его резонансной частоты более крутой, чем у простого громкоговорителя. Кроме того, он обладает характерным звучанием, которое вряд ли можно рекомендовать для какого бы то ни было громкоговорителя. Есть еще путь — попытаться полностью избавиться от обратного излучения. Лучшее всего было бы просто направить его в другую комнату, но поскольку обычно бывают возражения против этого, оптимальный выход — попытаться подавить обратное излучение внутри ящика громкоговорителя таким образом, чтобы отражение или «жесткость» заключенного в нем воздуха не воздействовали на



Громкоговоритель с подъемом на низких частотах — фазоинвертор. Внутренняя полость ящика и отверстия в его передней части используются как резонатор Гельмгольца с низкочастотным резонансным пиком. При сложении этой характеристики с нормальной низкочастотной характеристикой 1 может быть получен подъем на низких частотах (в полосе) больше чем октава — 2. Но на более низких частотах 3 спад характеристики становится более крутым.

диффузор. Это может быть сделано довольно неплохо, но, как и в предыдущем методе, здесь желательно использовать ящик побольше, чтобы был больший объем для поглощения нежелательной энергии.

Конструирование высококачественных громкоговорителей несомненно трудная задача, для решения которой было предпринято много других изобретательных попыток. В особенности, это относится к проблеме размеров, естественно связанных с длиной волны звука. Но эти вопросы не рассматриваются в данной книге.

Контрольное прослушивание звука

Наилучшее расстояние от громкоговорителя до места контрольного прослушивания составляет 1—2 м. При более близком расположении звук приобретает неестественное звучание из-за стоячих волн, возникающих в ближней зоне. При большом расстоянии сказываются акустические свойства помещения. В общем случае желательно, чтобы акустические свойства контрольного помещения были схожи с акустическими свойствами жилой комнаты. Однако для того, чтобы знать, связан ли какой-либо, пусть небольшой, изъян со студией или комнатой для прослушивания, необходимо помимо высококачественного воспроизведения сесть поближе к громкоговорителю, гораздо ближе, чем дома, когда слушаешь только для удовольствия. Впрочем, это возможно только при прослушивании монофонии.

Для контрольного прослушивания стереофонического звука слушатель должен расположиться в вершине равностороннего треугольника (или немного ближе). Громкоговорители разнесены приблизительно на 2,5 м, поэтому оператор студии находится в 2 м от них; звукорежиссер садится позади него. Идеальным их размещением в аппаратурной является такое, при котором оператор и режиссер не смотрят прямо в студию, но расположены лицом к звуковой картине.

В четырехканальной стереофонической системе два дополнительных громкоговорителя размещают за спиной слушателя. Когда прямой звук слышен из всех четырех громкоговорителей (особенно при контрольной проверке), все четыре должны представлять собой одинаково сбалансированные системы. Но в большинстве случаев при нормальном прослушивании вовсе не обязательно, чтобы задние громкоговорители обладали той же мощностью и были такого же высокого качества, как и передние. Более того, поскольку общая мощность распределяется теперь на четыре канала и если комната оборудована заново, то все четыре громкоговорителя могут быть подобраны таким образом, чтобы мощность каждого из них могла быть меньше, чем нужно для монофонии или для двухканальной стереофонии.

Некоторые затронутые здесь вопросы имеют более широкое приложение и будут рассмотрены в следующей главе. Здесь более подробно обсудим некоторые факторы, влияющие на техническое качество звука.

В этой книге не рассматривается подробно устройство аппаратуры, кроме того, что непосредственно связано с работой. Некоторое техническое представление и понимание звуковой природы, конечно, ценны, так как помогают показать, почему то, что мы делаем, приводит к необходимому эффекту, или проследить путь эффекта (желательного или нежелательного) до источника его возникновения.

При контрольном прослушивании звука основное внимание должно быть направлено на то, чтобы распознать ошибки, когда

они встречаются. По этой причине многие подзаголовки этой главы включают термины: «искажения» и «ошибки». Когда замечены ошибка и условие ее возникновения, предстоит длинный путь ее устранения, но в данной книге не даны исчерпывающие рекомендации, особенно в тех случаях, когда причиной ошибок являются дефекты устройств.

Ошибки разного рода могут попадаться и в записи, если они в свое время остались незамеченными. Методы корректирования ошибок в записи указаны, где это возможно.

Шум

Звук, частота и уровень которого носят случайный характер, назовем шумом. Существует множество других видов «нежелательного звука», но о каждом из них можно говорить отдельно.

Шум вызывают различные неоднородности в структуре: отдельные частицы окиси железа в магнитной ленте, крошечные неровности на ее поверхности, зернистая структура углерода в резисторе, случайный поток отдельных электронов через металл или вакуум электронной лампы,—создающие некоторый уровень шума в записи и вещании. Возникает вопрос: какое отношение уровня сигнала к уровню шума можно допустить? Для многих целей считается хорошим отношение, равное 55 дБ и выше. Как будет показано далее, оно обеспечивает соответствующий диапазон громкостей даже для программного материала, для которого в реальной жизни потребовался бы большой динамический диапазон. Шумы становятся серьезной помехой, если элементы первых каскадов усилителя или приемника начинают стареть, а также вследствие более серьезных дефектов (например, загрязненный потенциометр регулятора громкости или недоброкачественная пайка). В радиовещании причиной усиления шумов могут быть неблагоприятные условия приема.

Одним из видов шума, носящего вполне определенный характер, является фон сети. Эта помеха, вызванная частотой питающей силовой сети (и ее гармониками), примешивается к полезному сигналу. Вторая гармоника — наиболее серьезный компонент, особенно если используются некоторые типы высококачественных промкоговорителей, которые эффективно воспроизводят низкие частоты. Поэтому большинство сетевых фильтров настроено на частоту 100 (или 120) Гц. Более сложные фильтры вырезают узкие полосы частотного диапазона, соответствующие частотам гармоник, без воздействия на музыку.

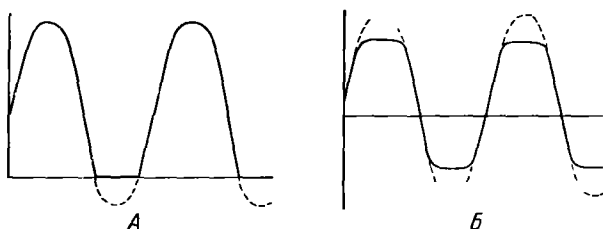
Помехи от питающей сети могут быть вызваны недостаточной фильтрацией выпрямленного тока или плохой экранировкой проводов, по которым передается сигнал, особенно с низким уровнем и в высокоомных цепях, таких, как цепи конденсаторного и пьезоэлектрического микрофонов до первого каскада усилителя. (Все конденсаторные и пьезоэлектрические микрофоны имеют предварительные усилители; но для пьезоэлектрических звуко-

снимателей трудно поместить усилитель близко к головке, поэтому в данном случае требуется экранирование.) На электромагнитные микрофоны может непосредственно воздействовать расположенное рядом электрическое оборудование, например силовые трансформаторы или электродвигатели.

Фон переменного тока могут вызвать ошибки в заземлении: либо отсутствие заземления, либо (другая крайность) связь отдельного элемента с общей землей по нескольким путям, в результате чего образуется замкнутый контур, который, подобно всякому другому контуру, может принимать сигналы от проводки или аппаратуры, где протекает ток сети.

Нелинейные искажения

Если в какой-либо точке цепи радиовещательной или звукозаписывающей аппаратуры уровень сигнала установлен слишком высоким, то его максимумы становятся плоскими, т. е. искажаются. Вследствие этого появляются новые частоты, являющиеся гармониками первоначальных частот. Применяя музыкальные термины, можно сказать, что появляются новые обертоны. Большая часть их в точности совпадает с какими-то из тех частот,



Нелинейные искажения: отмеченные пунктиром части сигнала становятся более плоскими. А — ограничение только нижних пиков; Б — двустороннее ограничение наступает, когда какой-либо элемент аппаратуры не пропускает сигнал слишком большой амплитуды. В обоих случаях искажение приводит к появлению тонов, являющихся кратными частоте колебания, подвергнувшегося ограничению.

которые уже присутствуют во многих звуках и особенно в музыке. Следовательно, появление гармонических искажений в какой-то мере маскируется уже присутствующими звуками, а если нет такой маскировки, искажения все равно приемлемы из-за их псевдомузыкальной близости с желаемым звуком.

Небольшие искажения могут быть менее неприятными, чем высокий уровень шума: 2% гармонических искажений вообще не заметны, а 1% является нижним пределом для высококачественной аппаратуры¹.

Чрезмерно большие искажения возникают вследствие имеющихся в аппаратуре дефектов. Они возникают, в частности, ког-

¹ См. словарь терминов — нелинейные искажения.

да подвижные части какого-либо электроакустического преобразователя установлены неточно, например, если его лента или катушка смещены в магнитном поле. Искажения происходят также тогда, когда электронная лампа работает в неправильном режиме или с ненормальным смещением.

Интермодуляционные искажения, возникающие в результате интерференции двух колебаний с различными частотами, амплитуды которых то складываются, то вычитаются. Их величина должна быть еще меньше, чем у гармонических искажений. Высококачественную звуковую аппаратуру конструируют таким образом, чтобы избежать интермодуляционных искажений во всем диапазоне звуковых частот.

Искажения могут возникнуть в самом начале электроакустической цепи, в точке, которая теоретически находится под контролем оператора. Например, воздушное давление, действующее на микрофон (вызванное ветром или взрывными согласными при их произнесении очень близко к микрофону), может вызвать перемещение его мембраны за пределы рабочего диапазона. Случается и так, что сигнал с выхода микрофона имеет слишком высокий уровень для первого каскада микрофонного усилителя.

Чувствительность профессиональных микрофонов обычно связана с громкостью предполагаемых источников звука таким образом, что в большинстве случаев на пульт сигналы приходят с нормальным уровнем. Исключение, однако, составляют такие источники звука, как большой барабан, медные духовые инструменты и электрогитара, громкоговоритель которой может давать сигнал очень высокого уровня. Микрофонный усилитель пульта обеспечивает фиксированное усиление, поэтому между ним и микрофоном устанавливается аттенюатор на 12 дБ (а может быть, и больше) для предотвращения перегрузки от названных источников. Можно, конечно, выбрать микрофон с более низкой чувствительностью или же использовать микрофон с предварительным усилителем, переключаемым на различные усиления в зависимости от уровней входных сигналов.

Нелинейные искажения могут возникать также при очень близкой установке микрофона к фортепиано. Когда этот инструмент используется для популярной музыки, его можно рассматривать как ударный производящий звуки в результате кратковременной, но очень энергичной игры на нем. Очень высокая громкость этого кратковременного процесса часто не отмечается индикатором уровня, но происходящее резкое повышение громкости приводит к искажению, если сигнал предварительно не уменьшить аттенюатором на 6—12 дБ до его усиления в пульте. В этом случае для основного сигнала усилитель будет работать неэффективно, поэтому весь сигнал должен быть усилен дальше в пульте, где, впрочем, тоже могут появиться те же самые искажения. Поэтому возникают разногласия в целесообразности использования этого метода.

Потери высоких частот

Частотные искажения возможны в большинстве звеньев звуковой цепи, и чаще всего они происходят в верхней области звукового диапазона. Проявляется это в потере высоких частот, которая происходит по многим причинам.

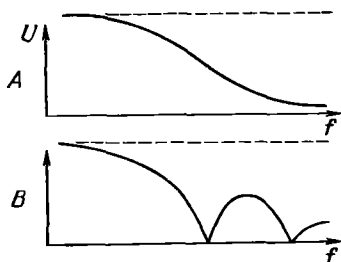
Так, при прохождении сигнала по линии наличие емкостного сопротивления между проводами приводит к уменьшению высоких частот. Это уменьшение можно исправить подъемом частотной характеристики на высоких частотах в каком-либо устройстве. Заметим, что при этом отношение сигнал/шум в основном остается постоянным, так как если высокочастотный шум сначала в линии уменьшается, то затем в корректирующем устройстве увеличивается в том же отношении.

Высокочастотные потери в линии зависят от расстояния, а при очень длинных линиях потери становятся значительными и их трудно компенсировать. Поэтому поступают следующим образом. Выбрав определенное качество линии, решают, исходя из экономических соображений, есть ли смысл передавать по ней сигнал со спектром 8 кГц, после чего помещают на различных расстояниях корректирующие цепи, где отношение сигнал/шум падает, допустим, от 55 до 40 дБ.

Такой метод не является совершенным, так как на каждом этапе коррекции частотной характеристики шум в линии несколько увеличивается, а много ступеней искажений и соответствующих коррекций неизбежно приводят к неустойчивости верхней границы частотного диапазона, так что, в конце концов, начинают возникать потери сигнала даже ниже номинальной частоты 8 кГц.

В здании такого размера, как радиовещательный центр, имеется опасность высокочастотных потерь не только из-за паразитных емкостей линий, но также из-за наводок с других линий, сети и т. д. Одним из способов хотя бы частичного уменьшения этого является использование стандартных входных и выходных сопротивлений и оборудования, где только возможно. На Би-Би-Си за стандартное сопротивление принято 600 Ом. При этом сопротивление и емкость самих проводов сказываются только тогда, когда их много.

Точное соответствие сопротивлений особенно важно при передаче мощности, например, к громкоговорителю, поскольку рассогласование приводит к ее потерям. Там, где происходит передача по напряжению, согласование имеет меньшее значение. Существует такое правило: можно передавать напряжение от



Коррекция высокочастотных потерь: *A* — высокие частоты могут быть эффективно скорректированы повышением усиления; *B* — сигнал на двух высоких частотах пропал полностью — эффективная коррекция невозможна.

низкого к высокому сопротивлению и нельзя — от высокого к низкому. Если сигнал от источника с высоким входным сопротивлением, например от пьезоэлектрического звукоснимателя, подается на усилитель с низким входным сопротивлением, то происходит потеря низких частот: если сигнал с магнитного звукоснимателя или микрофона поступает на сопротивление более низкое, чем должно быть, то имеет место потеря высоких частот.

Еще более важно не подавать сигнал с высоким уровнем (например, с магнитофона или проигрывателя) на вход, рассчитанный на прием сигналов с низким уровнем (микрофонный вход) без введения соответствующего затухания, иначе произойдет сильная перегрузка, в результате которой возникнут нелинейные искажения.

Магнитная лента. Помехи и искажения

Одной из главных забот оператора звукозаписи является обеспечение хорошего отношения сигнал/шум при отсутствии ощутимых нелинейных искажений. И то, и другое достигается соответствующей регулировкой уровней и правильным соединением аппаратуры. Желательно также, чтобы частотная характеристика была равномерной во всем звуковом диапазоне. Получение таких результатов зависит от используемой магнитной ленты, производство которой очень сложно.

Магнитная лента состоит из прочного пластмассового материала *основы* и *рабочего слоя* — покрытия из мелко раздробленной окиси железа, диспергированной в дополнительном связующем материале. Сравнительно недавно разработано новое покрытие — двуокись хрома, и есть надежда, что при использовании ленты с этим покрытием будут получены лучшие характеристики, чем при использовании рассматриваемого здесь материала.

Материалом покрытия является окись железа Fe_2O_3 — порошок коричневого цвета, обладающий магнитными свойствами. В результате сложного технологического процесса образуются иглообразные кристаллы длиной около одной тысячной миллиметра. Они диспергированы равномерно во всем связующем материале, причем их размеры не должны быть меньше указанных. Покрытие наносится на основу, и пока оно находится (в первоначальный момент) в состоянии жидкой эмульсии, кристаллы окиси железа ориентируют с помощью магнитного поля так, чтобы они расположились длинными сторонами вдоль ленты. Концентрация частиц окиси в рабочем слое колеблется между 20 и 40.

Чувствительность рабочего слоя как материала для записи зависит как от концентрации частиц, так и от их ориентации. Толщина рабочего слоя также имеет значение; когда толщина или концентрация частиц окиси повышается, низкочастотная чувствительность увеличивается, а высокочастотная уменьшается. В тол-

стых рабочих слоях на высоких частотах может происходить саморазмагничивание ленты.

Динамический диапазон, обусловленный разницей между уровнем, при котором появляется заметный шум, должен быть выше 50 дБ. Здесь имеется в виду шум, который создается при записи. При стирании ленты он может быть гораздо более низкого уровня, скажем, на 70 дБ ниже того же уровня искажения. Уровень фона зависит не только от степени дисперсии частиц в рабочем слое, но также от качества поверхности. На Би-Би-Си для улучшения качества поверхность ленты полируют.

В действительности, чтобы эффективно записать полный диапазон звуковых частот, вводится высокочастотное подмагничивание частотой выше 50 кГц. Главным результатом этого является уменьшение нелинейных искажений и уровня шума.

Чтобы получить наиболее удовлетворительное отношение сигнал/шум, подмагничивание устанавливают очень тщательно. Когда амплитуда подмагничивания увеличивается от нуля, процент искажений уменьшается при одновременном увеличении уровня записываемого сигнала. Уровень шума тоже увеличивается, но не так быстро, как уровень сигнала; они оба достигают максимума одновременно, но при дальнейшем увеличении подмагничивания отношение сигнал/шум продолжает увеличиваться.

В хорошем магнитофоне отношение сигнал/шум равно 52 дБ при максимальном выходном сигнале и увеличивается до 54 дБ при увеличении подмагничивания настолько, что выходной сигнал уменьшается на 1 дБ. Если подмагничивание еще увеличить, то выходной сигнал уменьшается существенно и увеличиваются искажения. Поэтому выбор оптимального подмагничивания производится таким образом, что увеличивается смещение до тех пор, пока выходной сигнал не возрастет до максимума и затем уменьшится на 1 дБ.

Дефекты могут возникнуть и при изготовлении ленты, поэтому требуется тщательная проверка каждого дюйма лент, предназначенных для профессионального использования. На ленте с неровным покрытием после нескольких записей появляются следы износа. Но риск столкнуться с этим явлением в настоящее время невелик. Ленту с таким дефектом, конечно, следует вернуть изготовителю. Если брак незначителен, проще и быстрее вырезать бракованный кусок ленты и сделать простое соединение.

Видеолента должна отвечать более высоким требованиям, чем четвертьдюймовая лента, предназначенная для звукозаписи, поскольку дефекты ленты, как правило, сказываются на изображении.

Иногда записывающая головка намагничивается, создавая дополнительный шум при записи. С этим можно бороться, используя специальное размагничивающее устройство, выполненное в виде подковообразного магнита из мягкой стали с довольно малым зазором, обмотка которого питается от сети. Зазор размаг-

ничающего устройства подводят к зазору записывающей головки, а затем отодвигают его на некоторое расстояние и выключают. Размагничивающее устройство такого типа можно также использовать для удаления с ленты щелчков, которые могут быть вызваны в некоторых аппаратах включением и выключением сети. Однако размагничивание ленты от щелчков создает опасность удаления записи, поэтому лучше воспользоваться монтажом.

Основы ленты

Для постоянного потребителя материал основы ленты вызывает часто больший интерес, чем рабочий слой. Это вызвано тем, что основа ленты определяет ее механические свойства. В настоящее время ее изготавливают из трех широко распространенных материалов четырех толщин. Используются следующие материалы.

Ацетат (ацетилцеллюлоза). Этот материал широко распространен для лент профессионального использования. В Англии он используется меньше, чем в Европе. При резком рывке этот материал рвется, а не вытягивается (растяжение происходит в пределах 0,5%, что допустимо для записи). Такой дефект легко исправить: достаточно простого соединения склейкой. Однако этот материал также легко рвется и повреждается при чрезмерной влажности.

Поливинилхлорид. На Би-Би-Си чаще применяется этот материал. Он гораздо прочнее, чем ацетат, но растягивается слишком сильно и это уже нельзя исправить. Он также чувствителен к напруге (особенно к температуре выше 80° С).

Полиэфир. Этот материал еще прочнее, чем предыдущий, но и дороже. Поэтому его применяют для тонких основ. Как и поливинилхлорид, он подвержен сильному растяжению перед разрывом.

Применяют следующие четыре толщины основы:

- 37 мкм — стандартная лента;
- 25 мкм — долгоиграющая;
- 18 мкм — двойная;
- 12 мкм (только полиэфир) — тройная.

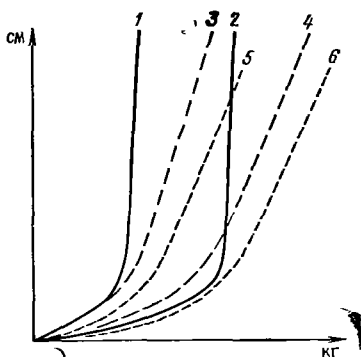
Первая обычно используется для профессиональной работы, так как она наиболее способна противостоять грубому обращению, включая быструю перемотку. Она также менее подвержена копирэффекту.

В настоящее время профессионалы применяют следующие скорости записи:

- 38 см/с — для высококачественных музыкальных записей;
- 19 см/с — для других записей хорошего качества (в основном для речи в радиовещании).

Применяют также несколько других скоростей: 95 см/с, 4,6 см/с и 2,3 см/с. Они используются, если требуется только различимость, а техническое качество и особенно широкая частотная характеристика несущественны.

Ленту обычно наматывают на катушки с боковыми щечками, хотя в Европе часто используют для этого сердечники (без щечек). Основным недостатком сердечника без щечек заключается в том, что при быстрой перемотке происходит неравномерное наматывание ленты. Эту проблему часто разрешают применением ацетатной ленты с фрикционной поверхностью основы, обеспечивая этим равномерное укладывание витков ленты. На Би-Би-Си же предпочитают катушки с боковыми щечками.



Характеристики основ ленты. Вытягивание в зависимости от нагрузки. 1 — ацетат 18 мкм; 2 — ацетат 37 мкм; 3 — полиэфир 12 мкм; 4 — полиэфир 18 мкм; 5 — поливинилхлорид 25 мкм; 6 — поливинилхлорид 37 мкм

Высокочастотные потери в ленте

Большие потери высоких частот происходят в случае, когда лента не плотно прилегает к записывающей или воспроизводящей головке. Так, при зазоре между лентой и головкой в одну тысячную миллиметра потери на частоте 12 кГц составляют почти 4 дБ при записи со скоростью 19 см/с.

В некоторых записывающих устройствах применяют лентоприжимы, обеспечивающие плотный контакт. Профессиональные аппараты рассчитаны на прилегание ленты к головкам за счет повышенного натяжения, создаваемого усилием на подающей катушке (но не такого сильного, при котором происходит вытягивание ленты). Если какое-то из этих устройств выходит из строя и лента отходит от головки, получившийся зазор может вызывать заметные потери.

Заметные потери высоких частот произойдут, если лента при записи или воспроизведении будет обращена к головке нерабочей стороной — запись даже через очень тонкую основу (толщиной около 0,025—0,038 мм) происходит с полной потерей качества.

Несколько меньшие потери возникают из-за магнитной пыли от рабочего слоя ленты, скапливающейся вокруг зазора головки, которую поэтому следует регулярно чистить. Изготовители головок стремятся свести загрязнение к минимуму, заполняя зазор прокладкой из более твердого материала, чем металл головки. Посредством этого износ головки поддерживается одинаковым.

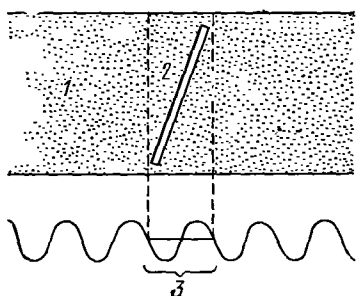
Если высокочастотные потери растут постепенно, могут быть приняты меры к их выравниванию. Но если происходит полное

пропадание сигнала на какой-то частоте, коррекция не поможет.

Магнитная головка дает характерный пример такого случая: если длина волны воспроизводимого сигнала кратна ширине зазора, то два полупериода сигнала воспроизведутся в противофазе и полностью уничтожат друг друга. Ясно, что такой сигнал нельзя восстановить в усилителе воспроизведения. Однако отсюда не следует, что в данном случае ничего нельзя сделать. Ширина зазора записывающей головки не связана прямо с потерями при воспроизведении; так как запись осуществляется выходной гранью зазора, поэтому при использовании воспроизводящей головки с более узким зазором такой сигнал можно воспроизвести.

Воспроизводящая головка считывает сигнал с несколько большего по длине участка ленты, чем можно предположить, судя по размеру зазора (0,0165 мм для зазора в 0,0127 мм); но для записывающей головки эффект высокочастотного подмагничивания должен сузить действительную ширину зазора (0,019 мм для зазора 0,0254 мм). Поэтому, если при воспроизведении применяют отдельную головку, ширина ее зазора должна быть равна половине ширины зазора записывающей головки.

Это важно при рассмотрении технических требований при разработке нового магнитофона или при решении вопроса о скорости движения ленты. Однако дело принимает более серьезный оборот, когда зазор записывающей головки находится не под прямым углом к направлению движения ленты. Этот перекося зазора головки относится к наиболее частым причинам плохой частотной характеристики записи, сделанной на аппарате, для которого не производится постоянная проверка положения зазоров.



Перекося рабочего зазора:

1 — лента; 2 — рабочий зазор регулируемой записывающей или воспроизводящей головки; 3 — длина волны сигнала.

Ширина зазора магнитной головки гораздо меньше его длины, отсюда следует, что если зазор совсем немного отклонится от 90° к направлению перемещения ленты, то го-

ловка будет воспроизводить сигнал с гораздо более широкого участка ленты. Вследствие этого возникают большие потери на высоких частотах, даже если воспроизведение производится на точно установленной головке.

Если есть предположение, что это так, то при воспроизведении на втором аппарате следует попытаться изменить угол расположения ленты относительно головки, просунув острие карандаша между лентой и панелью магнитофона. Если удастся таким образом добиться некоторого улучшения частотной характеристики в области высоких частот, значит, имеет место ошибка перекося, которая может быть и в воспроизводящем аппарате.

Корректировка может быть сделана с помощью:

1) перезаписи с первоначального записывающего устройства на другой аппарат;

2) воспроизведения на аппарате, допускающем различную установку угла наклона головки;

3) воспроизведения только части ширины полностью записанной дорожки, например воспроизведения половины дорожки при записи на полную дорожку или четверти дорожки при записи на полдорожки.

Любая из этих мер улучшит частотную характеристику, но отношение сигнал/шум упадет приблизительно на 4 дБ.

Другой пример пропадания высоких частот дает ленточный микрофон, длина ленты которого играет существенную роль в спаде характеристики сигнала на высоких частотах, когда звук приходит под острым углом к ленте. Наклон такого микрофона широко использовался для борьбы с шепелявостью, т. е. дефектом речи, который в настоящее время причиняет меньше хлопот, так как современные микрофоны имеют ровную характеристику в верхней части среднечастотного диапазона. Плоская частотная характеристика в широком диапазоне частот дает лучший результат.

Частотная коррекция

Исправление таких недостатков, как шум, искажение и недовлетворительная частотная характеристика, часто пытаются осуществлять с помощью фильтров. Но следует иметь в виду, что частотная коррекция того или иного вида может помочь далеко не всегда. Для речи результаты зависят от того, попадают ли основные дефекты в ту самую частотную полосу, которая требуется для наилучшей различимости; для музыки — приемлема ли ограниченная частотная полоса.

Устройства частотной коррекции, имеющиеся в микрофонном усилителе и пульте звукорежиссера, для многих целей взаимозаменяемы. Для частотной коррекции необходимы:

1) регулировка нижних и верхних частот, по крайней мере, на ± 10 дБ (а иногда и больше) соответственно на 100 Гц и 10 кГц;

2) набор фильтров верхних частот в диапазоне 8—16 кГц с переменной или постоянной крутизной характеристик;

3) вырезающие фильтры на 50, 60, 100 и 120 Гц;

4) переключатель «включено/выключено», чтобы каждую степень коррекции можно было немедленно сравнивать с оригиналом.

Пользоваться этими регулировками просто, только не нужно забывать о различимости и ясности, с одной стороны, и о необходимости сохранить по возможности первоначальный тембр голоса и музыки, с другой.

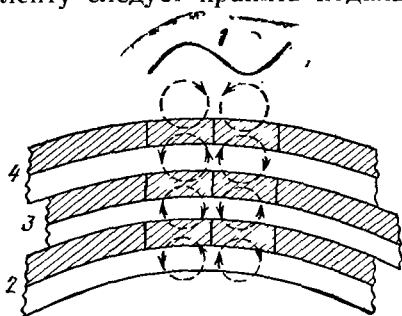
Однако эти регулировки практически бесполезны для некоторых типов частотных искажений. Например, на запись шепеля-

вого голоса, сделанной с микрофона, имеющего острый пик в частотной характеристике на частоте ниже 5 кГц, едва ли можно воздействовать.

Копирэффект

Этот эффект возникает при хранении ленты вскоре после записи, и чем длиннее промежуток времени хранения, тем эффект значительнее.

Копирэффект усиливается при повышении температуры, особенно если она значительно выше оптимальных 13° С. Поэтому ленту следует хранить подальше от радиаторов отопления. Имеет также значение расстояние между соседними магнитными слоями в рулоне ленты: чем тоньше основа ленты, тем выше уровень копирования. Если окись железа распределена в самой основе ленты, копирэффект бывает более значительным, то такая лента в настоящее время встречается редко. Другими причинами возникновения копирэффекта являются электромагнитные поля — нужно убирать ленту подальше от магнитов громкоговорителей, микрофонов и т. п., а также механические сотрясения.



Копирэффект. Величина копирования зависит от толщины основы ленты, а также от температуры и механических сотрясений.

1 — длина волны сигнала; 2 и 4 — прилегающие слои с копированными сигналами; 3 — слой с сигналом записи.

Если копирэффект обнаруживается в первые две недели его возникновения, то можно устранить большую его часть частичным стиранием, применяя очень слабый ток стирания. Естественно, это не улучшит сигнал, но стирание гораздо больше воздействует на слабый копированный сигнал, чем на основную запись; если копирэффект уменьшается на 16 дБ, то основной сигнал только на 3 дБ. После двух недель копирэффект закрепляется довольно прочно и описанный метод становится неэффективным. Тогда остается единственный и не совсем удовлетворительный метод коррекции — вырезать участки ленты с наиболее слышимой частью копирэффекта из пауз и заменять их равными по длине участками ленты с записью атмосферы студии.

Копирэффект звука на видеоленте — распространенная проблема. На киноленте, основа которой гораздо толще, его не бывает.

Поврежденная лента и случайное стирание

Если магнитная лента измята при закручивании вокруг ведущего вала или при сматывании с рулона, то записанную речь еще можно воспроизвести, но музыку — нет. Разглаживание по-

средством тугой намотки, а также подкладывание соединительной ленты под наиболее поврежденные участки иногда помочь может, но если и эти меры оказываются бесполезными, то остается только вышеуказанная мера: сначала вырезают поврежденные участки, а затем производят монтаж, чтобы восстановить непрерывность, или подправляют программу, включив подходящую запись в это место.

Наиболее неприятным повреждением ленты является вытягивание до такого состояния, что лента становится похожей на шнурок. В этом и многих менее серьезных случаях единственной мерой является вынужденный монтаж.

Наиболее серьезный дефект — случайное стирание. Нет никакого способа исправить его, поэтому делают все возможное, чтобы его не произошло. Чаще всего случайное стирание происходит при включении по ошибке записи вместо воспроизведения. В большинстве аппаратов предусмотрена та или иная защита, обычно это — необходимость осуществления двойной операции. Если есть слишком легкая возможность переключения на запись в данном аппарате, стоит подумать над устройством, которое предотвратит это.

Другая опасность случайного уничтожения записи исходит от сильного магнитного поля, скажем, ленточного микрофона, электродинамического громкоговорителя или какого-либо другого элемента оборудования такого рода. Обычно уменьшение уровня происходит на небольшом участке катушки с лентой, но это так же плохо, как если бы это происходило на всем рулоне. Иногда даже более неприятно слышать ослабление сигнала на каждом очередном витке.

Когда приходится посылать ленты по почте или приносить в общественные места, следует предусмотреть простейшую предосторожность — сделать копию фонограммы.

Непостоянная высота тона

Изменяющаяся скорость ленты — дефект, возникающий в аппаратах звукозаписи с автономным питанием при истощении батарей. При включении скорость обычно близка к правильной, но затем движение ленты замедляется, колеблясь около некоторой средней скорости, которую батарея способна поддерживать. Краткий перерыв в записи сопровождается последующим увеличением скорости при включении магнитофона. Такой же эффект может возникнуть из-за неисправности двигателя даже в случае полностью заряженных батарей.

Во всех этих случаях необходима коррекция скорости для того, чтобы точно воссоздать высоту тона музыки. В некоторых системах для этого вместо сети переменного тока для питания ведущего двигателя используют специальные генераторы. В этом случае ручная регулировка позволяет изменять частоту вращения ведущего вала, а следовательно, и ленты на $\pm 20\%$.

Исправить ошибки в скорости движения ленты можно только, когда изменение скорости происходит достаточно медленно и носит регулярный характер. Если возможно, то хорошо было бы сравнить откорректированную запись с записью того же самого голоса на правильной скорости.

Методически такая корректировка выполняется следующим образом: четыре-пять слов произносятся в течение десяти—пятнадцати секунд, затем определяют величину коррекции, необходимой в каждом из мест, которые следует исправить. Это дает возможность получить точки отсчета для дальнейшей работы. Каждый раз, когда появляется одна из этих точек, магнитофон следует остановить и произвести новую коррекцию скорости. Эти методы пригодны только для записей речи.

Стереофоническая магнитная запись

Стереофонической магнитной записи свойствен специфический вид искажений, называемый прониканием. Его мерой является уровень тона, который будучи записанным на одну дорожку прослушивается при воспроизведении другой. Для разных частот он может быть различным. На Би-Би-Си считают приемлемыми следующие уровни: 38 дБ — на 1 кГц, 30 дБ — на 50 Гц и 10 кГц, что соответствует нормам, принятым в производстве стереофонических пластинок.

Если стереофоническая запись производится на ту же ленту и в тех же условиях, что и монофоническая, отношение сигнал/шум получается хуже. Это происходит из-за того, что часть ленты вдоль центральной линии, необходимая для физического разделения информации каналов *A* и *B*, остается неиспользованной.

Для этой неиспользуемой части существуют две стандартные ширины:

1) узкая — приблизительно одна восьмая полной ширины ленты. Потери отношения сигнал/шум составляют около 1 дБ на ленте такого же качества, как и для монофонической записи. Проникания при этом получаются выше, чем при другой стандартной ширине;

2) широкая — треть дорожки остается незаписанной. Отношение сигнал/шум падает на 3,5 дБ. Чтобы выполнить требования других норм, требуется более чувствительная лента, чем при монофонической записи. Уровень проникания невысок.

На Би-Би-Си для стереофонической записи используют ленту, на которую можно записать сигнал с уровнем на 6 дБ выше, чем при монофонической записи. Практически используют из них только 4 дБ — этого достаточно для компенсации потерь из-за наличия широкой неиспользованной части.

В четырехканальной стереофонической записи используют то же самое расположение дорожек, как и ранее рассмотренное для стереофонической записи со сдвоенными дорожками в обоих направлениях вдоль ленты (см. гл. 1).

Звук в кинофильмах, демонстрируемых по телевидению

Магнитная фонограмма на киноленте. Магнитный рабочий слой на 35- и 16-миллиметровой киноленте сильно похож на рабочий слой обычной магнитной ленты, но основа отличается значительно как по толщине, так и по свойствам ацетата.

Толщина основы около 125 мкм необходима из-за перфорации, которая легко изнашивается, уменьшая, таким образом, прочность киноленты. (Заметим, что повреждение перфорации или киноленты легко устраняется с помощью склейки и пресса гильотинного типа — см. гл. 16.)

При такой толщине ацетата кинолента получается относительно неэластичной, поэтому для поддержания соответствующего контакта между кинолентой и головками требуется большое натяжение. Это, в свою очередь, приводит к быстрому износу и малому сроку службы как киноленты, так и магнитных головок. Кроме того, толстая основа способствует пропаданию звука в местах ее соединения, при изгибе киноленты и потере контакта из-за соединения ленты внахлест.

Другие основы (например, полиэфир) могли бы быть тоньше и эластичнее, имели бы более продолжительный срок службы и не создавали дефекта в рабочем слое. Однако редакторы кинофильмов предпочитают магнитные киноленты с ацетатной основой, поскольку с ними можно обращаться так же, как и с кинолентой, применяемой для изображения.

Стандарты для расположения дорожек на магнитной фонограмме различны. На Би-Би-Си для 16-миллиметровой ленты принято центральное положение дорожки, а для 35-миллиметровой — крайнее. В обоих случаях ширина дорожки равна 5 мм, что немногим меньше, чем полная дорожка обычной 6,25-миллиметровой магнитной ленты.

Крайнее положение дорожки на 35-миллиметровой ленте аналогично 35-миллиметровой киноленте, за исключением того, что наличие изображения ограничивает ширину дорожки для последнего до 2,5 мм.

Основная проблема звука в кино непосредственно связана с качеством. Происходит это из-за оптической системы записи звука, которая, особенно в старых фильмах, часто засорена шумами. Кроме того, она, принципиально, имеет низкое качество. При передаче таких кинофильмов по телевидению единственное, что можно сделать в этих случаях для уменьшения шума, — это включить фильтр на 5 кГц. Для более современных кинолент используют комбинированную магнитную дорожку, которая обеспечивает приемлемое качество, если только кинолента не старая и нет повреждения магнитного слоя ленты.

Если кинолента склеивалась, то изображение может выйти из синхронизации со звуком в том месте, где исправляли поврежде-

ние. Это продолжается столько, сколько исправленное место проходит от кадрового окна проектов до звуковой головки, где синхронизация восстанавливается скачком. На кинопроекторах с прерывистым движением киноленты петля, которая поглощает прерывистое движение, может быть ослаблена, что также приводит к небольшой потере синхронизации.

Более серьезными могут быть проблемы синхронизации в кинофильмах с раздельными магнитными дорожками (см. гл. 16).

Грампластинки. Помехи и искажения

Диски — либо пластинки прямого воспроизведения, изготовленные специально из ацетата (так считается, хотя фактически используемый материал — нитроцеллюлоза), либо обычные грампластинки, штампованные для коммерческих целей, по различным причинам весьма полезны для звукорежиссеров. Разумеется, радиостанции используют грампластинки, прежде всего, как источник программного материала, хотя в Англии такое использование сильно ограничено соглашением с компаниями и союзами по звукозаписи.

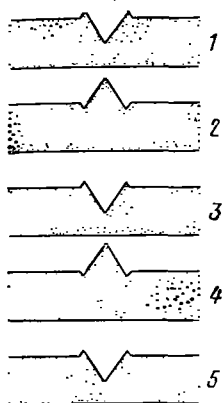
Случается также, что записи с лент умышленно переносят на диск. Часто для этого используют пластинки прямого воспроизведения. Делается это так потому, чтобы просто получить двадцать или более копий желаемой записи. Главная же причина, однако, состоит в том, что запись в виде диска легко доступна и воспроизводима в ситуациях, в которых воспроизведение с магнитной ленты связано с трудностями. Кроме того, существует иллюзия большей стабильности записи на диске, поскольку кажется, что пластинка прочнее ленты. Хотя действительная стабильность записи заключается не в этом — она зависит, прежде всего, от материала носителя и других факторов.

Ацетатные диски особенно подвержены порче, и при тяжелом звукоснимателе канавка быстро разрушается. Одно время, когда в большинстве радиостудий такая форма записи была стандартной при массе звукоснимателя около 42 г срок службы дисков насчитывал около 12 воспроизведений. Часто диск оказывается в плачевном состоянии еще до передачи в эфир сделанной на нем записи. Кроме того, если заготовка находилась не в лучших условиях (например, пластификатор из касторового масла начинал высыхать), первоначальная запись получалась гораздо грубее и после дующий процесс износа ускорялся.

Тем не менее на ацетатных дисках можно сделать очень хорошие записи. Применение термопластической механической записи, которая способствует сглаживанию стенок канавки при движении резца, и звукоснимателей с малой массой привело к тому, что такой диск стали использовать для большего числа воспроизведений без заметных признаков повреждения, хотя канавки по-прежнему подвергались физическому износу.

Диски с прямой записью могут быть использованы либо сами по себе в качестве конечного изделия, либо как первая стадия в производстве матрицы для изготовления грампластинок. В последнем случае сигнал записи должен быть подготовлен таким образом, чтобы в процессе его записи на диск никакая регулировка не производилась.

Процесс производства грампластинок, состоящий из четырех этапов, начинается с первоначальной записи на диске из нитроцеллюлозы. Затем поверхность этого диска делают проводящей напылением хорошо измельченного металла, например золота, и наращивают гальваническим способом медь для первого оригинала. Далее его отделяют от диска. Вторая стадия заключается в получении опять же гальваническим способом негативной копии первого оригинала, называемого вторым оригиналом; сигнал здесь снова имеет форму канавки. Затем делают матрицу (с выступом вместо канавок), и с нее штампуют тысячу и более грампластинок.



Изготовление грампластинок.

Пять стадий процесса изготовления: 1 — первоначальная запись; 2 — первый оригинал; 3 — второй оригинал; 4 — матрица; 5 — грампластинка. Следует заметить, что все выступы, выдавленные на краях канавки резцом, точно воспроизводятся на каждой стадии.

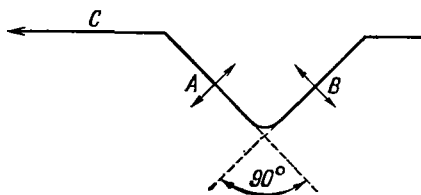
Если же требуется небольшое число пластинок (скажем, до пятидесяти), две стадии можно исключить, и после покрытия более твердым материалом первый оригинал можно использовать в качестве матрицы.

Стерефоническое воспроизведение с грампластинки

Рассмотрим два примера воспроизведения сигнала со стерефонической грампластинки.

В пьезоэлектрическом звукоснимателе используется механическая система для воздействия на два пьезоэлектрических кристалла, которые установлены под прямым углом друг к другу и под уг-

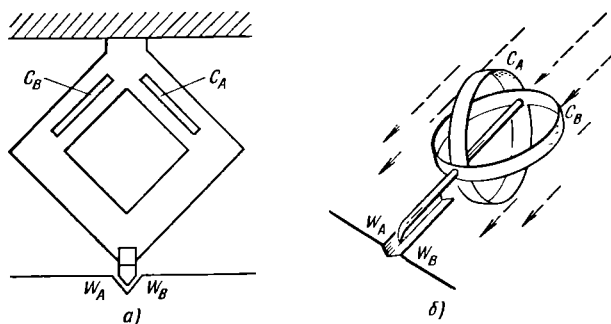
Канавка на стерефоническом диске. Движение иглы в соответствии с сигналом на стенке *A* (ближайшей к центру пластинки *C*) дает информацию каналу *A*. Запись на стенке, расположенная под прямым углом к ней, дает информацию каналу *B*.



лом 45° к вертикали. Информация канала *A*, записанная на стенке канавки, вызывает изгибание кристалла *A*, но почти никак не

воздействует на кристалл B . Таким образом, на практике достигается разделение сигналов каналов на 15 дБ для среднечастотного звукового диапазона.

В электромагнитном звуконосителе внутри воспроизводящей головки имеется магнитное поле, направленное параллельно канавке. Внутри этого поля расположены две катушки под прямым



Стереофонические звуконосители:

a — пьезоэлектрический звуконоситель. Кристалл, дающий сигнал $A(C_A)$, изгибается больше, чем кристалл B , когда игла воспроизводит неровности поверхности в стенке $A(W_A)$ канавки пластинки. Это обеспечивает довольно хорошее стереофоническое разделение в звуконосителе, который стоит недорого; b — магнитный звуконоситель. Катушка $A(C_A)$ в магнитном поле (M) реагирует на сигнал на стенке $A(W_A)$ канавки пластинки. Это обеспечивает хорошее разделение, но сигнал получается слабый. Стоимость изготовления звуконосителя относительно велика.

углом друг к другу и так, что плоскости обеих катушек лежат вдоль линий поля, когда они находятся в покое. Движение иглы, вызванное стенкой A , приводит к перемещению катушек таким образом, что силовые линии пересекают катушку A и в ней наводится ЭДС. Лишь небольшая часть этого сигнала механически передается на катушку B , поэтому здесь достигается хорошее разделение каналов, равное 25 дБ в среднечастотном диапазоне.

Однако технология изготовления электромагнитных звуконосителей гораздо сложнее, чем пьезоэлектрических, что определяет их более высокую стоимость.

Шум пластинок

Шум возникает вследствие мельчайших неровностей в стенке канавки или пыли. Материалы, из которых изготавливают как диски с прямой записью, так и грампластинки (в основном это нитроцеллюлоза и поливинилхлорид соответственно), не проводят электрический ток, поэтому они удерживают статический заряд, который притягивает пыль. Отпечатки пальцев также вызывают шум — жир способствует удержанию пыли, а пот разъедает поверхность пластинок.

Оба типа пластинок следует сохранять абсолютно чистыми, пользуясь методами, предложенными торговыми организациями.

Однако диски любого типа не страдают от простой воды с небольшим количеством мягкого моющего средства. Пыльный диск прямого воспроизведения можно вымыть под краном, стряхнуть и оставить сохнуть.

Гораздо менее очевидной причиной шума дисков является валик из нитроцеллюлозы, который создается при нарезании канавки. Он образуется, когда резец прорезает поверхность диска, выдавливая грубый материал с одной стороны борозды вверх и в сторону. Этот валик сохраняется и когда штампуют пластинки. Если грампластинки или диски с прямой записью сложены на полу или на полке тяжелой стопкой, эти валики вдавливаются в канавки и при последующем воспроизведении записи вместе с полезным сигналом создают помехи. Это в меньшей степени проявляется в современных дисках, которые нарезают термопластическим способом, а возвышающийся ободок на некоторых грампластинках является даже дополнительной мерой защиты канавки. Для предотвращения образования статического заряда иногда используют поверхность упомянутого валика для удерживания проводящего материала. Этот метод довольно эффективен, так как, когда что-то соприкасается с диском, контакт его поверхности с проводящим материалом осуществляется через валик.

Искажение в пластинках

Считается, что для наименьшего износа пластинок оптимальным является воспроизведение записи иглой с острием диаметром около 2 мкм при нажиме 0,5 г для материалов на основе поливинилхлорида. При увеличении давления на иглу возникает деформация, а затем и излом стенки канавки, вследствие чего при воспроизведении слышен треск.

Способность иглы проследить и извлекать сигнал из изгиба канавки того же диаметра, что и острие иглы, удивительна, так как игла движется из стороны в сторону под действием сил, огромных по сравнению с силой давления контакта. По мере того, как игла передвигается ближе к центру пластинки, изгибы стенки канавки, соответствующие высоким частотам, смыкаются и игле становится труднее следовать им. Из-за этого не получается полного соответствия качества воспроизведения при переходе от внешнего края пластинки к ее внутренней части. Поэтому центральная часть пластинки изнашивается быстрее, чем внешняя.

Еще одной характеристикой грампластинок является пинч-эффект. Он вызван различным поведением резца и иглы воспроизводящего звукоснимателя. Резец имеет специфическую форму и вырезает канавку, поперечное сечение которой постоянно вдоль радиуса пластинки; воспроизводящая игла имеет закругленное острие и просто следует за поперечными изгибами канавки, из этого следует, что при изгибе канавки игла образует острый угол со стенкой и выталкивается вверх. Два таких выталкивания в каждом периоде сигнала, записанного в канавке, означают, что в верти-

кальной плоскости создается вторая гармоника сигнала. Для монофонической записи, проигрываемой на монофонической аппаратуре, пинч-эффект не является серьезной помехой при большой подавливости звукоснимателя. Но для монофонических записей, воспроизводимых на стереофонической аппаратуре, такой эффект означает появление ложного стереофонического сигнала, который не в фазе с основным сигналом и его необходимо подавлять.

Для монофонического воспроизведения всех пластинок (монофонических и стереофонических) на Би-Би-Си используют стереофоническую головку, выходные сигналы которой складываются для создания суммарного сигнала $A+B$. Это застраховывает пластинки от случайного повреждения и гарантирует максимальный срок службы.

Глубинная запись, т. е. запись в вертикальной плоскости, подвержена воздействию механического искажения, отличающегося от искажения поперечной записи. По этой причине стереофоническая запись производится для каждого канала под углом 45° к вертикали; при этом искажения разделяются поровну между двумя каналами.

В грампластинках встречаются также искажения воспроизводимого сигнала вследствие использования тонарма, траектория движения которого отличается от траектории движения резца при записи. Но если головка звукоснимателя установлена под правильным углом, то можно об этом не беспокоиться.

Повреждение пластинок

Наиболее распространенным повреждением пластинок являются царапины. Они могут быть сделаны жесткими песчинками, попавшими на поверхность, тяжелым звукоснимателем или иглой, случайно проехавшей по пластинке. Какова бы ни была причина повреждения, оно несправимо, так как приводит к разрушению канавки.

В свое время было изобретено устройство для снятия копий с поврежденных дисков с одновременным устранением потрескиваний. Однако полностью потрескивание убрать было нельзя. Поэтому проще переписать сигнал на магнитную ленту и удалить участки с наиболее сильным потрескиванием с помощью монтажа. К тому же, такие участки бывают короткими по времени и, следовательно, по длине ленты. С помощью точного монтажа можно сделать копии записей пластинок, которые практически ничем не отличаются от нецарапанных оригиналов.

Впрочем, лучше стараться предупреждать любые повреждения пластинок, чем исправлять их. Конечно, нет необходимости брать пластинку в перчатках или щипцами — просто надо держать ее за обод и этикетку. Не следует класть пластинки на плоскую поверхность, даже на мягких поверхностях могут быть песчинки, а также оставлять без пакета дольше, чем это необходимо. Следует избегать старых тяжелых и неподатливых звукоснимателей, а так

проигрывателей с автоматической сменой пластинок. Появление в настоящее время легких звукооснимателей и пластинок с выступающими ободками в значительной мере уменьшило вероятность их повреждения.

Сильно изношенная или выщербленная игла может привести к серьезным повреждениям. Они могут быть видимы на пластинке, когда игла стачивает ее. Пластинка изменяет цвет и становится серой. А если вы заметите, что игла подбирает частички пыли или пух темно-красного цвета с диска, берегитесь! Ведь это — цвет мелко нарезанной нитроцеллюлозы.

Стереофонические пластинки повреждаются при использовании иглы для монофонического воспроизведения, слишком большим давлением на иглу или использовании головки звукооснимателя с малой вертикальной податливостью. Стереофонические пластинки следует проигрывать только на аппаратуре, разработанной специально для этой цели. Даже если требуется только монофонический выход, нужно применять головку совместимой системы. Первый признак несоответствия головки звукооснимателя или иглы для стереофонической пластинки — это уменьшение стереофонического эффекта.

Нагревание оказывает меньшее воздействие на пластинки, чем на ленты. Во всяком случае, это относится к записанным сигналам. Поэтому в тропические страны предпочитают отправлять записи с программы Би-Би-Си на пластинках. Однако от нагревания полихлорвинил размягчается, поэтому пластинка может деформироваться, если ее оставить на радиаторе отопления, на полке над усилителем или в автомобиле на солнце. Пластинка, стоящая краем на горячей поверхности, может расплющиться вдоль ободка настолько, что первые несколько канавок сильно сблизятся и эта часть окажется невоспроизводимой.

Детонация

Детонация — это медленное ритмическое изменение высоты тона, возникающее отнюдь не по причинам, относящимся к музыке. Детонация может возникать при воспроизведении записи как ленты, так и пластинки, а оценивается количественно в процентах изменения скорости и, следовательно, записанной высоты тона, которое происходит в одном периоде детонации.

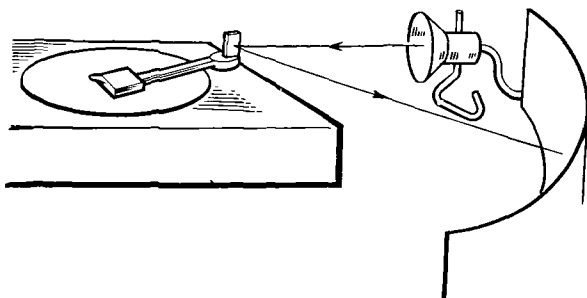
Наименьшее изменение высоты тона, которое могут различить большинство людей, составляет меньше $\frac{1}{25}$ полутона на средних частотах; для низких частот этот интервал гораздо больше, поэтому и детонация гораздо более заметна на средней, чем на низкой высоте тона.

Способность уха различать детонацию зависит не только от амплитуды и частоты колебаний скорости, но также от особенностей музыкального инструмента и характера исполняемого произведения. Звуки человеческого голоса, многих струнных инструментов не являются звуками постоянной высоты, поэтому при возникнове-

нии детонации иногда обвиняют исполнителя, вместо того, чтобы искать недостатки в механике звукозаписывающей и воспроизводящей аппаратуры. Однако при воспроизведении игры духовых инструментов, создающих ноты постоянной высоты, и длинных нот шипковых и ударных инструментов детонация аппаратуры выявляется совершенно очевидно.

Если нота инструмента с постоянной высотой тянется достаточно долго, то детонация в 0,25% становится заметной; если детонация достигнет 1%, то звучание будет неприятным для слуха большинства людей. Вместе с тем пассажи в умеренном ритме могут допускать гораздо большую детонацию, чем медленные. Быстрые пассажи не столь подвержены этому виду искажений, поскольку ухо допускает некоторую неточность высоты ноты с очень короткой протяженностью.

Одна из причин детонации при воспроизведении записи с пластинки — это неисправный проигрыватель. Такую детонацию легко обнаружить с помощью стробоскопического диска. Другой причиной может быть эксцентриситет самой пластинки, возникающий при прессовании. Детонация может возникнуть и вследствие того, что отверстие пластинки расположено не в центре диска или оно больше, чем ось шпинделя. Возможны и другие причины, например диск может быть покороблен или деформирован.



Детонация звука на грам-пластинках. Устройство для измерения детонации на пластинке (см. также описание оптического устройства выбора канавки в гл. 9).

Чтобы проверить, в пластинке ли дело или в проигрывателе, нужно заметить, где происходит детонация, по расположению этикетки, а затем остановить проигрыватель и повернуть пластинку на 180°. Если теперь еще раз проследить за детонацией, то будет сразу ясно, связана ли она с проигрывателем или с пластинкой (при условии, что пластинка туго насажена на шпиндель)

Вибрация звука родственна описанному выше искажению. Она возникает при гораздо более быстрых колебаниях скорости носителя, при которой даже не происходит изменения тембра в звуке, но искажение все же заметно, особенно на длинных нотах. Вибрация может быть вызвана также эксцентриситетом шпинделя.

Если звук с детонацией записан на ленту или пластинку, то исключить это нельзя. Когда детонация замечается во время записи, то нет смысла тратить время на ее продолжение.

Лента или пластинка

Главная тема этого раздела связана с техническим преимуществом и недостатками двух основных средств звукозаписи — магнитной ленты и грампластинки. При их сравнении видно, что основные преимущества для обычных целей записи на стороне ленты. Она обеспечивает высокое качество записи и воспроизведения и относительно легкий и точный монтаж. Несмотря на это, в аппаратных радиодомах необходимы воспроизводящие устройства как для пластинок, так и для ленты, причем желательно иметь по несколько экземпляров каждого из них.

Многие положительные качества ленты для некоторых целей оказываются недостаточными. Например, она не обеспечивает такую оперативность, как пластинка. Когда при передаче в эфир нужно уложиться в определенный срок, а запланированный номер программы по какой-то причине нельзя передать, то создается сложная ситуация. При использовании магнитной ленты приходится тратить драгоценные секунды на перемотку ленты, причем искать необходимое место «на глаз», потому что нельзя точно определить, где оно находится. С пластинкой таких проблем не возникает — это можно сделать мгновенно.

Грампластинки используются в фонотеке эффектов для музыки «второго плана», копий и исторических архивов. Их надо бережно хранить, проверять, не появились ли на них признаки износа, который приводит к уменьшению отношения сигнал/шум.

Качество звука и изображения на телевидении и в кино

На телевидение и в кино почти всегда отдают предпочтение изображению, поэтому очень важно, чтобы звуковое сопровождение не накладывало на него какие-то ограничения.

Тем не менее для кинофильмов и телевизионных передач существенно, чтобы, несмотря на постоянное внимание к качеству изображения, и качество звука было высоким. Проблемы практической постановки кинофильма или телепередачи многообразны, и может показаться, что только звукорежиссер заботится о качестве звука. Однако это не так, опытный режиссер-постановщик понимает задачи звукорежиссера.

Ответственность звукорежиссера состоит в том, чтобы в любой постановке и при любых обстоятельствах добиться наилучшего качества звука. Если качество звука становится хуже ожидаемого и ничего нельзя предпринять, он должен предупредить режиссера. В чрезвычайных случаях, когда звук не годится для использования, он также должен уведомить режиссера, после чего ответственность ложится на последнего.

Однако звукорежиссер должен разумно судить о том, что хорошо, что почти неприемлемо или вообще неудовлетворительно. Это

суждение должно соответствовать намерениям режиссера-постановщика относительно звука, о которых он, естественно, должен знать. Режиссер также имеет право дать указание, чтобы звукозапись была сделана, а потом уже решать, как ее использовать и использовать ли вообще. Звукорежиссер не может отказаться записывать звук по причине очень низкого качества (хотя может и протестовать), так как режиссер сумеет, возможно, использовать эту звукозапись как фон для другой записи, или как сигнальную запись для последующей синхронизации, или для других целей при перезаписи. В действительности возникают такие обстоятельства, особенно на телевидении, когда при наличии важного материала плохое качество звука неизбежно и, следовательно, его все равно приходится использовать.

Субъективная шкала для проверки качества

На Би-Би-Си действует система проверки качества звучания программ (в телевидении проверяют качество изображения). Контроль производится по общему звучанию сигнала — следят за фоном сети, шумом, свистом, изменением уровня сигнала в местах стыковки программ и за прочими помехами. К последней категории относится, например, проникание в канал звука переговоров по служебной линии, которые иногда можно услышать в радиопередаче, а еще чаще в телепередаче из-за непрерывного потока инструкций и информации, которые поступают из аппаратной в студию.

Проверке подвергаются отрезки программ длительностью примерно в 5 мин. Это может быть самый разнообразный материал, включая программы во время их передачи как до передатчика, так и после; выходной сигнал студии; материал, приходящий из других областей по кабелю, посредством радиосвязи или через спутник, а также все записи, сделанные внутри радиодома.

Для оценки программ используются две шкалы.

Шкала 1. Оценка звучания искажений и помех

- 1.1. Незаметно
- 1.2. Едва заметно
- 1.3. Заметно, но не беспокоит
- 1.4. Отчасти нежелательно
- 1.5. Явно нежелательно
- 1.6. непригодно для использования

Шкала 2. Оценка качества звучания программы

- 2.1. Превосходное
- 2.2. Хорошее
- 2.3. Посредственное
- 2.4. Почти плохое
- 2.5. Плохое
- 2.6. Очень плохое

РЕГУЛИРОВКА УРОВНЯ

Вернемся вновь к важнейшему устройству всей студийной системы — контрольному громкоговорителю. Несмотря на то, что звукорежиссер располагает измерительным прибором для проверки уровня передачи, контроль громкости программы в большей ее части необходимо производить на слух. Странно, что до сих пор живо карикатурное изображение человека с наушниками и измерительным прибором! Оба эти устройства применяются, но их нельзя рассматривать как замену высококачественного громкоговорителя.

Измерительные приборы — индикаторы уровня — могут легко ввести в заблуждение, так как они указывают пиковый уровень сигнала, а не уровень громкости его звучания. Например, такие инструменты, как волынки или клавишины, звучат очень громко, если судить по показаниям индикатора. То же можно сказать о большей части произведений поп-музыки. Правильное соотношение громкости такой музыки и музыки менее громкой и речи должно проверяться на слух — и это лишь частный случай из общего правила: индикаторы уровня только помощники, основной критерий — слух.

Установить уровни сигнала — это еще не все. Часто оказывается, что отдельные фрагменты передачи необходимо сжать (ограничить их динамический диапазон), чтобы они были и не слишком громкими, и не слишком тихими по сравнению с остальной частью программы. Регулирование и сжатие (компрессия) передачи — одна из наиболее важных обязанностей звукорежиссера, которая лежит на нем не только по техническим причинам.

Регулировка уровня — это творческий процесс, препятствующий применению автоматики. Автоматическая регулировка уровня ненадежно испортила бы, например, «Болеро» Равеля. И тем не менее в последние годы автоматические устройства все больше и больше усложняются, и теперь с помощью некоторых из них можно регулировать отдельные виды программного материала с приемлемой степенью точности. Недостатки автоматической регулировки проявляются в тех случаях, когда на вход авторегулятора последовательно поступает несколько видов сигнала и, следовательно, требуются различные регулировочные характеристики. Для некоторых видов музыки для художественного эффекта важна весьма тонкая динамическая регулировка. К такой музыке относятся некоторые категории легкой музыки и джаза, а также серьезной музыки. В этом случае никакое устройство для сжатия сигналов не может выполнить должным образом свою задачу. И только специальная настройка авторегулятора на конкретный музыкальный отрывок может улучшить качество воспроизведения. В результате ни одна радиостанция с достаточно широким набором программного материала не может рассчитывать на использование автомати-

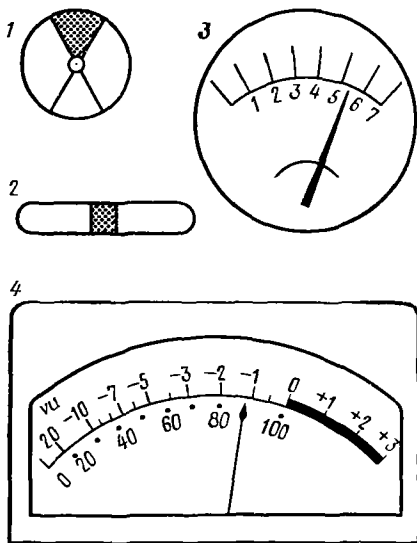
ческого регулирования уровня для всех своих передач без ухудшения в какой-то степени качества их воспроизведения. И чем больше сжатие, тем значительно будет ухудшение.

Наиболее часто встречающийся недостаток автоматического регулирования — это отсутствие «разумного предвидения». Впрочем, если даже элемент предвидения был бы введен, скажем, записью программного материала на кольцевую ленту, которая создавала бы тридцатисекундную задержку, то все равно были бы систематические ошибки, так как к различным задачам регулирования подход был бы общим.

Компрессоры и ограничители используются в радиопередачах, передаваемых на коротких волнах, где для превышения уровня сигнала по сравнению с уровнем атмосферных и других помех необходим непрерывный высокий уровень передачи. Авторегуляторы применяются также, когда радиостанция с ограниченным уровнем выходного сигнала ведет передачу на большую зону пространства, обеспечивая всюду высокую разборчивость передачи. Используются они и для балансировки самих программ, например, как элемент выравнивания составляющих поп-музыки, или громкостей двух голосов в телефонном разговоре, используемом как программный материал (см. гл. 9).

В настоящей главе, однако, главной темой будет ручная регулировка уровня по слуху с одновременным наблюдением за индикатором уровня, сценарием, партитурой, действиями, происходящими в студии. Большая часть последующего материала применима почти в одинаковой степени к радио, телевидению и кинематографу.

Индикаторы уровня



Эти приборы являются важными элементами студийного оборудования, хотя их нельзя использовать для оценки соотношения уровней двух голосов или речи и музыки. Индикаторы уровня используются:

для контроля уровня сигнала между студией, помещением для записи и передатчиком;

Индикаторы уровня:

1, 2 — индикаторы типа «магический глаз»; 3 — пиковый индикатор уровня; 4 — измеритель VU

В пиковом индикаторе уровня Би-Би-Си цифра 6 соответствует 100%-ной модуляции, а каждое деление соответствует 4 дБ. Шкала измерителя VU содержит децибелы (вверху) и проценты модуляции (внизу).

для измерения уровня, малая величина которого может привести к недостаточной модуляции несущей передатчика, а большая, напротив, к ее перемодуляции;

для сравнения относительных уровней двух различных передач;

для контроля соответствия уровней сигналов заданным значениям, обеспечивающим хорошее качество передачи.

Существует несколько типов индикаторов уровня, которые могут быть использованы для обеспечения нормальной работы аппаратуры и предупреждения ее перегрузок. Среди них пиковый индикатор уровня (ПИУ) представляется наиболее подходящим для вышеупомянутых целей. Как следует из его названия, он отмечает не среднюю величину сигнала, а его пиковые значения. По существу, ПИУ является вольтметром специального назначения, который приспособлен для логарифмического отсчета уровней в их рабочем диапазоне. Прежде всего, он характеризуется малым временем нарастания показаний. У модели, используемой Би-Би-Си, постоянная времени нарастания составляет 2,5 мс; это обеспечивает отклонение указателя прибора на 80% шкалы за 4 мс. На слух такие кратковременные искажения, возникающие за это время, обнаружить нельзя. Вольтметр характеризуется также медленным спадом указателя при пропадании сигнала (если постоянная времени составляет 1 с, то спад происходит со скоростью 8,7 дБ/с). Реализация таких характеристик требует сложной схемы, но если ее выполнить на транзисторах, она занимает немного места и используется даже в переносных устройствах. Прибором другого типа является модулометр, который, по существу, работает так же, как ИУ, хотя его шкала несколько отличается.

Измерительным прибором более простого типа, чем ИУ, является американский прибор VU (волюметр), на котором имеется две шкалы: модуляция в процентах и децибелы. Этот прибор показывает непосредственно средний уровень передачи. Сигнал в нем поступает на выпрямитель и балластный резистор, благодаря чему из программной цепи берется малая мощность, необходимая для его работы. В более дешевых моделях волюметра при контроле программы из-за баллистических свойств стрелка прибора может отклоняться существенно больше, чем на стационарном тоне. Однако в дорогих студийных приборах VU схема сделана так, что при подаче на нее импульсного сигнала прибор показывает ненамного больше нормального среднего уровня, в чем они и выигрывают при сравнении с ПИУ. Вместе с тем постоянная времени прибора в 300 мс совсем не позволяет регистрировать кратковременные звуки.

Такие приборы имеют линейную градуировку шкалы в процентах модуляции, обеспечиваемой характеристикой выпрямителя, а более половины шкалы занято трехдецибельным интервалом значений сигнала по обе стороны номинальной 100%-ной модуляции. Если уровень программы изменяется мало, то стрелка прибора остается постоянно в пределах этого узкого интервала. Однако если уровень программы колеблется сильно, то стрелка прибора беспорядочно мечется по всей шкале, что, к сожалению, происходит ча-

сто, так как таких программ много. Так, для непрерывных звуков, включая большую часть музыки, прибор VU покажет 100%-ную модуляцию. Однако для отрывистых звуков стаккато и речи уровень сигнала определится величиной в 50%, так как прибор не будет успевать регистрировать отдельные составляющие речи, соответствующие 100%-ной модуляции.

Электронно-оптические индикаторы типа «магический глаз», которые применяются в недорогих устройствах, регистрируют пики почти мгновенно. При максимальном уровне сигнала секторы «глаза» в момент прохождения пика смыкаются, но не перекрываются. Однако каждое такое смыкание появляется и исчезает быстро, поэтому наблюдать за уровнем сигнала утомительно и для его контроля в профессиональной практике они не используются.

Контроль программы по индикатору уровня

Для контроля и проверки уровней программы часто используется пиковый индикатор уровня. В этом случае для обычного разговора или дискуссии легко поддерживать нормальный динамический диапазон со случайными выбросами сигнала, достигающими до максимума, а речь дикторов, читающих известия, очень разборчиво и ровно достаточно выдерживать на среднем уровне, примерно на 6 дБ меньше максимального.

Для передачи различных видов программ существует целая система контрольных уровней, которых следует придерживаться. Ниже приводятся некоторые уровни, измеренные ПИУ для речи и музыки, которые, судя по опыту, являются наиболее приемлемыми для слушающих радиопрограмму при достаточно хороших условиях. Приводимые значения являются пиковыми уровнями в децибелах относительно максимального уровня, разрешенного для передачи передатчику.

Разговор, дискуссия	0
Новости, прогноз погоды	—6
Драма: повествование	—8
Драма: действие	от 0 до —16
Легкая музыка	от 0 до —16
Серьезная музыка	от 0 до —22
	и ниже
Клавесин и волынка	—8
Клавикорды и верджинел	—16
Объявления в промежутках между музыкой (в зависимости от вида музыки)	от —4 до —8

Однако даже если принять этот перечень уровней в качестве некоего руководства, он не решает проблем, возникающих при одновременной передаче речи и музыки, а в более широком смысле — при переходе с одной программы на другую. Для радиостанций с явно выраженной «индивидуальностью», в американском стил

т. е. с ограниченным набором программного материала, переходить с одной передачи на другую довольно просто. Но для слушателей Би-Би-Си в Англии, где одна радиостанция передает новости, комедию, легкую и серьезную музыку, религиозные службы, радиожурналы, дискуссии и т. д., проблема соответствия уровней следующих друг за другом передач становится острой.

Небольшое усложнение проблемы согласования уровней добавилось после того, как Би-Би-Си провела опрос относительно уровней громкости речи и музыки, предпочитаемых слушателями. Было взято большое число музыкальных произведений различных стилей, исключая современную поп-музыку, с объявлениями или просто речью в паузах между ними. Результаты оказались следующими: речь, следующая за музыкой, должна быть в среднем на 4 дБ ниже, а музыка, следующая за речью, должна быть в среднем на 2 дБ выше предшествующего фрагмента программы.

На первый взгляд, эти результаты противоречивы, но на самом деле все объяснимо — уровень объявлений между музыкой следует регулировать, немного выравнивая громкость.

В этом эксперименте слушатели уделяли музыке и речи все свое внимание. Поэтому следует учитывать следующий факт: когда вы слушаете музыку внимательно, то громкость приемника устанавливается вами обычно довольно высокой. В результате объявления могут звучать неприятно громко. В то же время маловероятно, что вы захотели бы установить подобное соотношение громкости между музыкой и речью, используя музыку не для специального прослушивания, а только как звуковой фон.

Громкость при прослушивании

Во время радиопередачи или звукозаписи звукорежиссер слушает программу при довольно высоком уровне громкости, уделяя этому все свое внимание. Так обстоит дело в телевизионной студии, а также в помещении озвучения фильма. Однако всегда следует помнить, что у слушателя условия прослушивания могут быть совершенно другими.

Ряд экспериментальных данных подчеркивает это. Были проведены исследования максимальных уровней громкости, предпочитаемых персоналом студии Би-Би-Си, музыкантами и публикой. Установлено, что персонал студий предпочитал более высокие уровни громкости, чем музыканты, и намного более высокие, чем широкая публика.

Эти данные были получены в 1948 г. до начала ЧМ вещания, но картина, вероятно, изменилась с тех пор очень мало.

Уровень громкости, предпочитаемый публикой, достаточно хорошо соответствует тому, что они слышали бы в действительности, сидя в кресле довольно близко к исполнителям. От музыкантов,

которые в реальных условиях находятся намного ближе к источникам звука, также вполне обоснованно ожидать выбора более высоких уровней звучания. Но персонал студии, звукорежиссеры и звукооператоры выбрали нереально высокие уровни. Почему?

**Предпочитаемый максимальный уровень громкости, дБ
(относительно 2×10^{-5} Н/м²)**

Вид радиопередачи	Публика		Музыканты	Персонал студии	
	мужчины	женщины		мужчины	женщины
Симфоническая музыка	78	78	88	90	87
Легкая музыка	75	74	79	89	84
Танцевальная музыка	75	73	79	89	83
Речь	71	71	74	84	77

Частично такой выбор можно объяснить тем, что люди, связанные со звукотехникой в силу своей профессии, стремятся извлечь из того, что они слышат, больше информации, а большая громкость помогает им слышать более тонкие оттенки, сочетания и т. п. и проверять техническое качество передачи. Музыканты же, опираясь на свой обширный опыт в области музыкальных форм и инструментального звучания, слушают, главным образом, исполнение, часто почти не принимая во внимание техническое качество.

Условия прослушивания

Приведенные значения предпочитаемых максимальных уровней относятся, прежде всего, к таким случаям, когда слушатели и те, кто занят созданием программы, слушают программу внимательно и располагают для этого подходящими условиями. Однако во многих других случаях дело обстоит иначе. Например, многие люди слушают передачи за рулем автомобиля или работая на кухне. В таких условиях внимание слушателей рассеяно, и так как уровень постороннего шума может быть высок, максимальную громкость речи часто делают на 8 дБ выше, чем громкость музыки. Но если вы, слушая таким образом программу, решаете, что данная музыка вам нравится и увеличиваете громкость, то вскоре обнаруживаете, что последующее объявление звучит слишком громко. В общем, как правило, слушатель мало что может сделать, чтобы изменить имеющееся в передаче соотношение уровней.

Другую проблему представляет сочетание речевых фрагментов с разной разборчивостью, особенно в случае, когда фрагмент, содержащий много шумов и искажений, приходится сочетать с фрагментом хорошего студийного качества. В этом случае целесообразно

но согласовать «шумный» фрагмент по громкости в начале и конце и увеличить громкость для улучшения разборчивости в середине, т. е. уровень такого фрагмента должен подвергаться регулировке.

Условия прослушивания связаны еще с одним аспектом. Есть обладатели небольших переносных транзисторных приемников, для которых нужно передавать программы с высокой разборчивостью в узком динамическом диапазоне. Вместе с тем имеется и разнообразная высококачественная аппаратура, для которой требуются не только высококачественные передачи, но также и большой динамический диапазон. Отсюда возникают требования двух видов к передачам, которые в значительной степени несовместимы. В США поэтому существуют разные радиостанции, приспособленные для этих двух категорий слушателей, а Англия и многие другие страны, следуя такому примеру, уже проделали в этом направлении большую работу.

Но что делать в случае, когда различные виды программного материала передаются все же одной радиостанцией? К сожалению, простого ответа быть не может, и следует руководствоваться здравым смыслом. Нужно попытаться вообразить, что услышит публика при прослушивании вашей программы в первый и, наверное, последний раз. Но помните, что на ваши собственные представления наложило значительный отпечаток длительное знакомство с материалом.

Динамический диапазон

Ухо может воспринимать огромный диапазон громкостей звука. На частоте 1000 Гц порог болевого ощущения достигается при уровне 110 дБ выше порога слышимости, т. е. звук, который едва можно переносить, может быть более чем в 100 000 000 000 раз мощнее звука, который еле-еле слышен. Записывать или передавать по радио такой перепад уровней просто невозможно. Поэтому необходима какая-то степень сжатия динамического диапазона. Вопрос лишь в том, какая именно?

В недорогом оборудовании разница между уровнем шума и уровнем сигнала, при котором начинаются искажения, составляет только 40—50 дБ, и пользователь в большинстве случаев захочет использовать его весь, работая на уровнях, значительно превышающих шум. В профессиональном оборудовании отношение сигнал/шум значительно лучше, но в радиовещательном тракте много других звеньев, поэтому в итоге это отношение будет небольшим. Желательно иметь по всему тракту отношение сигнал/шум не хуже 50 дБ.

Многое зависит, как мы видели, и от условий прослушивания. Например, для оркестра, который прослушивается с помощью хорошего ЧМ приемника, надо было бы иметь довольно широкий динамический диапазон — 60 или 70 дБ, чтобы разделить самые

громкие и самые тихие пассажи в концертном зале, но ничего похожего он не имеет. Прослушивание в домашних условиях ведется в гораздо более узком диапазоне. Действительно, максимальный уровень прослушивания, предпочитаемый средним слушателем, и уровень шума в тихой комнате разделяют только 45 дБ. Такое положение должно приниматься во внимание в записях или радиопередачах. Би-Би-Си при передаче концертов на практике обычно удерживает пиковые уровни в пределах 22 дБ, причем тихие пассажи не превышают по времени полминуты. Популярная музыка, как и речь, удерживаются в гораздо более узком диапазоне уровней.

Правда, для удовлетворения запросов тех, кто слушает музыку в почти идеальных условиях, грампластинки делаются с более широким динамическим диапазоном, чем радиопередачи концертов. Но и здесь для пассажей малых уровней должно выдерживаться соответствующее отношение сигнал/шум.

Вопрос о сжатии динамического диапазона можно рассматривать и с другой точки зрения. Часто программу приходится воспроизводить при пониженной громкости, что, в общем, справедливо, так как люди не желают слушать произведение так же громко, как хотелось бы композитору. В этом случае сжатие должно быть в таких пределах, чтобы обеспечить полную слышимость программы. Наконец, передаваемые динамический диапазон и максимальные уровни определяются возможностями техники.

Радиопередатчики с амплитудной модуляцией необходимо защищать от внезапной перемодуляции ограничителями. При частотной модуляции на высоких уровнях в передатчиках и приемниках также возникают искажения, поэтому в Англии установлена максимальная девиация частоты 75 кГц, что должно служить руководством при проектировании приемников, так как в противном случае возможны искажения.

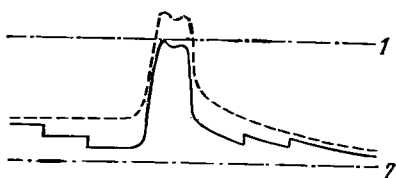
Максимальный уровень, который может быть записан на магнитную ленту, определяется аналогичными соображениями: стоит превысить допустимый предел, как возникают нелинейные искажения. В области малых уровней сигнала идет борьба с «шипением» ленты — с шумом, возникающим из-за зернистой структуры ее оксидного слоя. Диапазон уровней между этими двумя пределами, пригодный для записи, зависит от качества ленты.

Регулирование уровня программ

Как видно из предыдущего, пульт звукорежиссера представляет собой, по существу, высококачественный микшерный пульт с логарифмическими регуляторами уровня для каждого источника, для их групп и выходного сигнала. На регуляторы нанесены деления, которые, в практике Би-Би-Си, следуют через 1,5—2 дБ в основной части рабочего диапазона. Это дает звукорежиссеру очень удобное средство для корректировки уровней. Для ориентировки у

него, кроме того, имеется сценарий или полная партитура, и во время репетиций он может пользоваться ими для нанесения пометок об установках регуляторов и другой информации, которая будет полезна в работе.

Регулировка уровня передачи. Способ снижения большого выброса с сохранением его эффективности и одновременным удержанием уровня сигнала между максимальным и минимальным допустимыми уровнями 1 и 2. Изменение уровня производится ступенями 1,5–2 дБ через интервалы примерно 10 с.



Установив средний уровень выходного сигнала, соответствующий типу передаваемой программы, и приемлемую громкость контрольного громкоговорителя, звукорежиссер продолжает свою работу и слушает передачу в условиях, которые близки к домашней обстановке. Об отклонениях от среднего уровня он судит на основании изменений громкости и разборчивости (как мы видели, «громко» не всегда означает «разборчиво») и не особенно беспокоится о показаниях измерителя уровней, кроме очень тихих или очень громких мест передачи. При записи влияния больших пиков сигнала на возникновение искажений проверяется прослушиванием сигнала с ленты. В радиопередаче лучше рискнуть пропустить случайный пик, чем уменьшить эффективную зону действия передатчика, передавая всю программу с недостаточной модуляцией. Заметим при этом, что пики, которые слишком велики и могут вывести оборудование из строя, будут срезаны ограничителями. При речевых программах звукорежиссер также должен проверять время от времени уровень по индикатору, чтобы убедиться в поддержании среднего уровня передачи. Ухо для этого ненадежно — оно устает. По окончании прослушивания пробных записей программы стоит снова проверить уровни нескольких первых записей, чтобы посмотреть, не изменилось ли представление об их уровне.

Сжатие динамического диапазона музыки

При передаче или записи музыки следует избегать перемодуляции не быстрым изменением положения регулятора уровня в момент максимума звука, а осторожной подготовкой. Для этого в течение примерно полминуты перед появлением пика усиление тракта передачи сигнала уменьшают. Во время репетиции на партитуре делаются пометки об установке регулятора уровня, необходимой для сглаживания пика. По окончании громкого пассажа осуществляется медленный возврат к прежнему среднему уровню. Каждая такая регулировка включает одну или несколько ступеней в положении регулятора примерно по 2 дБ. Аналогичный прием используется для поднятия длительных фрагментов низкого уровня.

Иногда оказывается, что лучше всего изменять уровень непрерывно в течение всей программы, чтобы все элементы звуковых

контрастов оказывались в пределах приемлемого динамического диапазона¹.

Регулировка, подобная описанной, часто требуется при записи больших оркестровых произведений, но она может оказаться необходимой и для небольших произведений с малыми группами инструментов и даже с одиночным инструментом, таким, как фортепьяно.

Возможен еще один способ регулирования уровня оркестровой музыки, а именно предоставить дирижеру самому регулировать громкость исполнения, учитывая специфику радио. Известны даже случаи, когда во время репетиций или записи на пюпитре дирижера устанавливался индикатор уровня. Но такой способ регулирования динамического диапазона не нашел широкого применения. Все-таки предпочтительно, чтобы дирижер сосредоточился на исполнении произведения, не забывая об ограничениях технических средств, а регулирование уровня предоставил звукорежиссеру.

В музыкальные программы, предназначенные специально для создания музыкального фона, сжатый динамический диапазон может быть заложен самим композитором или аранжировщиком. Для таких программ требуются соответствующее исполнение и меньшие усилия в его осуществлении.

Следует также отметить, что чем дальше располагается микрофон от источника звука, тем легче регулировать уровень передачи музыки — акустика студии или концертного зала сглаживает пики. У звукорежиссера, который стремится к трудному, близкому расположению микрофонов, будет больше работы, но не всегда он получит благодарности слушателей, многие из которых, как показали исследования Би-Би-Си, предпочитают для классической музыки хорошо акустически сбалансированный звук.

Регулирование влияет на реверберацию так же сильно, как на основной звук. Эффект может быть озадачивающим: микрофон подвигается ближе, а перспектива остается прежней! Поэтому пря-

¹ Помимо снижения опасных типовых уровней и повышения низких уровней сигнала программы перед звукорежиссером стоит более сложная и ответственная задача — передать изменяющуюся динамику исполняемого произведения в соответствии с замыслами его авторов и исполнителей. Другими словами, необходимо в динамический диапазон уровней, допустимый техническими возможностями канала передачи, «втиснуть» динамический диапазон исполняемого произведения, который, как уже указывалось, значительно шире первого. Здесь звукорежиссеры пользуются тем, что слуховая память человека относительно невелика, а ощущения чаще всего определяются контрастами. Например, для резкого перехода в музыкальном произведении от спокойного среднего звучания к громкому вовсе не обязательно воссоздавать весь уровень, соответствующий максимальной громкости. Достаточно предварительную часть фрагмента несколько снизить по уровню, подготовив этим слушателя к последующему контрасту, вызываемому резким увеличением уровня сигнала (но в допустимых пределах). Эффект будет аналогичен восприятию действительной динамики.

Поэтому стремясь передать все нюансы музыкального произведения в условиях ограничений, накладываемых техникой, звукорежиссер манипулирует регуляторами уровня микшерного пульта.

мой и отраженные сигналы регулируются более эффективно при использовании двух микрофонов, одного на малом расстоянии, другого на большом. При изменениях громкости музыки регулировка уровня производится на сигнале каждого из микрофонов независимо. Это можно делать и при стереофонической передаче с двумя парами совмещенных микрофонов. Одна пара микрофонов с кардиоидными диаграммами направленности размещается почти над головой дирижера, другая пара с диаграммами направленности в виде восьмерки размещается далеко сзади него таким образом, чтобы звуки от различных частей оркестра приходили более или менее одинаковыми. Другим вариантом может быть использование реверберационных микрофонов, направленных в сторону от оркестра. Для достижения наилучшего эффекта они регулируются независимо от основной пары по мере того, как громкость музыки изменяется.

Сжатие динамического диапазона речи и звуковых эффектов

При регулировании речи проблемы и методы их решения несколько иные. В реальной жизни речь и шум могут занимать весь звуковой динамический диапазон от порога слышимости до порога болевых ощущений. Но было бы совершенно недопустимо записывать такой диапазон. На Би-Би-Си считают, что для пиковых уровней речи в радиопостановках достаточно иметь динамический диапазон около 16 дБ, причем средний уровень должен быть примерно на 8 дБ ниже допустимого максимума. Основная проблема заключается в том, чтобы снизить уровень громкости сцен с криками. Когда этот уровень уменьшают, их звучание становится отдаленным, что, впрочем, неплохо, если только это совпадает с желаемой картиной. Но в тех случаях, когда близкие крики должны быть смешаны с более нормальными уровнями речи, снижать громкость приходится просить актеров.

Сложнее обстоит дело, когда в радиопьесе, идущую с достаточным высоким уровнем, нужно ввести громкий звуковой эффект, например выстрел или автомобильную аварию. Даже звук резко захлопнутой двери в этих случаях оказывается слишком громок. Поэтому очень хорошо, что на радио и телевидении выработались некоторые условности, в соответствии с которыми такие эффекты определяются скорее характером, чем громкостью. При этом громкость регулируют или выравнивают, удерживая на малом уровне. Этим, собственно, объясняется, почему кажущиеся совершенно неподходящими методы создания звуковых эффектов часто дают хорошие результаты.

Сжатие несценической речи

Интервью и дискуссии в студиях для радио и телевидения существенно выиграют от аккуратного регулирования их уровня, особенно если один говорит намного громче, чем другие, или когда

говорящий по привычке каждый раз начинает фразу энергично, а к концу ее говорит намного тише. В этом случае регулирование— результат разумного предвидения: как только оратор открывает рот, чтобы говорить, следует уменьшить ожидаемую громкость, причем во время паузы это надо делать резко, но если кто-нибудь еще говорит, то гораздо более плавно. Не очень беспокойтесь, если раз-другой «разумное предвидение» даст осечку: небольшое понижение в уровне гораздо более приемлемо, чем риск услышать неожиданно громкий голос. Смех — еще один фрагмент, которого следует остерегаться, если общий уровень поддерживается достаточно высоким. Но когда смех закончится, следует увеличить громкость как можно быстрее.

Такой вид регулирования, если его выполнять аккуратно, должен быть совершенно незаметен. Но если звукорежиссер недостаточно внимателен и пропускает первый высокий пик, а только после этого изменяет громкость, то лучше вообще отказаться от регулирования, чем регулировать плохо.

Не мешайте говорящим повышать голос, если только они сами не спрашивают совета, хотя в этом случае лучший совет держаться естественно. Естественная, но регулируемая передача намного лучше программы, в которой голоса никогда не возвышаются, а индикатор уровня никогда не показывает недопустимых отклонений. Существует мнение, что для звукорежиссера идеальная программа — это чистый тон с постоянным уровнем, так как с ним никогда не происходит ничего такого, чего не должно быть. Выступления людей, которые никогда не делают того, чего они не должны делать, звучат точно так же скучно и неинтересно, как этот чистый тон.

Хорошая программа связана с разнообразием скорости и характера нарастания звука. Поэтому не следует излишне понижать общий уровень громкости лишь для того, чтобы избежать возможных перегрузок. Если же предвидится монтаж фонограммы, то лучше устранить наиболее резкие отклонения уровня в процессе монтажа, так как иначе могут возникнуть трудности, связанные с низким уровнем звукового фона студии.

Совершенно другая ситуация создается, когда записи для радио, телевидения или кино осуществляются на «натуре», когда планируется последующий монтаж (что почти всегда бывает при съемке кинофильма). В этом случае следует установить такой уровень, чтобы звуковой фон оставался постоянным на протяжении данной сцены. Если регулировка необходима, то ее можно осуществлять небольшим перемещением направленного микрофона, который держат в руке.

Копирование записей

Основное правило копирования, которое справедливо независимо от источника — пластинки, радио или магнитофонной ленты — таково: перезапись всегда производится электрическим способом

и никогда акустическим. Это означает, что если специально не хотят получить заметное изменение звучания, то на всем протяжении от источника до записывающего устройства должны использоваться провода; громкоговоритель и микрофон не должны входить в эту цепь. Из этого правила есть исключения: эхо-камера, т. е. акустическая связь через помещение с высокой степенью реверберации, и некоторые особые случаи, когда для постановок требуется акустическое воспроизведение эффектов через студийный громкоговоритель. Эти случаи рассмотрены в гл. 11.

При перезаписи фонограммы с одного магнитофона на другой полезно провести обычную проверку ее уровня, чтобы убедиться в том, что наиболее высокие уровни не вызовут перемодуляцию. Отношение сигнал/шум, конечно, нельзя улучшить, но такая проверка позволит также избежать его уменьшения. Если необходимо переписать только часть фонограммы или вставить ее в другую часть оригинала, что иногда делается при монтаже, то следует принять все возможные меры, чтобы любые отличия или искажения не были подчеркнуты.

При работе с двумя высококачественными магнитофонами одного типа, приведенными к одинаковым стандартным состояниям, довольно просто копировать с «нулевым усилением», т. е. получить копию с тем же уровнем записи, что и в оригинале. Для этого следует вначале воспроизвести эталонный тон или какой-нибудь другой стабильный звук на одном аппарате и записать на другом. Желательно при этом использовать ленту одинакового качества. Во время перезаписи следует постепенно увеличивать усиление воспроизводимого сигнала ступенями и отмечать положения регулятора уровня. Затем надо установить копию на первый аппарат и воспроизвести запись. Теперь можно сравнивать первоначальную и перезаписанную фонограммы непосредственно с помощью индикатора уровня или на слух и определить положение регулятора, при котором получается нулевое усиление.

Кроме того, прежде чем перезаписывать что-либо, стоит посмотреть, не нужна ли какая-нибудь регулировка копируемого сигнала и не могут ли быть введены с пользой для дела постепенное его усиление и ослабление в начале и в конце фрагментов. Может оказаться возможным одним выстрелом убить двух зайцев, т. е. осуществить регулирование для правильной перезаписи и для одновременной корректировки перезаписываемого сигнала¹.

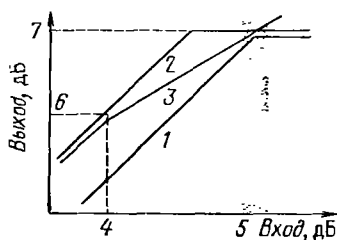
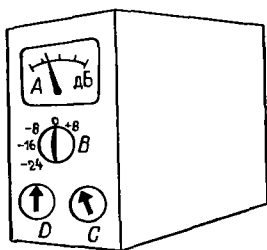
Компрессоры и ограничители

Названия «компрессор» и «ограничитель» иногда используются так, как если бы это были совершенно различные устройства. На самом деле, как мы увидим, дело обстоит проще. Разные типы компрессоров могут существенно различаться по конструкции, но лю-

¹ В нашей практике иногда различают два вида получения фонограмм путем перезаписи: *копирование* и *перезапись* (см. словарь терминов).

бой из них с небольшими модификациями или даже просто переключением переводится в режим работы ограничителя.

Компрессор работает следующим образом. Ниже некоторого заранее определенного уровня, называемого пороговым значением или начальной точкой, уровень сигнала остается неизменным. Выше этого уровня избыточная громкость снижается в заданном соотношении: 2:1, 3:1 или 5:1. Например, если пороговое значение установлено на 8 дБ ниже уровня 100%-ной модуляции и выбрано сжатие 2:1, то это приводит к тому, что сигналы, которые ранее были выше нормы на 8 дБ и создавали перемодуляцию, теперь будут давать только 100%-ную модуляцию. Аналогично, если выбрано сжатие 5:1, то сигналы, которые ранее были выше нормы на 32 дБ, теперь достигнут только 100%¹.



Типовой компрессор-ограничитель:

A — измеритель ослабления, шкала: 0—24 дБ; B — установка пороговых уровней от -24 до +16 дБ относительно номинального уровня 0 дБ; C — регулировка сжатия: 1:1, 2:1, 3:1, 5:1 и 20:1 (т. е. ограничитель); D — регулировка времени спада: 0,1—3,2 с.

Характеристики ограничителей и компрессора:

1 — ограничитель, используемый для защиты от перегрузки; 2 — ограничитель, используемый для сжатия программы; 3 — компрессор; 4 — наименьший уровень программы; 5 — диапазон ожидаемых максимальных уровней; 6 — наименьший приемлемый уровень выходного сигнала; 7 — максимальный допустимый уровень.

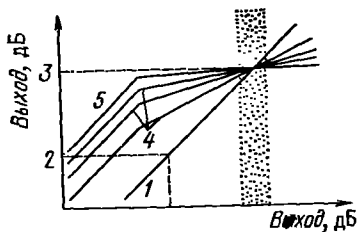
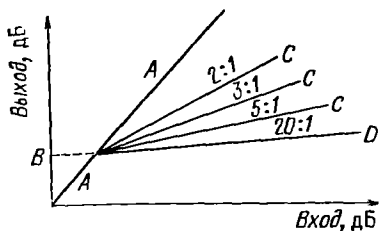
На практике это означает, что, поднимая общий уровень сигнала на 8 дБ или на 32 дБ, мы также поднимаем относительно слабые сигналы и, следовательно, они будут вносить значительно больший вклад в общее звучание, чем это было бы без компрессирования.

Предположим, что коэффициент сжатия был сделан очень большим, например 20:1, а пороговый уровень поднят до уровня, близкого к 100%-ной модуляции, так как в этих условиях нет смысла оставлять его на 8 дБ ниже. Вряд ли может возникнуть сиг-

¹ Соотношение сжатия означает, что если на входе компрессора уровень сигнала изменится на N дБ, то на его выходе изменение уровня n произойдет меньше в заданном отношении: при 2:1 $n=N/2$, при 5:1 $n=N/5$. Например, при изменении на входе компрессора уровня сигнала в 16 дБ и соотношении сжатия 2:1 уровень на выходе изменяется только на 8 дБ, что, учитывая пороговое значение работы компрессора 8 дБ, обеспечивает выходной уровень не выше 100%, как и описано в тексте. При $N=40$ дБ и соотношении 5:1 $n=8$ дБ и также соответствует приведенному примеру.

Следует только помнить, что изменение уровней берется не по полиому динамическому диапазону сигнала, а только по его части, начиная от порога срабатывания компрессора.

нал, который выше нормальных уровней на 150 дБ. В результате такое устройство сжатия будет действовать как ограничитель. Его можно использовать для сглаживания отдельных внезапных больших пиков или для поднятия сигналов фактически от любого низкого уровня до рабочего диапазона уровней аппаратуры. Правда, в этом случае могут возникнуть трудности, связанные с сигналами высокого уровня, которые чрезмерно сжимаются, или с шумами, которые будут чрезвычайно усилены. Но об этом поговорим ниже.



Соотношения сжатия.

A — линейное действие, при котором уровни на входе и выходе прямо пропорциональны друг другу. Выше порогового уровня *B* различные соотношения сжатия *C* уменьшают уровень на выходе. В предельном случае — *D* — компрессор действует как ограничитель, удерживающий максимальный уровень на выходе близким к пороговому значению.

Увеличение уровня сигналов с помощью компрессора. При отсутствии компрессора 1 только небольшая часть диапазона входных сигналов попадает в желаемый узкий динамический диапазон передачи — 2—3. С увеличением степени сжатия 4 эта часть увеличивается, а с ограничителем 5 она максимальна. В этих примерах при выборе порогового уровня исходили из того, что максимальный уровень должен обеспечивать полную модуляцию. Чем больше сжатие, тем меньше вероятность перемодуляции.

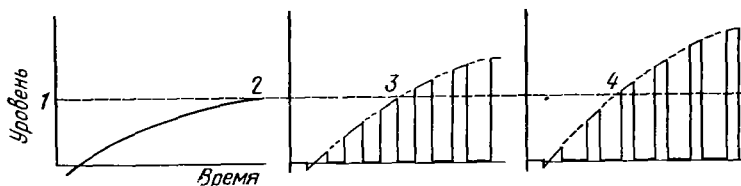
Интересным вариантом использования ограничителей может быть параллельная работа двух ограничителей одного сигнала с установкой разных их пороговых уровней. Если один порог установить на 2 дБ ниже 100%, а другой, например, на 24 дБ с последующим усилением общего уровня, то в результате получим схему переменного сжатия, которая создает большое сжатие для малых уровней сигнала, уменьшающееся с увеличением сигнала. На больших уровнях используется почти нормальный динамический диапазон вплоть до уровня, при котором начинает действовать ограничитель больших сигналов.

Другим вариантом может быть использование ограничителя слабых сигналов совместно со схемой коррекции, которая позволяла бы поднимать уровень слабых сигналов низкой или высокой частоты в большей степени, чем уровень сигналов, мощность которых сосредоточена, главным образом, в центральной (500—4000 Гц) части звукового диапазона.

В прошлом основным назначением ограничителей была защита аппаратуры от чрезмерно сильных сигналов, от которых оконечная лампа усилителя мощности в АМ передатчике подвергалась особому риску. Она являлась крупным и дорогим элементом оборудования, и было нежелательно увеличивать ее стоимость для выдерживания мощностей сверх требуемых для номинальной полной модуляции. Сложность задачи заключалась в том, что эта лампа

была очень чувствительна к перегрузкам; как только номинальный уровень достигался, то достаточно было нескольких децибел, чтобы мощность, проходившая через лампу, превышала нормальный максимальный уровень в два раза или более.

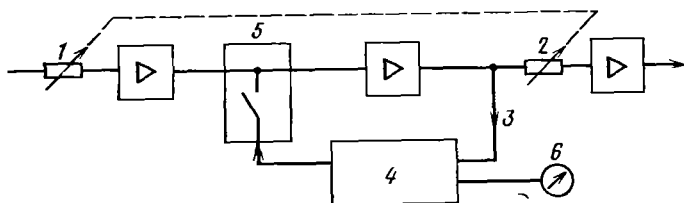
Компрессоры и ограничители работают следующим образом. Сигнал подается на их вход, и если он превышает заданный уровень, то вырабатывается управляющий сигнал, который подается обратно через отдельную цепь, так, чтобы снизить уровень основного сигнала в цепи его передачи. Обычно управляющий сигнал



Прерывание сигнала снижает мощность звукового сигнала. Когда сигнал 2 не превышает порогового уровня 1 устройства сжатия, то сжатия не происходит. От больших сигналов 3 и 4 отбирается пропорционально часть мощности. Заметьте, что частота прерывания велика по сравнению с наибольшей частотой звукового сигнала и что прерывание осуществляется по всему сигналу, а не только на его пике.

действует с быстрым нарастанием и медленным спадом, хотя, конечно, понятия «быстрый» и «медленный» могут иметь широкий диапазон действительных временных длительностей.

Типичный современный ограничитель/компрессор снижает мощность сигнала, мгновенно замыкая накоротко цепь с частотой 250 кГц (4 мкс). На уровне 6 дБ выше начальной точки выбор коэффициента сжатия 2:1 означает, что от сигнала должна быть



Простой ограничитель-компрессор.

1 и 2 — регулировка порогового уровня (спаренная). Из основной цепи программы обработанный сигнал 3 подается в цепь 4 с регуляторами соотношения сжатия и времени восстановления, а затем к регулируемому элементу 5, работающему в основной цепи программы. Степень ослабления показывается на измерителе 6.

взята половина мощности, т. е. мощность должна быть снижена на 3 дБ. Поэтому делается так, чтобы управляющий переключатель половину времени из каждых следующих друг за другом 4 мкс был открыт и половину закрыт. Такие быстрые переключения, конечно, не будут слышны, а снижение общей передаваемой мощности будет достигнуто. Аналогично сигнал, на 12 дБ превышающий пороговое значение, придется ослабить на 6 дБ, и переключатель должен быть закрыт в течение 3 мкс из каждых 4 мкс, в то время ка

для сигналов на пороговом уровне или ниже он не будет работать совсем.

В управляющей цепи имеются органы управления для изменения коэффициента сжатия и времени спада, а также цепь питания измерительного прибора, который показывает степень ослабления.

Для компрессоров и ограничителей используются разные системы, но необходимым критерием для любой из них являются отсутствие нелинейных искажений и соразмерное уменьшение всего сигнала. Наиболее просто это делается выпрямлением части избыточного сигнала, накоплением его в конденсаторе и использованием для управления смещения по постоянному току. Смещение действует, пока заряд с конденсатора не стечет на землю.

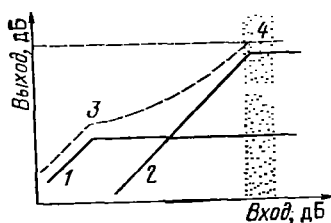
Время срабатывания и восстановления

На ранней стадии своего появления ограничители срабатывали от первой полуволны сигнала, создававшего перегрузку, при этом сама первая полуволна проходила без ограничения. Поэтому на очень низкой частоте такая полуволна передавала на передатчик значительную мощность, и если кто-нибудь, толкнув стол, на котором стоит микрофон, создавал всплеск сигнала, то этого оказывалось достаточно, чтобы вывести из строя какой-либо блок передатчика. Вследствие этого стало необходимо обеспечить дополнительную защиту, например выключатель, который в чрезвычайных случаях не пропускал бы сигнал к передатчику.

Более поздние конструкции ограничителей стали сложнее и могли прерывать сигнал и изменять его мгновенные значения в течение более короткого промежутка времени. В них можно достигнуть времени срабатывания порядка десятков микросекунд. Это, однако, приводит к новой проблеме, так как такое очень резкое изменение уровня вызывает слышимый щелчок.

Решением проблемы может быть задержка всего сигнала примерно на полмиллисекунды, а затем постепенное изменение уровня в течение того же промежутка времени с тем, чтобы к моменту прихода пика необходимое ослабление было уже достигнуто. Это устраняет щелчок, однако, подобное изменение влияет на уровень шума, и если шум имеет относительно высокий уровень, то его изменение становится слышимым, что, конечно, нежелательно. На эту неприятную особенность, впрочем, влияет и скорость спада управляющего сигнала.

У первых ограничителей время восстановления усиления (или спада управляющего сигнала) было равно нескольким секундам.



Сжатие комбинацией двух ограничителей с низким уровнем 1 и высоким уровнем 2, соединенных параллельно. Результирующая характеристика сжатия отличается от характеристики обычного компрессора, который дал бы прямую линию от 3 до 4.

Этого было достаточно для того, чтобы перегрузка миновала и не происходило слишком быстрое восстановление сигналов высокого уровня. В более сложных ограничителях имеется набор времени спада управляющего сигнала, например 100, 200, 400 и 800 мс и 1,6 и 3,2 с. Самые быстродействующие из них могут ограничивать отдельные короткие пики чрезмерной интенсивности, не оказывая сильного воздействия на шум. Но они не столь эффективны при сериях быстро следующих друг за другом коротких пиков: любой шум при этом приобретает неприятное дрожание, подобное вибрато. Если имеются только случайные выбросы и они не очень велики, например не более 3 дБ, то время восстановления не критично и может быть равным примерно половине секунды. Точный выбор времени восстановления становится важным только при высокой степени сжатия. Существуют также ограничители, у которых время восстановления может меняться автоматически. Один такой тип ограничителя, который используется для снижения усиления вплоть до 16 дБ, имеет встроенное автоматическое устройство изменения времени восстановления от 30 мс до 10 с в зависимости от уровня и длительности перегружающего сигнала.

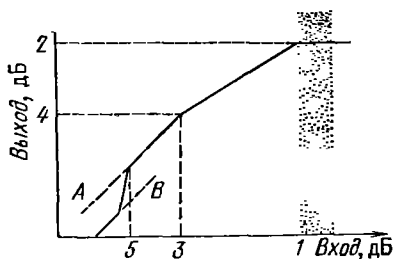
Разделение сигнала и шума

При работе ограничителей и компрессоров в цепях с большим усилением возникает серьезная проблема — уровень шума сильно поднимается. В частности, когда отсутствует основной сигнал, создающий управляющий сигнал, регулирующий общий уровень (т. е. во время паузы), шум возрастает до величины, определяемой допускаемым усилением. Становясь слышимым, такой шум может выделять жужжание вентилятора и тиканье часов в студии, шум движения и другие шумы, производимые человеком, шум уличного движения или более отдаленные звуки, электронные или линейные шумы и т. д. Даже если такие шумы сами не увеличиваются до неприемлемого уровня, в начале последующего полезного сигнала, например речи, согласные звуки потонут в них и не будут достаточными, чтобы привести в действие компрессор. Возможен также неприятный эффект, связанный с подчеркиванием свистящих или шипящих звуков в начале слов. Последнего можно избежать предварительной коррекцией высоких частот на входе ограничителя.

Для разделения сигнала и шума используются устройства подавления шума. В таких устройствах усиление резко снижается, когда уровень сигнала падает ниже определенного, но другого, чем для компрессора, порогового уровня и изменяется в дальнейшем по параллельной, идущей на более низком уровне, амплитудной характеристике (рис. 14.10). Усиление может быть снижено, например, на 8 дБ по сравнению с уровнем при отсутствии ограничения шумов. Компрессор, который раньше не мог быть использован для сжатия сигнала более чем на 8 дБ из-за резкого увеличения уровня шума во время пауз, теперь можно настроить для сжатия на 16 дБ.

Шумоподавители обычно делают быстродействующими, чтобы также во время кратчайших пауз между слогами слова шумы резко снижались. Но это требует его тщательной настройки — уровень ограничения шумов должен быть ниже всех существенных элементов речи, но выше всех основных шумов. Оба эти условия противо-

Ограничитель-компрессор с шумоподавлятелем:
1 — диапазон максимальных уровней сигнала на входе; 2 — соответствующий максимальный уровень сигнала на выходе; 3 — наиболее низкий уровень передачи; 4 — низкий уровень расчетного динамического диапазона; 5 — уровень ограничения шума: если уровень сигнала падает ниже этого уровня, амплитудная характеристика изменяется от А до В.



речивы, а результат может быть неприятным, особенно когда уровни речи или шума колеблются в области порога ограничения. Кроме того, посторонние отрывистые звуки высокого уровня или увеличенные шумы обманывают такой шумоподаватель. И, напротив, очень тихая речь будет «срезана» шумоподавлятелем, если ее уровень ниже его порога.

В одном типе высококачественного переносного магнитофона, используемом для профессиональной натурной записи звука для радио или кино, применяется особая конструкция авторегулятора. Она почти полностью исключает возрастания и спады шума, которые слышны в обычных ограничителях. Перед тем как управляющий сигнал начнет уменьшаться, вводится небольшая задержка. Длительность этой задержки регулируется с учетом разной длительности пауз между слогами или словами, произносимыми разными людьми или на разных языках. Обычно она составляет 3 с, после чего «память» стирается и выбирается новый уровень настройки. В этом магнитофоне имеется, кроме того, отдельная цепь для регулирования очень коротких переходных процессов, которые поэтому не влияют на основной уровень. Такому авторегулятору все же присущи недостатки: несомненно, например, то, что во многих случаях человек-оператор изменил бы уровень сигнала, скажем, при изменении голоса. Поэтому этот авторегулятор, вероятно, будет применяться только там, где неудобно работать человеку-оператору. Как и быстродействующий шумоподаватель, это устройство также легко «обмануть» неожиданным изменением уровня шума.

Применение ограничителей и устройств сжатия

Как уже отмечалось, автоматическое регулирование преследует три цели: избежать перемодуляции, поддерживать хорошее отношение сигнал/шум на нижнем уровне динамического диапазона и, с учетом этих противоречивых требований, обеспечить изменение

динамического диапазона передачи соответственно виду программы.

Для достижения первых двух целей автоматическое регулирование дало значительные результаты. Однако третья задача остается нерешенной. Оказалось довольно трудно создать устройство, которое быстро отличает речь от музыки. Еще более труднее отличать различные виды музыки или различные ситуации, в которых используется речь, хотя, справедливости ради, отметим некоторые успехи в распознавании тональной структуры некоторых раздражающих и назойливых видов коммерческих программ. Во всех случаях человек-оператор, не колеблясь, действует различным образом в соответствии с тем, как он понимает, казалось бы, похожие ситуации. Поэтому, я еще раз подчеркиваю это, автоматическую регулировку следует применять только в тех случаях, когда ее систематические ошибки не становятся слишком очевидными, а снижение художественных достоинств, возникающее вследствие автоматической регулировки, компенсируется очевидными преимуществами.

Особый случай представляют коротковолновые и коммерческие радиостанции, стремящиеся при данной мощности передатчика иметь максимальную зону действия. В этом случае автоматическое регулирование используется только для обеспечения максимально большого среднего уровня при отсутствии чрезмерных искажений.

Насколько это приемлемо для слушателей, зависит от условий в основной зоне действия радиопередатчика. Если рассчитывается, что радиопередачу будут слушать на большом расстоянии и, вероятно, в условиях сильных атмосферных помех, то предполагаемый слушатель будет приветствовать усиленное использование ограничителя.

Если основная зона действия — город вокруг передатчика и помех мало или нет совсем, то слушатель сочтет всякое ограничение, кроме минимального, нежелательным. Если он слушает автомобильный радиоприемник и сигнал подвержен умеренным помехам и замираниям, то он будет приветствовать большую степень ограничения.

Совершенно иное применение компрессоры и ограничители нашли для балансировки поп-музыки. Здесь технические возможности используются столь же творчески, как и сами музыкальные инструменты: использование компрессоров принято в композиции музыки. Аналогично сжатие может быть использовано и по-другому (см. гл. 11).

Регулирование стереофонических программ

В случаях, когда стереофоническое вещание ведется с частотной модуляцией, регулирование осуществляется просто. Можно показать, что если сигнал не превышает нормального уровня в каналах A и B , то он не вызывает перемодуляции передатчика и по общей своей величине. То же самое будет справедливо для записей на

магнитную ленту, где каналы A и B разделены. В стереофонической аппаратуре Би-Би-Си имеется пиковый индикатор уровня с двойным отсчетом, на котором видны оба сигнала, A и B , помимо пикового индикатора уровня, измеряющего сумму сигналов $A+B$.

В радиовещании, однако, может возникнуть несколько проблем, связанных с тем, что:

1) в большой радиовещательной сети некоторые передатчики могут передавать только монофонические программы;

2) часть слушателей имеет только монофонические приемники;

3) отдельные части программ стереофонического вещания могут передаваться только монофоническими.

На практике принято, что средний уровень суммы сигналов $A+B$ на 3 дБ выше, чем сигналы A или B в отдельности. Соответственно стереофонические и монофонические части системы имеют разность уровней 3 дБ. Однако это, к сожалению, не полное решение проблемы относительных уровней.

Трудностей не было бы, если бы сигналы просто складывались, и максимальный уровень суммы $A+B$ действительно никогда не превышал бы 3 дБ над отдельными максимальными уровнями составляющих A или B . На самом деле это случается только для идентичных источников, например для тона или для сигнала в центре звуковой картины. Чаще всего, если сигналы A и B имеют даже одинаковый уровень, то их сумма будет изменяться от 0 дБ до +6 дБ. В этих случаях сигнал $A+B$ может вызвать перемодуляцию, поэтому для обеспечения нормальной работы монофонических систем его необходимо регулировать.

С другой стороны, если уровень передачи регулируется, главным образом, по сигналу $A+B$, то стереофонический сигнал может вызвать перемодуляцию. Это происходит, когда $A+B$ имеет максимальное значение и весь сигнал поступает в канал A или B . Здесь снова возникает необходимость регулирования. Подчеркнем еще раз, что эти проблемы регулирования возникают только в ситуациях, подобных трем вышеперечисленным. Регулирование стереофонических передач для отдельного передатчика значительно проще.

ГЛАВА ПЯТНАДЦАТАЯ

МОНТАЖ МАГНИТНЫХ ФОНОГРАММ

Монтаж магнитных фонограмм может производиться самым различным образом и с разными целями. Простой монтаж осуществляется разрезанием магнитной ленты и последующим соединением ее отрезков в необходимой последовательности для временно-го или постоянного использования фонограммы. Несколько сложнее производится монтаж с помощью перезаписи на новую магнитную ленту в необходимой последовательности отрезков монтируемой фонограммы. Другой вид монтажа заключается в перезаписи

двух магнитных фонограмм на третью. При этом сигналы первичных фонограмм могут перезаписываться не только в заданной последовательности, но и смешиваться между собой. Наконец, монтаж многодорожечной записи, при котором сигналы разных дорожек сводятся в одну, будучи предварительно откорректированными по уровню и некоторым другим характеристикам.

Однако большей частью, говоря о монтаже, подразумевают механический монтаж с помощью ножниц: разрезание и склеивание магнитной ленты. Им осуществляются так называемый черновой монтаж, при котором все необходимые отрезки фонограмм соединяются в последовательность единой программной фонограммы, и чистовой монтаж, основная цель которого заключается в уплотнении всего собранного материала, в обеспечении непрерывности записанного действия, в исключении неуместных звуков, не отражающих суть записи и рассеивающих внимание слушателей. Сюда же, кроме того, входит тщательная проверка отдельных мест фонограммы и прочности ее соединения в местах склейки для последующего многократного использования.

Подобный монтаж осуществляется как на обычной 6,25-миллиметровой магнитной ленте, так и на видео- и кинолентах. Необходимость монтажа обычно диктуется одной из следующих причин:

1) хронометражом передачи, соответствующим установленному расписанию программ. На радио и телевидении это часто является главной причиной. Если передача спланирована неудачно и оказывается слишком продолжительной, то монтаж фонограммы изменяет ее сильно. Впрочем, не всегда это плохо — часто оказывается, что при небольших сокращениях программа улучшается;

2) формированием программы начала, середины, конца, чтобы темп и напряжение менялись и не снижались бы слишком сильно. Неудачные эпизоды, повторы, фразы и целые монологи следует удалить, если они препятствуют главному ходу действия;

3) исключением ошибок. Иногда мелкие оговорки или просто погрешности речи придают ей своеобразие, но когда их слишком много, они затрудняют восприятие речи. Ошибки при чтении рукописи часто звучат не так естественно, как в беседе;

4) соединением записей различных источников, когда программа создается из записей кинолент, материала, записанного на месте событий, и того, что происходит в студии. Различные материалы могут быть воспроизведены и записаны отдельно, а после соответствующей корректировки объединены в общую программу.

Используется ли монтаж как конструктивный путь к созданию подходящей фонограммы или же основные творческие усилия направляются на ее получение в процессе звукозаписи — это зависит от звукорежиссера. Некоторые смотрят на монтаж, как на поражение, и допускают его только при наличии особенных грубых ошибок; другие же предпочитают больше доверять экспромту и последующему монтажу, выбирая наиболее удачные тесты. Если стремятся избежать монтажа, то должен быть хорошо отрепетирован-

ный и точно хронометрированный сценарий, а при его отсутствии четкое и последовательное ведение программы квалифицированным постановщиком или интервьюером. Однако в действительности такое ведение программы в напряженных условиях записи является редким исключением даже для опытных работников радиовещания. Даже когда происходит звукозапись или съемка в знакомых условиях, присутствие микрофона создает ситуацию, которая очень часто вызывает у участников передачи тенденцию говорить неестественными высокопарными фразами. Одна из целей монтажа состоит именно в том, чтобы восстановить иллюзию реальности, обычно даже несколько преувеличенную.

Естественно, этот процесс отбора отрывков записей при монтаже налагает на звукорежиссера известную ответственность, особенно если в результате монтажа искажается характер высказываний выступающего. Услышав воспроизведение отредактированной записи, выступающий должен был бы найти в ней основную мысль выступления и почувствовать удовлетворение от того, что он выразил себя столь ясно.

Запись с последующим монтажом

Почти любая фонограмма выигрывает даже от небольшой доработки, и это следует иметь в виду при записи. В то же время не следует ждать от ножиц чудес. Лучше всего, если с самого начала записи вы мысленно намечаете то, что будет можно сделать потом при монтаже.

Есть много моментов, которые надо иметь в виду, а какие именно, зависит от программы. Например, если встречаются ошибки в речи, то важно понять — можно ли будет исправить их при монтаже — или же целесообразно сделать новую запись.

Незначительная ошибка в звуковом сопровождении кинофильма возникает, когда вырезают несколько кадров в изображении. В этом случае ошибку легко исправить, и это может сделать обычный оператор, но если звук получился неудачным, придется делать новую запись. Когда необходимо переснять какой-либо эпизод, режиссер должен решить, снимать ли сцену с самого начала, изменить ли ее план, ракурс съемки и т. п. или оставить тот же план, являющийся продолжением предыдущих кадров. Квалифицированный звукорежиссер должен обеспечить при этом запись звукового фона на том же самом уровне, чтобы вставить его в те промежутки, которые могут появиться при монтаже в местах несинхронного изображения. Это помогает сохранить время и избежать ошибок позже, при озвучении фильма.

В дискуссии нескольких человек, передаваемой по радио, звукорежиссер должен позаботиться о том, чтобы можно было опознавать голоса говорящих и то, о чем они говорят. В противном случае нужно записать их имена и отличия каждого голоса так, чтобы они могли быть затем включены при монтаже там, где это необходимо. Следите за непрерывностью настроения: если вы наме-

реваетесь закончить какую-то часть фонограммы смехом, то попытайтесь начать новую, подсоединяемую к ней часть также смехом. Все это можно потом смонтировать.

При монтаже радиопрограмм могут потребоваться паузы. Поэтому если есть возможность, попросите участников передачи посидеть тихо и запишите 10 с атмосферу помещения. «Атмосферу», вообще говоря, можно легко извлечь из интервалов между словами на других участках ленты, но лучше перестраховаться. Записывать атмосферу для указанной цели лучше, пока участники передачи в студии, поскольку с их уходом акустика изменится и звучание паузы может оказаться несколько иным.

Когда производится большой монтаж, не злоупотребляйте излишней регулировкой уровней — это приводит к трудностям монтажа звукового фона. Если звуковой фон продолжительный, то его записывают на запасную дорожку в течение 20 с. При более длительном времени прибегают к помощи кольцевой ленты или при озвучении фильма к петле киноленты с магнитной дорожкой.

При записи серьезной музыки также полезно записывать в течение нескольких секунд атмосферу зала в конце каждой части произведения для того, чтобы иметь что-то для соединения с началом следующей части. Повторные записи музыки следует стремиться произвести как можно скорее после предыдущей записи, чтобы исполнители не успели забыть точные интонации в связующий момент, а также для того, чтобы физические условия студии были как можно более близкими. Ведь оркестр разыгрывается и его звучание заметно изменяется в каждый новый период записи в студии.

Использование описанных методов будет сначала рассмотрено применительно к монтажу обычной 6,25-миллиметровой магнитной ленты, а затем видеоленты. В обоих случаях можно использовать монтаж с помощью перезаписи. Затем будут описаны методы монтажа в звуковом кино.

Приспособления для монтажа

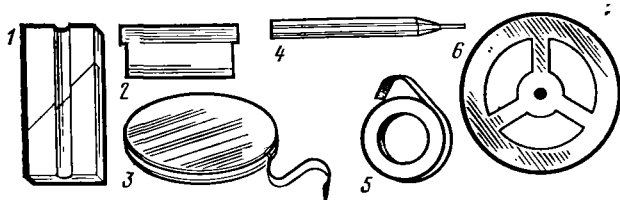
Существуют два основных типа соединений магнитной ленты: временное и постоянное. При постоянном соединении отрезки ленты перекрываются на 6 мм и склеиваются. Это приводит к тому, что небольшая ее часть теряется. Преимущество постоянного соединения перед временным незначительно.

Здесь будут рассмотрены методы только временного соединения, где нет никакого перекрытия и лента не уменьшается при соединении. В случае неудовлетворительного временного соединения его легко можно разъединить и начать все сначала. Это дает возможность неограниченного числа экспериментов¹.

¹ Под постоянным соединением автор имеет в виду склейку клеем, частично растворяющим основу ленты, и соединение внахлест; под временным соединением — склейку ленты встык специальной липкой лентой. Такая классифи-

Соединения липкой лентой получают с помощью приспособлений, которые содержат сложные системы зажимов, резаков и направляющих пазов. Такие приспособления могут быть сделаны и для магнитной ленты шириной 12,5 мм, которая обрезается так, чтобы получилось желаемое соединение. Работники Би-Би-Си, много занимающиеся монтажом, считают, что монтаж липкой лентой может быть выполнен быстро и аккуратно, для чего используются очень простые приспособления.

1. Планка с пазом для ленты, который должен иметь наклонные стенки, чтобы лента, заправленная в него, надежно удерживалась по всей его длине, примерно равной 125 мм. В планке делается прорезь под углом 45°. Укрепить планку следует на краю магнитофонной платы винтами или клеем.



Оборудование для временного соединения:

1 — соединительный блок; 2 — лезвие бритвы; 3 — ракордная лента; 4 — маркировочный карандаш; 5 — липкая лента; 6 — запасная катушка.

2. Острое бритвенное лезвие. Лучше использовать его половину, чтобы не порезать пальцы. Лезвие не должно быть тупым, так как оно будет тянуть ленту при резке, вследствие чего стык в месте соединения будет неровным.

3. Маркировочный карандаш для монтажных отметок. Лучше всего на ленте выделяется желтый цвет.

4. Рулон липкой ленты. Ее ширину считают равной 6 мм, на самом деле она несколько уже, что позволяет при не очень ровной склейке избегать подрезания выступающих краев.

5. Цветная лента — ракорд, которую используют для визуальной идентификации. На Би-Би-Си используют три цвета ракорда:

кация соединений ленты крайне условна, так как прочность первого соединения может быть невелика — на практике нередко случал «высыхания склейки» и ее распада после продолжительного времени хранения фонограммы. С другой стороны, усовершенствованные липкие ленты позволяют производить довольно прочные и долговременные соединения фонограмм.

Существование двух видов соединения магнитной ленты обусловлено иными причинами. Долгое время основой магнитных лент являлась ацетатцеллюлоза. Ее соединение легко производилось ацетатным клеем, который широко внедрился в практику. Появление новых магнитных лент на лавсановой основе исключило использование клея — лавсан не растворяется. На смену клею пришла липкая лента. Первые ее образцы не отличались высоким качеством, поэтому, если использовалась лента на ацетатной основе, предпочитали применять клей. В настоящее время липкая лента достигла достаточного совершенства, и ее можно применять с любыми лентами.

белый — для начала фонограммы, желтый — для разделения записей в рулоне, красный — для конца фонограммы¹.

Инструмент, отсутствующий в этом списке, — немагнитные ножницы. Конечно, их можно использовать вместо лезвия, но они менее удобны и замедляют монтаж. Стальное лезвие теоретически может доставить неприятности из-за намагничивания, но практически это почти никогда не сказывается.

Одно время после склеивания ленты рекомендовалось посыпать место соединения любым хорошо поглощающим влагу порошком, например тальком. Но в настоящее время этого, как правило, не требуется, так как современные липкие ленты выделяют меньше влаги, чем ранее изготавливаемые. Конечно, важно, чтобы лента не была слишком липкой, не тянулась, когда фонограмма сматывается с рулона и проходит по лентопротяжному тракту магнитофона, не загрязняя головку. Для лент, применяемых в радиовещании, особенно в условиях жаркого климата, следует предусматривать специальные меры хранения.

Многие радиожурналисты предпочитают сами проводить монтаж до представления материалов редакторам программ. Для этого есть много серьезных причин, поэтому при дальнейшем изложении будет предполагаться, что монтаж может быть осуществлен либо на профессиональных записывающих устройствах, либо на более дешевом бытовом оборудовании. Однако при умелом монтаже разницы в соединении лент не должно быть заметно.

Монтаж липкой лентой

Прежде всего следует перемотать магнитную ленту до места в котором нужно произвести разрез. Затем с нормального воспроизведения магнитофон переключают в положение остановки, при котором ленту можно передвигать рукой, причем так, чтобы лента находилась в своем тракте движения в контакте с магнитной головкой. В разных магнитофонах это делается по-разному. В одних существует специальный режим «кратковременный стоп», в других — «выключение воспроизведения» и т. д. Иногда проще (если это возможно) несколько освободить тормоза подающего и принимающего боковых узлов магнитофона, но только если при этом не нарушится нормальная работа. Место разреза можно таким образом точно найти вручную. Если есть сомнение относительно точности нанесения метки, следует установить ленту меткой около воспроизводящей головки и включить рабочий ход магнитофона. При достаточно быстром запуске будет совершенно ясно, правильна ли метка или нет. В противном случае можно увеличить скорость рукой. Метку следует наносить всегда одинаковым образом, например вдоль нижнего края ленты, что поз

¹ У нас и по международному стандарту цвет начального ракорда служит для обозначения скорости: ракорд зеленого цвета — скорость 38,1 см/с, желтого цвета — 19,05 см/с, синего цвета — 9,53 см/с. Цвет конечного ракорда для всех скоростей один — красный.

воляет быстро убедиться в правильности соединения вырезанных кусков ленты.

В большинстве недорогих магнитофонов блок головок закрыт декоративной крышкой. Если приходится много монтировать, то эту крышку надо снять. В этом случае можно будет добираться до самой воспроизводящей головки, отводя лентоприжим, если необходимо, и помечать ленту в том месте, где будет разрез.

Для тех, кто не хочет снимать крышку и вытягивать ленту из-под лентоприжима для ее сохранения, существует другой, почти такой же удобный метод. На ленте измеряется расстояние от воспроизводящей головки до первой направляющей стойки справа от блока головок и делается отметка на монтажной планке на том же самом расстоянии справа от монтажной прорези. Тогда на ленте можно делать метку у направляющей стойки.

Выполнение соединения

Его выполняют следующим образом:

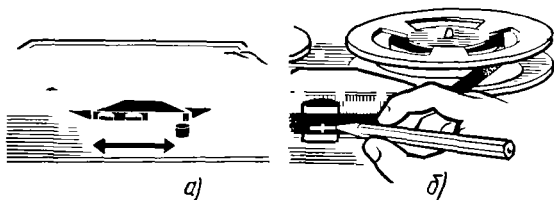
1. Определяют и отмечают место соединения, как это было указано раньше.

2. Переключают магнитофон в такое состояние, чтобы была возможность отвести ленту от головок и поместить ее рабочей стороной вниз в монтажную планку.

3. Разрезают ленту. Лезвие бритвы должно быть достаточно острым, чтобы лента не сминалась во время резки. Не следует также надавливать на него, так как, если планка изготовлена из мягкого сплава, она будет повреждена стальным лезвием.

Монтаж ленты:

а — вручную передвигая ленту вперед-назад вдоль головок, находят нужное место; б — отметка ленты маркировочным карандашом точно напротив зазора воспроизводящей головки.

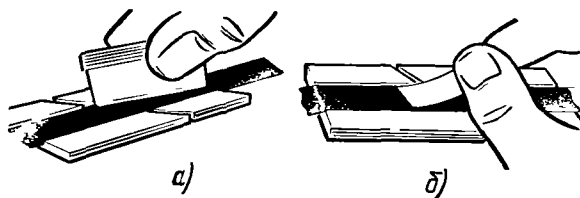


4. Затем на магнитофон устанавливают другой рукой ленту и определяют место фонограммы, которое следует соединить с первой. Так же делают разрез.

5. Помещают два соединяемых конца ленты вместе в паз монтажной планки так, чтобы они едва касались друг друга. Проверяют, чтобы лента была чистой с каждой соединяемой стороны.

6. Отрезают 2,5 мм, или чуть больше, липкой ленты, стараясь оставить как можно меньше отпечатков пальцев на ее клейкой стороне, и накладывают ее вдоль ленты, используя один край канала, чтобы установить ее должным образом.

7. Проводят пальцем вдоль ленты, придавив как следует место соединения. Это место соединения посыпают тальком (окунают палец в порошок и проводят им еще раз вдоль ленты).



Монтаж ленты:
а — разрез ленты; б — приклеивание липкой ленты к месту соединения так, чтобы два участка ленты соединились встык.

Проверка места соединения

После того как соединение сделано, ленту заправляют обратно в тракт и перематывают назад сантиметров на 30, это обычно делают вручную. Затем воспроизводят часть записи со склейкой проверяя:

- качество монтажа;
- имел ли смысл монтаж и действительно ли он сделан в задуманном месте;
- правильным ли оказался расчет времени: темп речи после места соединения такой же, как и речи до него;
- не делает ли выступающий два входа подряд;
- не происходит ли неестественно резкое изменение громкости голоса;
- нет ли резкого искажения голоса;
- не изменяется ли внезапно тон голоса, например, от веселого до совершенно серьезного;
- не изменяется ли резко тембр звукового фона. Не раздваивается ли реверберация;
- не «прыгает» ли локальный источник несовершенного соединения стереофонограммы.

Имеет смысл внимательно изучить этот список возможных ошибок не потому, что вы их не заметите, когда они будут сделаны, а чтобы иметь их в виду как при записи, так и при выборе подходящего места для разреза. После небольшой практики вы легко будете находить правильные места соединения. Случайные мелкие ошибки могут быть допустимы, так как мало кто замечает их, если не будет специально их выискивать. Однако их следует допускать только в том случае, если невозможно их исправить, вставляя часть ленты из какой-нибудь другой записи.

Иногда может понадобиться вырезать небольшой кусок фонограммы или, напротив, вставить паузу или звук дыхания, междометие, чтобы прикрыть резкое изменение темы или настроения. Иногда необходимо восстановить часть того, что вырезано. Большое преимущество соединения липкой лентой по сравнению с соединением клеем как раз и состоит в том, что это можно сделать без повреждения ленты.

После отметки нового места, в котором вы собираетесь разрезать, разъедините сделанное ранее соединение. Для этого его следует перевернуть и, захватив один из примыкающих друг к другу под углом 45° кусков магнитной ленты, отделить ее от липкой ленты. Если это новое соединение разъединяется чисто, то вы сможете использовать тот же кусок липкой ленты второй раз. Поэтому разрезанную ленту взоят двумя стыкующимися поверхностями в монтажную пленку и склеивают снова, разглаживая место соединения кончиком пальца. Если же соединение сделано давно, то старый кусок липкой ленты следует полностью отклеить и заменить новым.

Монтаж в радиовещании

Черновой (предварительный) монтаж. Такой монтаж на радио, в телевидении и кино заключается в том, чтобы собрать материал в логической или художественной последовательности.

Сначала монтаж начинается с грубого размещения отрезков фонограмм в единой программе и отметке всех мест стыковки и мест, куда вы будете вставлять сделанные в студии связующие звенья. Следует помнить, что в дальнейшем можно делать перестановки. Это особенно важно, когда появляется несколько несвязанных тем, созданных без единого сценария. Факторы, которые решительным образом влияют на порядок записей, не имеют значения для окончательной программы. Предположим, вы захотите сделать эффектную передачу: начните с моментов не столь существенных, но способных завладеть вниманием слушателя и дающих ему ощущение причастности. Середина передачи при логическом развитии должна иметь свет и тень; должно быть разнообразие темпа, продолжительности реплик, ритма, а также настроения. Напряжение должно возрастать вплоть до эффектного финала, когда в нескольких строках резюмируется сущность того, что предшествовало развязке, делаются необходимые разъяснения и т. д.

В окончательном варианте материал записывается так, как это будет в передаче, т. е. с перестановкой и перезаписью на соответствующее место. Фонограмму старайтесь разрезать в местах логических пауз. Если у вас есть специально записанный звуковой фон, то необходимо вырезать его отрывки и поставить на соответствующие места фонограммы. После каждого разреза отсеянный материал следует склеивать и помещать в предназначенный для этого рулон, который следует хранить до тех пор, пока вся программа не будет укомплектована.

Особо тщательно следует выбирать место соединения: нельзя резать фонограмму в середине записи дыхания или слишком близко к первому слову, когда присутствует сильный звуковой фон. В тех случаях, когда делаются только небольшие вырезки в дискуссии или интервью, удобнее всего переходить с одного голоса на другой в месте соединения. Если после соединения вы

возвращаетесь к тому же голосу, проверьте, чтобы сохранились тембр, настрой и баланс голоса. В противном случае у слушателя легко создается впечатление, что совершенно новый голос включился в беседу, и слушатель удивляется вместо того, чтобы слушать то, о чем идет речь.

Черновой монтаж часто можно провести без предварительных пометок на ленте. Определенное место ленты справа от магнитных головок следует взять большим и указательным пальцами, затем поместить эту часть ленты в монтажную пленку так, чтобы большой палец оказался на том же расстоянии от прорези, на каком он был от воспроизводящей головки. Небольшой практики достаточно, чтобы сделать разрез ленты с точностью до 6 мм.

Когда есть дополнительный воспроизводящий магнитофон, черновой монтаж можно осуществить, используя перезапись. При этом первоначальная фонограмма сохраняется нетронутой, что является большим достоинством, так как дает возможность, если вы захотите, расположить тот же материал иначе для другой программы. Другие причины монтажа с перезаписью могут состоять в том, что первоначальный материал сам по себе представляет ценность, вы не доверяете собственному монтажу и хотите быть гарантированы от возможных неудач.

При таком монтаже выбранный материал перезаписывается в общий рулон в соответствующем порядке, причем в начале и конце каждой вставки делается небольшой запас и контролируется все, что нужно.

Чистовой монтаж

После черного (предварительного) монтажа следует наметить дальнейшие действия. Подумайте об этом, имея в виду следующее:

форму программы в целом;
разборчивость и краткость отдельных составляющих;
характер и личные качества выступающих.

Первое из этих положений означает, что вырезки следует делать особенно тщательно. Нужно вырезать повторы и словесные «украшения» и постараться сохранить то, что делает программу компактной и слитной.

Вот некоторые дефекты, которые вы, возможно, захотите вырезать:

1. Сильный кашель и т. п. Он может задержать действие или быть причиной того, что слушатель потеряет нить действия. Но если у выступающего «комки в горле», а этот участок записи вырезать нельзя, не будет вреда оставить кашель, который прочищает горло, — это только послужит психологическому настрою слушателя.

2. Чрезмерные «гм» или другие засоряющие речь звуки и слова. Их следует вырезать, так как они ухудшают разборчивость речи, особенно в середине предложения. Однако, хоть и очень редко, в одном случае из десяти разборчивость лучше, если не прерывать потока речи в месте, где, казалось бы, из-за дефекта ее нужно прервать. Поэтому будьте осторожны. Некоторые выступающие используют такие звуки как важную составную часть своих изречений. Это может выглядеть плохо на бумаге, но нормально звучит в записи. Другие выступающие, кажется, выражают в какой-то мере свой характер в таких звуках, и вырезать их не нужно. Своеобразное «э...э», которое сливается с предшествующим или следующим словом, вырезать нельзя.

3. Затянувшиеся паузы. В реальной жизни паузы могут быть очень длинными, гораздо длиннее, чем на ленте, потому что во время беседы мы следим за лицом говорящего, пока он думает. На ленте пауза — это только неопределенность, если только она не сделана для того, чтобы драматически подчеркнуть смысл сказанного. Вместе с тем паузы не нужно вырезать полностью, так как результат звучит как ряд плохо воспринимаемых слов. Чтобы понять, что имеется в виду, запишите следующую фразу: «Вы — пауза — хороший — пауза — редактор», а затем вырежьте паузы полностью. В результате такого монтажа запись будет звучать, как будто говорящий заикается. Какую паузу нужно оставить, зависит от того, насколько в течение паузы должно измениться звучание для произнесения следующего звука (это относится и к «э»).

4. Наложение. Когда речь двух людей перекрывается, что вызывает раздражение. С монтажом в данном случае следует быть очень осмотрительным — иногда бывает необходимо оставить некоторое перекрытие или изъять только часть предложений до или после их совпадения.

5. Повторы. В этом случае монтаж, как правило, улучшает разборчивость, но и здесь нужно быть внимательным — первое слово повторения часто произносят с особым ударением, поэтому следует найти место для разреза после этого слова.

Бывает, конечно, много других дефектов записи, а с каждым выступающим связаны новые задачи и решения того, как делать вырезки. Например, если делается запись выступления без подготовки, то оно начинается медленно и вяло, постепенно набирая скорость. Такой подход совершенно неприемлем для введения нового голоса в программу, когда внимание и интерес слушателя должны быть привлечены с первых нескольких слов; и если вы не добились этого после периода «разминки», то необходимо уплотнить первые предложения; неуверенность и колебания допустимы лишь в более поздней стадии передачи, когда голос и личность приняты слушателем.

В ряде случаев, когда запись важна как документ, никакого монтажа не должно быть совсем, за исключением вырезок чрезмерных пауз. Особое внимание следует проявить при необходи-

мости сокращения времени передачи, но если это не удастся, то делается изложение выступления прямо из студии.

Во всех случаях не очень-то увлекайтесь лезвием — очень полезно иметь четкое представление о том, где нужно резать, и не менее важно знать, где этого делать не следует.

Определение места монтажа

Есть два места для разреза ленты в паузе между предложениями. Одно — после того, как слово и его реверберация окончены, и перед последующим вдохом диктора, другое — после вдоха диктора перед следующим словом. В большинстве случаев лучше и безопаснее выбрать второе место. Так сохраняется полная естественная пауза выступающего, а резать можно достаточно близко к новому слову. Кроме того, так лучше маскировать любые мелкие изменения в звучании акустики.

Монтаж между словами предложения может оказаться гораздо более сложным, так как для определения места монтажа ленту протягивается мимо головки вручную, а слова в этом случае звучат совсем по-иному. Некоторые характеристики речи могут быть легко узнаны; например, звуки «с» и «ф», взрывные согласные «п» и «б», «к», «т», «г» и «д», хотя из-за небольшой паузы в звуке иногда их нельзя отличить друг от друга. Очень часто в сказанном предложении слова могут оказаться до такой степени близки друг к другу, что пауза оказывается только перед такими буквами и, возможно, в середине слова.

Не следует предполагать, что если буква должна быть в слове, что она там обязательно есть. Оказывается, что некоторые звуки могут отсутствовать. Например, в предложении «От того-то все и происходит» в словах «от того» второе «т» является лишь слуховой иллюзией, на самом деле оно не произносится. Поэтому при необходимости точного монтажа следует проверить, как на самом деле звучит речь в местах, где слова сливаются, используя для этого воспроизведение записи на малой скорости.

Когда делается врезка между словами, ленту следует резать в месте паузы в речи и как можно ближе к ее концу. При отыскании такой паузы в записи будьте осторожны, чтобы не быть введенным в заблуждение небольшим перерывом в речи, часто предшествующим произнесению звука «т» и подобных согласных. Как правило, можно сделать врезку в какое-либо продолжительное звучание (например, где несколько слов произносятся слитно), применяя разрез ленты под углом. Однако не стоит пытаться вырезать что-либо из такого звучания, если только взамен вырезанного звука не делается соединение на аналогичном же звуке, т. е. таком, для произнесения которого делается одна и та же артикуляция.

Эти принципы применимы в равной мере к монтажу видеоленты и киноленты, хотя в последнем случае разрез выполняет обычно в местах, определенных интервалом кадра.

Монтаж музыки

Монтаж музыки приходится делать по различным причинам: вырезаются повторы, отдельные музыкальные фрагменты; вставляются вновь записанные фразы. Иногда необходимо удалить ноту или даже ее часть, сжать или растянуть музыку, создающую настроение, чтобы она соответствовала действию пьесы, и т. д.

Монтаж музыки — это одна из наиболее тонких работ, в которой наибольшее мастерство состоит в том, чтобы с уверенностью отметить правильную часть фонограммы. Поэтому перед тем, как приступить к работе, потренируйтесь на смотках ленты до тех пор, пока не научитесь безошибочно находить нужное место. Помните, что при обращении с музыкальной фонограммой любое повреждение, например из-за вытягивания ленты, гораздо более заметно, чем на ленте с записью речи.

В музыкальном монтаже важно, чтобы при разрезании между двумя нотами был учтен характер реверберации. Необходимо сделать так, чтобы новая вставка сохраняла реверберацию предыдущей ноты и, напротив, любое новое начало музыкальной фразы должно быть свободно от звучаний предыдущей записи. Если новый звук достаточно громкий, то предыдущая реверберация может быть замаскирована, но этого не будет, если разрез вклеиваемой части не сделан достаточно близко к начальной части ноты. Поэтому, если только монтаж делается не на паузах музыки, которые больше времени реверберации студии, вставка должна быть выполнена так, чтобы громкость и тембр перед ее началом и концом по отношению к первоначальной фонограмме были идентичными.

Однако можно сделать исключение из этого правила, когда делаются вставки в музыкальном сопровождении к речи или звуковым эффектам; если уровень звучания музыки невысок, то также можно сделать монтаж не слишком тщательно.

Нельзя вести себя свободно с музыкой «переднего плана». Если вы сокращаете запись «связующей» музыки по продолжительности, вырезки должны быть сделаны столь же внимательно, как и для основных музыкальных фонограмм.

Речь на фоне музыки практически невозможно монтировать, так как монтаж музыки приводит к некоторому «провалу» в речи. Хорошее речевое соединение в этих случаях можно рассматривать как везенье.

Когда все, относящееся к определенному месту в музыкальной фонограмме, вырезано, для того, чтобы продолжить монтаж в следующей ее части (например, вы хотите ввести определенную тему), следует учесть, что реверберация от предыдущего звука как фон для новой ноты не нужна. Если это продолжение громкое и слишком отличается по тембру, то оно принимается ухом независимо от предыдущего. В этом случае резкое увеличение уровня с помощью ручной регулировки создает лучшее

звучание, чем вырезка. Что касается извлечения элемента музыки в месте, близком к концу, где нет никакой паузы, здесь нет другого выбора, кроме регулировки уровня.

В музыкальном монтаже ощутимая трудность часто заключается в нахождении точных мест монтажа и в нахождении двух похожих отдельных частей фонограммы. Чтобы точно определить в каждом случае место для разрезания, можно измерить расстояния на ленте от точки, которая расположена немного раньше и отыскивается наиболее легко, или отметить ритмическую структуру музыки на обороте ленты мягким карандашом. Второй способ быстрее приводит к цели, так как нота, местоположение которой легко определяется, точнее воспроизводится по ритму.

Сложный монтаж

Монтаж отрывистых или абсолютно периодических звуков не представляет никаких проблем. Однако звуки, которые являются непрерывными, но постепенно изменяющимися по тембру, очень трудно монтировать, например, речь со звуковым фоном из обильных, но неровных эффектов или речь в помещении с сильной реверберацией.

Ритмические звуки довольно просты, так как с ними можно обращаться, как с музыкой. Но в случае неровного фона весьма непросто найти две точки для монтажа, которые очень похожи по тембру, тут снова приходится обращаться к регулировке уровня.

Типичной проблемой, которая на первый взгляд кажется простой, связана с монтажом аплодисментов. Взрыв аплодисментов, продолжающийся около десяти секунд, очень трудно «урезать» до пяти секунд без того, чтобы место монтажа не было заметно на слух. Впрочем, имея две одинаковые пластинки, сделать это очень легко — можно воспользоваться микшированием «наплывом».

Изменение тембра звукового фона речи, происходящее после монтажа, можно иногда скрыть смешиванием более громких звуковых эффектов, используя пластинку или ленту с записью таких эффектов. Изменение тембра может быть, однако, заметным, если введенные эффекты не оказываются более громкими, чем предшествующий им звуковой фон.

Только в одном случае можно допустить не очень тщательный монтаж в последовательности отрывков программы с резкими вырезками звукового фона. Появилось даже нечто вроде приглашения, по которому передачу, включающую интервью типа «человек на улице», подготавливают с помощью простого монтажа с «перебоями» в фоне, появляющимися как очевидное свидетельство метода сборки. Такой метод является чисто условным и используется в радиовещании и кинематографе. Он широко распространен в передачах актуальных программ.

Как резать ленту?

Ленту рекомендуют резать под углом 45° , как наиболее удобным, а большинство монтажных приспособлений обеспечивает именно такой разрез. Иногда ленту режут и под углом 90° , но без особых на то причин этого делать не следует.

Но почему же 45° ? Имеет ли разрез под таким углом превосходство? Ответ простой: ленту надо, в принципе, резать под острым углом, но каким точно, это несущественно.

Разрез под углом 90° имеет тот недостаток, что любая запись на ленте, даже фона, начинается внезапно на месте склейки и дает ощущение щелчка. Чтобы продемонстрировать себе это, запишите чистый тон, содержащий одну частоту, и вырежьте небольшой кусок фонограммы под углом в 90° . Превосходным примером такого звучания являются также сигналы точного времени. Прodelайте то же самое с записью чистого тона при резке под другими углами.

Результат разреза под углом 45° можно даже объяснить количественно следующим образом. Если изменение звука происходит в течение 10 мс и более, то никакого щелчка на слух не воспринимается. Для того чтобы он был слышен, скачок звука должен происходить быстрее. При скорости 381 мм/с продолжительность в 10 мс соответствует расстоянию 3,8 мм. Разрез под 45° занимает в длину 6,25 мм, следовательно, никакого щелчка не будет слышно. Аналогично при скорости 190 мм/с 10 мс соответствуют 1,9 мм. Для двухдорожечной записи на одной дорожке соответствует расстояние 2,54 мм при разрезе в 45° , так что опять не будет никакого щелчка¹.

Стандартным углом разреза для некоторых соединений кинолент является угол 10° . Отдельная дорожка записи на киноленте имеет ширину 5 мм, поэтому изменение звука на склейке происходит на длине 0,46 мм. При перемещении 35-миллиметровой киноленты со скоростью 457 мм/с это расстояние соответствует периоду в 1 мс, для 16-миллиметровых кинолент соответствующая продолжительность составляет 2,5 мс; в обоих случаях протяженность вполне достаточна для предотвращения заметных щелчков.

¹ Разрез фонограмм почти всегда делается в паузе записи, а значит, и соединение лент происходит не на полезном сигнале (и уж, тем более, не на тоне), а на шуме паузы. Поэтому приведенные данные относительно щелчков на тоне не имеют отношения к монтажу. В общем, однако, справедливо, что косой разрез магнитных лент был связан с желанием сделать постепенным переход от одного отрезка ленты к другому и исключить тем самым резкий перепад шума паузы. Современные магнитные ленты, однако, имеют незначительный уровень шума, поэтому переход с одного отрезка ленты на другой редко создает какие-либо проблемы.

Разрез под углом 90° имеет свои достоинства: он позволяет проводить более «тонкий» монтаж, так как затрагивает гораздо меньшую площадь магнитной ленты. С внедрением в монтажные операции липкой ленты такой разрез стал предпочтительнее. При низких скоростях ленты в магнитофоне, т. е. с увеличением плотности записи, косой разрез ленты вообще становится неприемлем.

Магнитная лента с дорожкой на всю ширину при записи со скоростью 190 мм/с наиболее удобна для монтажа при использовании кинокатушек. Чем ниже скорость записи, тем ниже качество и меньшая точность отметки для монтажа. Однако при высоких скоростях труднее протягивать ленту через блок головок вручную, поэтому лучше использовать сердечники большого размера.

Подготовка ленты для повторного использования

Если лента не подвергалась монтажу, то просто удаляют из нее куски ракорда, а отрезки соединяют хорошо выполненными склейками. Напротив, сильно смонтированную ленту и ее короткие отрезки не следует использовать снова. Технически возможно применять для новых программ ранее использованные ленты, полагая, что вновь подготовленная фонограмма не вызовет возражений ее потребителя. Техническое состояние магнитофона, на котором выполняется новая запись, должно быть удовлетворительно. Если это не так, например стирающая цепь или головка повреждена, то недостаточно стертая прежняя запись может испортить новую.

Существуют специальные стирающие устройства, которые обеспечивают стирание фонограмм значительно быстрее, чем это делается в самом магнитофоне. Рулон ленты устанавливают на такое устройство, создающее сильное переменное поле. Рулон поворачивают один или два раза для гарантии, что все части ленты подвергаются воздействию поля, а затем рулон снимают, удаляя от устройства, прежде чем его выключить.

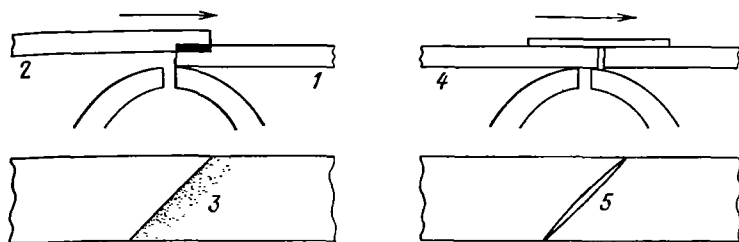
В практике Би-Би-Си в подготовку ленты для повторного использования входят устранение всех временных соединений, замена их постоянными. Устройства, используемые Би-Би-Си, дают возможность определять места соединения на большой скорости, а также ускорять монтажные работы, например, применением нагрева, убыстряющего сушку места соединения.

Монтаж с помощью клея

Приспособления для монтажа склеиванием лент очень похожи на те, которые регулярно используются для кинолент, откуда, собственно, и происходит метод соединения склеиванием. Этот метод нежелательно применять для монтажа записей на 6,25-миллиметровой магнитной ленте, так как при этом в точке соединения рабочий слой ленты неплотно прилегает к головке воспроизведения, результате чего происходит выпадение звука.

Ленту разрезают обычным образом, под углом, и удаляют рабочий слой с последних 5 мм ленты с левой стороны от места соединения, т. е. со стороны, которая сходит с подающей ее части. Рабочий слой снимают, растворив его склеивающим составом, а затем вытерев бумажной тканью, чтобы обнажить основу. Затем

накладывают на очищенную часть рабочей стороны ленты клей, а основу другого стыкующего конца ленты прижимают к ней сверху и держат под давлением до тех пор, пока соединение высохнет. Для ускорения процесса можно применить нагрев.



Соединения внахлест и встык. Перекрытие должно быть сделано таким образом, чтобы первая часть 1 магнитной ленты или киноленты за головкой лежала на верхней поверхности второй части 2 так, чтобы контакт ленты с головкой быстро восстановился, когда вторая часть попадает на головку. Если соединение сделано под углом (3), то временная потеря контакта менее существенна, так как ее действие распределяется по длине ленты. Если, однако, соединение сделано встык (4), то никакой потери контакта не происходит при условии, что оно выполнено безупречно, а не так, как показано (5) Влияние небольшого зазора или перекрытия становится минимальным при соединении под углом.

Следует иметь в виду следующее:

1) рабочий слой должен быть непрерывным после того, как соединение сделано;

2) только практикой можно выяснить, какой слой клея следует наносить. При первых попытках соединение может быть неровным и непрочным;

3) наиболее удобным является такое приспособление, в котором лента удерживается зажимами, а не то, что рекомендовано для соединения липкой лентой, так как клей легко забивается в углы паза;

4) лента всегда должна устанавливаться в магнитофоне таким образом, чтобы при воспроизведении уступ в месте соединения не отводил ленту от магнитной головки.

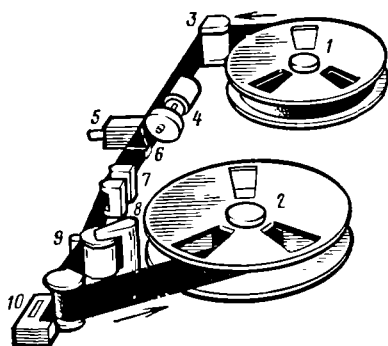
Существуют различные клеи для лент с основой из ацетата, поливинилхлорида и полиэстера. Для ацетата или поливинилхлорида они могут быть растворяющими и различного состава для различных основ. Существует также универсальный клей.

Монтаж звука видеолент

Основные проблемы монтажа видеоленты возникают из-за того, что запись звука на ней опережает запись изображения на 0,6 с. Это означает, что если лента разрезана поперек, то оставшаяся часть до разреза будет содержать звуковой сигнал длительностью 0,6 с, связанный с изображением, которое уже изъято. Аналогично на части ленты после разреза не хватит части записи звука. Если бы присоединение было сделано к ленте без записи, то, когда появилось бы изображение, первые 0,6 с никакого звука не было бы. Например, на экране изображен говорящий человек — видно, как

он беззвучно открывает рот, и вдруг внезапно появляется звук на полной громкости.

Эта ситуация возникает из-за того, что запись звука на видеоленту невозможно сделать в том же месте, что и изображение. Ви-



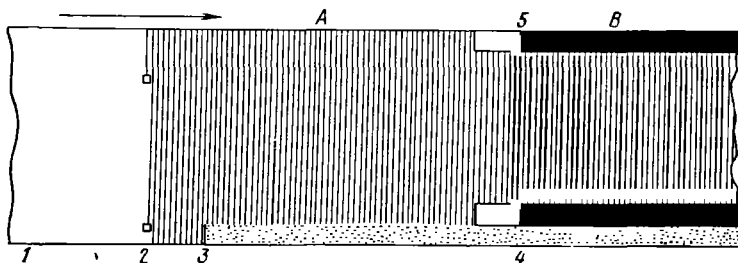
Устройство записи на видеоленту:

1 — подающая катушка; 2 — принимающая катушка; 3 — главная стирающая головка; 4 — электродвигатель и вращающаяся записывающая головка; 5 — направляющее устройство (лента удерживается в нужном положении с помощью вакуумприсоса); 6 — записывающая головка контрольной дорожки; 7 — стирающая головка звуковой дорожки и дорожки командных сигналов; 8 — записывающие головки звуковой дорожки и дорожки командных сигналов; 9 — ведущий вал; 10 — счетчик ленты.

деосигнал записывается сложным образом с помощью системы из четырех головок, вращающихся в вертикальной плоскости относительно движущейся ленты, которая в этом месте принимает форму сегмента круга за счет действия специального устройства с присосом. Эта видеозапись занимает большую часть ширины 12,5-миллиметровой ленты.

Если смотреть на ленту с нерабочей стороны, то она движется слева направо, т. е. от левой катушки через записывающие головки к правой катушке. После того как лента прошла видеозаписывающую систему, на нее записываются три других сигнала. Это контрольная дорожка, записанная вдоль нижнего края. Она используется впоследствии для контроля скорости воспроизведения, а также содержит «монтажный» импульс, соответствующий

каждому кадру, который указывает редактору, где следует делать разрез при монтаже. Затем на расстоянии 235 мм от видео головок и сразу после стирающей головки звука лента проходит через звукозаписывающую головку. В этом промежутке могут поместиться примерно два сказанных слова или даже меньше.



Расположение записи на видеоленте 5 см шириной (вид со стороны основы ленты).

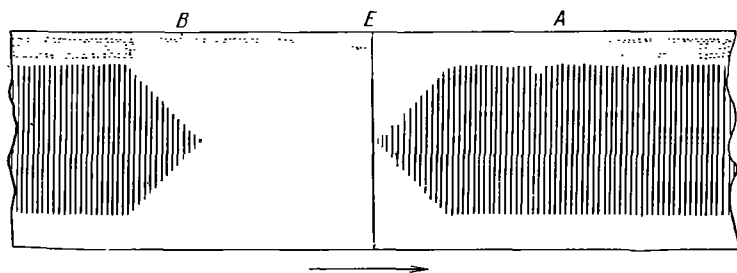
1 — часть видеоленты без записи; 2 — головки видеозаписи (каждая пара из четырех головок установлена под углом 90° друг к другу на вращающемся диске). Каждая линия, записанная на ленте, представляет собой группу строк в телевизионном изображении; 3 — записывающая головка управляющего сигнала; 4 — записывающая головка дорожки режиссерских меток. Она также может быть использована как дополнительный звуковой канал; 5 — главная звуковая дорожка. Так как головки записи звука и изображения разнесены на 23,5 см, звук непрямо связан с изображением, находящимся рядом с ним на ленте: например, звук в части B принадлежит изображению в части A, которое находится на 23,5 см левее. Если механически разрезать поперек ленту в части B, то после того, как изображение пропадет, будут еще слышны сопровождающие его звуки — одно-два слова.

В действительности имеются две дорожки с записью звука. На одной, вдоль верхнего края ленты, записан программный звук. Другая, расположенная между контрольной дорожкой и пространством, занятым видеосигналом, называется сигнальной дорожкой. Она предназначена для записи вспомогательной информации, которая позже может быть использована, но в эфир не идет. Несмотря на то, что возможностей для ее использования много, на практике она мало полезна, так что штат, который занимается программой, часто забывает о ее существовании. Тем не менее она может быть и должна быть использована.

Определение места монтажа

Определим два места на видеоленте: для разреза изображения и звука. Если изображение и звук должны изменяться вместе, то монтажные отметки должны быть разделены интервалом в 235 мм. Однако может оказаться желательным звуковое перекрытие — в этом случае звуковая отметка может совпадать с отметкой изображения. Это приводит к простому прямому разрезу ленты. Впрочем, звуковая отметка может быть сделана в некоторой третьей точке.

Простые прямые разрезы очень удобны и к тому же наиболее совершенны. Пока человек взглянет, повернет голову или откроет рот, чтобы говорить, проходит приблизительно около 0,6 с. Если кадр, который режут, имеет подходящий для новой сцены фон, то



Монтаж звука и изображения на видеоленте с плавным исчезанием и появлением сигнала: А — плавное исчезание сигнала; В — плавное появление сигнала; Е — соединение ленты. Следует заметить, что, так как звук и изображение разнесены на 23 см, должен быть оставлен зазор, по крайней мере, 0,6 с как для звука, так и для изображения, если используется простой монтаж.

также можно сделать простой прямой разрез. Конечно, нужно быть внимательным, чтобы разрез не совпал с вдохом или прерывистым звуком фона. Может быть последовательность из нескольких кадров, где любой разрез изображения оказывается удовлетворительным; тогда следует поискать точное место в записи звука, обычно перед каким-нибудь словом, медленно передвигая ленту около звуковой головки. Предпочтительную точку разреза можно отметить на ленте толстым фламастером, чтобы она была ясно видна при перемещении с нормальной скоростью ленты.

Если есть опасность того, что разрез не будет удовлетворительным, например сюжет изменяется примерно в этом же самом месте, то проверяют этот отрезок изображения, передвигая ленту с нормальной скоростью. Когда отметка звукового разреза пройдет блок видеоголовок, редактор ударяет (например, карандашом) по углу видеоманитфона, а другой человек (например, режиссер) наблюдает за экраном монитора и замечает, пришелся ли звук удара на правильную сторону изменения изображения. Если это не так, пытаются найти другую точку звукового разреза или выполнить монтаж другим способом.

Прямой разрез можно точно синхронизовать с изображением по звуку. Видеозапись воспроизводят, «отстукивая» предпочтительную точку разреза. Когда она найдена, аппарат запускают до необходимого кадра, а затем останавливают. Изображение исчезнет в указанной точке, а ленту протягивают еще на несколько сантиметров (сколько именно, покажет опыт). Отметку делают в этой новой точке, проверяют, затем ленту разрезают.

Естественно, такой процедуре должны быть подвергнуты как «выходная», так и «входная» точки. У каждого редактора своя система отметок для того, чтобы показать, относятся эти точки к звуку или изображению, началу или концу фрагмента и какая это по счету попытка.

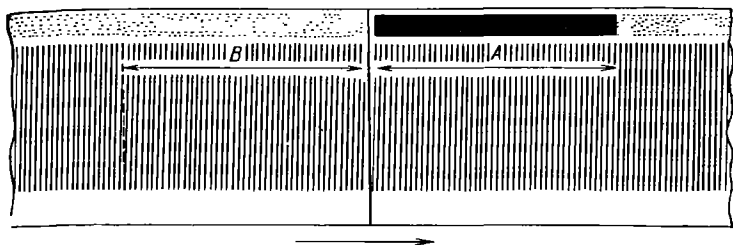
Прямой разрез производят также в том случае, когда в двух сценах происходит постепенное изменение громкости звука и четкости изображения с затемнением между ними, по крайней мере в течение 0,6 с. Если разрез делают после затемнения, то запись звука будет отставать на 0,6 с. Новое изображение появится в месте разреза, а громкость звука будет изменяться в течение 0,6 с после него. Это не годится, конечно, если по темпу программы нужны более короткие участки изменения сигнала или если звук перекрывает место соединения таким образом, что оно получается слишком заметным (хотя иногда, когда звуки достаточно похожи, никакой проблемы не возникает).

Многие простые разрезы получаются удачно, а многие — нет. Во втором случае можно попробовать произвести перезапись звука, используя 6-миллиметровую ленту.

Разрез видеоленты с перезаписью звука

Обычный случай перезаписи — это такой, когда звук и изображение должны изменяться одновременно. В этом случае первые 0,6 с нового звука должны быть перезаписаны на последние 0,6 с старого изображения. Находят точки разреза, как описано выше, а затем «новый» звук копируют на 6-миллиметровую ленту. Соответствующий ее участок записывают на «старое» изображение, протягивая ленту от точки примерно за 10 с до отметки на видеоленте места разреза, а затем (когда лента проходит около блока видеоголовок) начинают воспроизведение звука. Когда отметка

достигает видеоголовки, переключатель видеомэгнитофона ставят в положение «Только звук», записывая в течение 1 с, и затем очень быстро выключают его, чтобы предотвратить стирание нужной записи.



Монтаж видеоленты с перезаписью звука такой, что звук и изображение изменяются вместе. Звук, относящийся к участку В изображения, копируют на 6-миллиметровую ленту, а затем перезаписывают параллельно участку А. Когда ленту разрезают, перезаписанный звук оказывается синхронным с относящимся к нему изображением. Электронный монтаж (при котором каждая требуемая последовательность копируется с оригинальной ленты на комплектующую ленту), в принципе, проще и требует меньше ленты, но для него необходимо более основательное оборудование, и качество изображения несколько ухудшается.

Один и тот же звук будет теперь записан в двух различных местах видеоленты, при различных изображениях. Монтаж в этом случае заключается в удалении в этих точках указанных записей. Следует заметить, что, если видно, как человек говорит первые 0,5 с нового изображения, артикуляция будет автоматически восстановлена в результате вырезки.

До начала всей этой процедуры нужно сделать большое число копий первоначального звука на 6-миллиметровой ленте во избежание всяких случайностей.

Когда звук перемещен таким образом, все приемы звукового монтажа становятся доступными для редактора видеоленты, при условии, что он не переписывает смонтированный звук обратно на видеоленту таким образом, что заметна потеря синхронизации. Этот вид сложного монтажа должен быть сделан на вырезанном кадре, возможно, специально вставленном из другой части ленты.

Часто, когда на звуковой ленте сделан сложный монтаж, ее присоединяют к копии предыдущих 20 с немонтированной звукозаписи. Видео- и звуковая записи могут тогда проигрываться вместе для достижения синхронизации в течение этого времени, после чего прослушивается смонтированный материал и синхронизируется с последующей записью изображения.

При этом будет видно, какую часть изображения можно исключить; и можно делать вырезки, не заботясь о звуке, записанном обычным образом. Монтированный звук воспроизводят, как прежде, сначала синхронно, а затем совместно с смонтированным изображением, но на этот раз, пока предшествующий участок записи звука на видеоленте и на 6-миллиметровой ленте все еще воспроизводятся совместно, переключатель видеомэгнитофона ставят в положение «Только звук».

Менее точный тип монтажа имеет место, когда новый звук должен перекрывать начало изображения, которое нужно монтировать. Трудность заключается в том, чтобы прекратить запись до стирания звука, а также воспрепятствовать тому, чтобы стирающая головка оставила зазор в 2,5 см в фоне, когда видеомантфон останавливается. Последнее достигается, если просунуть кусочек картона между лентой и стирающей головкой в момент выключения аппарата. Можно также очень тщательно разрезать ленту с записью изображения (возможно, внутри кадра) в точке, где новый звук должен закончиться, соединить на какой-то ненужной ленте, переписать, а затем перемонтировать первоначальное изображение. Но при таком способе тратится много времени, а также ленту легко можно повредить в точке разреза, в результате чего происходит неустойчивость изображения.

Монтаж видеоленты

Ранее много говорилось о разрезе ленты. Теперь кратко будет описан способ выполнения его, а затем указаны некоторые варианты.

Ленту с маркировкой разрезают на расстоянии приблизительно в один кадр, с безопасной стороны от отметки. Ближайший от метки «монтажный» импульс определяют одним из двух способов.

В простейшем из них используются так называемые «железные опилки». Специальный «проявитель» (порошок с хорошей магнитной проницаемостью, взвешенный в летучей жидкости) наносят вдоль контрольной дорожки. Когда жидкость испарится, становится видимой крошечная точка; это и есть кадровый импульс. Будут также видны идущие поперек ленты линии, записанные видеоголовками. (Они соответствуют не индивидуальным линиям изображения, а группам их; поэтому вопрос о проявлении изображения не возникает.) Устанавливая с помощью микроскопа на режущем краю монтажного устройства два конца видеоленты, получившихся в результате предварительного, но неточного разреза, режут их снова, но на этот раз точно в одной и той же части кадра.

Другой метод — электронный, требующий более сложной аппаратуры. После анализа контрольной дорожки выделяется монтажный импульс, который изображается на экране электронно-лучевой трубки. Для каждого участка ленты на монтажное устройство последовательно подаются сигналы, в соответствии с которыми производится разрезание ленты. Разница между результатами, полученными этими двумя способами, небольшая.

В обоих случаях ленту аккуратно сдвигают впритык, поддерживая край, и склеивают липкой лентой, которую закрепляют поперек видеоленты.

Резать видеоленту, вообще говоря, дорого, так как ее цена высока, а несколько разрезов делают ее непригодной для дальнейшего использования в высококачественных программах. Если же ста

ратся сохранить ленту в целостности, то придется использовать большее количество аппаратуры.

Наиболее привлекательный вариант — монтаж с использованием копий. В этом случае требуются два видеомэгнитофона, один из которых используется для отметок и воспроизведения. После того как первая часть скопирована, выбирают вторую, а затем на обоих аппаратах устанавливают ленту за десять секунд до точки, в которой нужно делать разрез, ставят отметку и запускают их одновременно. Проверяют, находится ли точка монтажа в заданном месте; если да, то на обоих аппаратах ленты перематывают назад и снова запускают, но на этот раз второй аппарат переключают на запись с точки монтажа. При таком способе второй участок программ присоединяют к первому без физического разрезания ленты. «Вырезки» звука и изображения автоматически совпадают, а уровень звука можно регулировать в течение перезаписи (это можно сделать методом, описанным ранее).

Весь процесс, кроме регулировки звуковых уровней, можно автоматизировать. Разработана система, с помощью которой программу записывают на специально предназначенный для репетиций магнитофон с 2,5-миллиметровой лентой и видеозаписывающей системой со «спиральной разверткой». Режиссер может определить на этой ленте нужные ему точки монтажа и сделать электронным способом отметки входов и выходов, а также порядок следования материала на контрольной дорожке. Это все подается через компьютер для контроля за копированием главной записи. Единственная проблема (впрочем, весьма незначительная для некоторых целей) — отсутствие аппаратуры для перезаписи и смешивания звука: это все еще делается искусными руками человека.

В других методах монтажа и составления программ используют микшерные устройства, студии для перезаписи звука или телевизионные студии в сочетании с видеозаписывающей аппаратурой. В большинстве из них затрачивается много времени или применяется дорогостоящее оборудование, но, может быть, стоит идти на это ради хороших результатов, которые невозможно получить иначе.

Рассматривая различные системы монтажа звука и изображения, следует обратить внимание на то, что при последовательном копировании легче сохранить качество звука, чем качество изображения. По этой причине из двух различных систем, в которых первая дает копию звука и изображения, а вторая — первоначально снятое изображение и вторую копию звука, всегда предпочтительнее вторая, так как она обеспечивает лучшее качество всей программы.

Многодорожечная запись звука, применяемая с видеозаписью

Для звукозаписи применяют ленты шириной в 25 мм с двенадцатью дорожками совместно с видеолентой. Десять дорожек используют для звука и одну в качестве контрольной дорожки для

синхронизации с видеолентой. Оставшуюся дорожку и сигнальную дорожку на видеоленте используют для системы устных команд и маркерных импульсов, которые дают возможность идентифицировать одинаковые точки на обеих лентах для монтажа.

Эту систему использовали на Би-Би-Си для комментирования Олимпийских игр на многих языках. Ее можно также применять в тех случаях, когда нужно составить очень сложное звуковое сопровождение и затем переписать его для существующего изображения.

Новые методы в области видеозаписи быстро развиваются и замещают старые, причем новое оборудование обеспечивает более экономичное выполнение работы.

Монтаж стереозаписи

Принципиальное дополнительное правило для монтажа стереозаписи заключается в том, что разрез и новое соединение не должны вносить нелепого или необычного изменения положения объекта в звуковой картине.

В телевидении интерес к стереофонии невелик, так как еще в течение многих лет специалисты телевидения будут заняты совершенствованием цвета изображения. Во всяком случае в противоположность влиянию, которым обладает стереофония в радиопередачах и записях, здесь объемный «большой» звук мало что добавляет к маленькому изображению, кроме особых случаев (например, музыки), где звук может быть очень важным. Однако при необходимости стереофонический звук легко может быть записан на видеоленте (с использованием сигнальной дорожки для второго канала). При монтаже нет дополнительных сложностей, кроме того, что для перезаписи звука требуется стереофонический магнитофон со двойными дорожками.

ГЛАВА ШЕСТНАДЦАТАЯ

МОНТАЖ ФОНОГРАММ КИНОФИЛЬМОВ

Ширина стандартной киноленты для профессиональных съемок составляет 35 мм. Однако во всем мире снимают, монтируют и показывают фильмы публике в основном на 16-миллиметровой ленте. Причиной этого является телевидение. В Англии только на Би-Би-Си имеется около сотни предназначенных для работы с такой лентой монтажных помещений, которые постоянно загружены, а в огромном выпуске кинофильмов заведомо большую часть составляют фильмы на 16-миллиметровой ленте.

Тем не менее почти все приемы, описываемые в этой главе, в равной степени применимы к фильмам и на 16-миллиметровой, и на 35-миллиметровой лентах. Для тех случаев, когда имеются различия

в использовании лент, описывается метод, применяемый для 16-миллиметровой ленты.

В нашем описании опущены старые способы склейки ленты внахлест с перекрытием части кадра и с применением клея. Сейчас они полностью вытеснены соединением встык, для которого более удобен склеивающий пресс, поскольку он не требует совмещения перфорации склеиваемых лент.

Подробно описаны преимущества такого пресса для склейки магнитных фонограмм на ленте с перфорацией, хотя те же достоинства справедливы для кинолент с изображением. В Европе этот пресс способствовал развитию новой технологии производства фильмов, основанной на свободе экспериментирования при монтаже. (Склейка внахлест, однако, иногда еще используется для соединения разрезанных контрольных негативов или позитивов кинофильма.)

Другим радикальным шагом в развитии производства кинофильмов является отказ почти от всех просмотровых и монтажных устройств прерывистого действия и обычного способа кинопроекции. Известно, что в них каждый из следующих друг за другом кадров останавливается, удерживается в кадровом окне проектора в течение $1/48 - 1/50$ с, освещается, а затем рывком перемещается дальше. Для проекторов такая система достаточно хороша, но для монтажа она устарела, и это можно доказать.

В этой книге основное внимание уделено качеству звука. И поскольку существует аппаратура, которая позволяет монтажерам лучше оценивать это качество, то ее следует использовать. В этой аппаратуре имеются системы призм, вращающихся вместе с перемещением ленты и отражающих свет таким образом, что изображение на экране оказывается неподвижным. Сюда входят просмотровые устройства для отбора кадров и синхронизаторы изображения и звука для их монтажа. И в тех и в других имеется возможность для воспроизведения звука одновременно с изображением. В синхронизаторе обычно можно одновременно воспроизводить несколько фонограмм, смонтированных отдельными роликами.

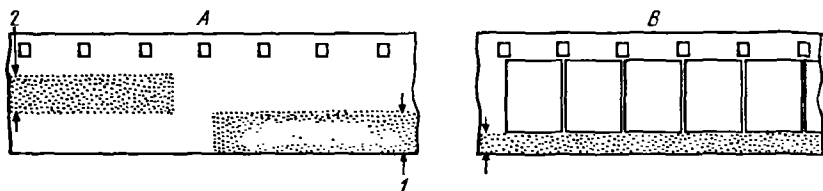
Здесь, однако, вернемся немного назад и расскажем в соответствии с последовательностью событий, как изображение и звук попадают в монтажную.

Звук и изображение при киносъемках

Вспомним (см. гл. 3), что синхронный звук кинофильма может быть записан непосредственно на той же ленте, что и изображение. Для этого на ленте, сбоку от изображения, имеется магнитная дорожка. Такая система во многом аналогична системам с оптически-ми звуковыми дорожками.

Между записью звука и изображением на ленте существует сдвиг, который по времени для 35-миллиметровой ленты составляет меньше секунды, а для 16-миллиметровой ленты — несколько

больше секунды. Этот сдвиг определяется расстоянием между кадровым окном и звуковоспроизводящей головкой и выбирается таким образом, чтобы обеспечить плавное движение ленты у головки, несмотря на прерывистость ее движения в кадровом окне камеры и проектора.



Запись звука на 16-миллиметровой ленте:

A — магнитная лента с перфорацией: 1 — краевая дорожка (200 мил=0,2 дюйма=5,08 мм), используемая в США и Канаде; 2 — центральная дорожка (200 мил), используемая в большинстве других стран мира. Магнитным слоем покрывается вся ширина ленты, которая, следовательно, может использоваться в любой системе; *B* — комбинированная лента с записью звука на краевой магнитной дорожке шириной 100 мил=0,1 дюйма=2,54 мм. Магнитное покрытие занимает место, которое раньше использовалось для оптической записи звука. Покрытие наносится на поверхность ленты. Узкую полоску магнитного слоя также наносят на край рядом с перфорационными отверстиями, обеспечивая этим равномерное движение ленты. Иногда покрытие располагают в специальной канавке на ленте, при этом поверхности всей ленты и магнитной дорожки уравниваются.

В кино сначала возникла оптическая система записи звука, поэтому оптические устройства записи располагаются близко к кадровому окну. Для 16-миллиметровой ленты приспособленные к ней устройства магнитной записи и воспроизведения звука были впоследствии размещены в другом месте. Вследствие этого проекторы могут иметь две головки, постоянно расположенные на своих местах на пути перемещения ленты. Для 16-миллиметровой ленты запись звука на оптической дорожке опережает изображение на 25,5—26 кадров, а на магнитной дорожке — на 28 кадров. На 35-миллиметровой ленте звук оптической дорожки записывается с опережением изображения на 19,5—20 кадров.

В передачах телевизионных новостей часто используется 16-миллиметровая лента с магнитной дорожкой. В принципе, киноленту, как только она проявлена, можно сразу же использовать для передачи со своей собственной фонограммой, не опасаясь, что синхронизация звука с изображением в суматохе будет утрачена. Для этого используется негатив фильма. Чтобы получить позитивное изображение, белое и черное в изображении после электронного преобразования при передаче фильма по телевидению меняют местами с помощью простого электрического устройства опрокидывания фазы. Трудности появляются, как только приходится делать монтаж кинофильма.

Смещение записи звука на 16-миллиметровой киноленте с магнитной дорожкой велико. В некоторых случаях, особенно при передаче новостей, изображение опережает звук больше, чем на секунду. Поэтому при монтаже может возникнуть неудобная и неестественная пауза, чего не может быть при записи на видеоленту. Эта пауза, однако, гораздо короче длительности ответной реакции снп-

маемого лица, и кивок радиокomentатора может ее заполнить. Но даже в таком случае эпизод часто выглядит неаккуратным. Лучше, если позволяет время, переписать звук на отдельную магнитную ленту и сделать ее монтаж.

На ленте шириной 6,25 мм рекомендуется записывать две дорожки, одна из которых используется для звукового сигнала, другая — для синхросигналов (пилот-сигналов). Такая фонограмма служит затем оригиналом для копий на перфорированной магнитной ленте шириной 35 мм, используемых при монтаже кинофильмов, для перезаписи диалогов, записанных не по сценарию, для выбора подходящих дополнительных звуковых эффектов. В последнем случае запись может использоваться непосредственно как несинхронизированный источник звука.

Перезапись звука

При перезаписи звука на киноленту возникает, помимо обычных трудностей, связанных с сохранением качества звука от записи к записи, еще одна сложная проблема: обеспечить абсолютную, с точностью до отверстия в перфорации, синхронность движения киноленты с изображением и магнитной ленты с записанным звуком. При перезаписи с магнитной дорожки киноленты или при изготовлении новой копии с уже существующих записей эта проблема могла бы быть решена просто механическим сцеплением двух кинолент. Но при перезаписи с магнитной ленты шириной 6,25 мм этого сделать нельзя. (Существует узкая перфорированная магнитная лента, но для профессиональных целей она не используется.) Альтернативой, которую следует предпочесть, является электрическая система синхронизации с регулированием скорости синхроимпульсами, записанными на оригинале фонограммы. Поскольку такие импульсы, в свою очередь, генерируются в зависимости от скорости съемки, изображение и звук синхронизируются точно.

Электронная синхронизация настолько удобна, что используется даже в тех случаях, когда вполне пригодны были бы механические системы, например в устройствах перезаписи и в кинопроекторах, применяемых в телевидении.

Оборудование монтажной комнаты

К редактору обычно поступают следующие материалы:

- негатив кинофильма;
- позитивы удачных кадров;
- фонограммы-оригиналы;
- копии фонограмм для дополнительных кадров (на такой же ленте, что и оригинал фильма);
- документация на киноленты и фонограммы, сделанная кинооператором и звукооператором, и, возможно, также замечания об отснятом материале;

перечень снятых материалов;

сценарий;

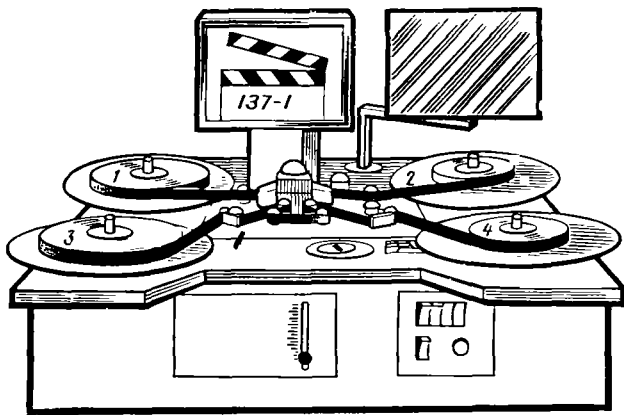
инструкция по монтажу (как замена или дополнение к документации). Она может содержать описания кадров, взятые из перечня снятых материалов, и диалоги, взятые из сценария.

Желательно также, чтобы во время монтажа присутствовал режиссер.

У монтажера может быть свое творческое отношение к данному материалу, но он должен подчиняться режиссеру. Поэтому творческое редактирование в монтажной комнате принимает вид предложений режиссеру (возможно, в виде пробных монтажных кадров). Примет ли их режиссер, зависит от того, насколько они соответствуют или совпадают с его общим художественным замыслом. Монтаж в отсутствие режиссера должен осуществляться в соответствии с установленными приемами монтажа изображения и звука, которыми монтажер должен владеть в совершенстве. Эти приемы обычно соответствуют либо общепринятым условностям монтажа, либо какому-то стилю, согласованному с режиссером. Но, как правило, дело движется быстрее, если режиссер какое-то время присутствует при монтаже.

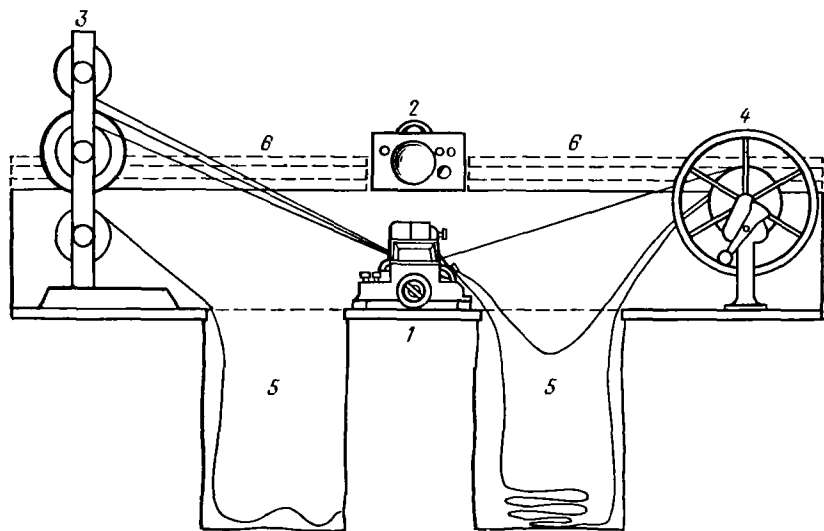
В монтажной комнате имеется следующее оборудование.

Просмотровое устройство, в котором изображение и звук можно воспроизводить вместе или раздельно. Это устройство обеспечивает проекцию изображения и воспроизведение звука с сравнительно хорошим качеством.



Стол для просмотра. Простейший и очень удобный вид стола для просмотра 16-миллиметровой ленты, обеспечивающий нормальные скорости воспроизведения. Звук и изображение воспроизводятся со средним качеством. 1 и 2 — подающий и приемный узлы для ленты с изображением; 3 и 4 — подающий и приемный узлы фонограммы. Заправка ленты осуществляется просто, так как по обе стороны звуковой и просмотровой головок, расположенных в центре, имеются ведущие наматывающие узлы. Для фонограммы есть дополнительные натяжные ролики. Обычно ленты можно перематывать с нормальной скоростью и «ускоренно» как вперед, так и назад. В добавление к показанным головкам обычно есть еще одна группа головок справа от стойки с экраном для воспроизведения комбинированных магнитных и оптических фонограмм.

Монтажный стол, имеет два высланных изнутри полотном приемника, в которые кинолента и лента с записью звука могут спадать без риска повреждения. Между ними расположена плоская площадка для размещения синхронизатора. На этой площадке располагается освещаемое матированное стекло, на котором можно видеть и идентифицировать кадры фильма. Такой стол в основном пригоден для 35-миллиметровой киноленты; для 16-миллиметровой делают другие устройства. По обе стороны стола рядом с лентоприемниками расположены роликовые направляющие, которые позволяют ленте проходить через монтажный стол слева направо. С левой стороны стоит рама из нескольких стоек с отверстиями для поддержки роликов с лентой на свободно вращающихся осях. Оси проходят через центр пластмассовых сердечников, на которые обычно наматывается кинолента. С правой стороны расположен наматывающий узел, на котором может быть установлено несколько



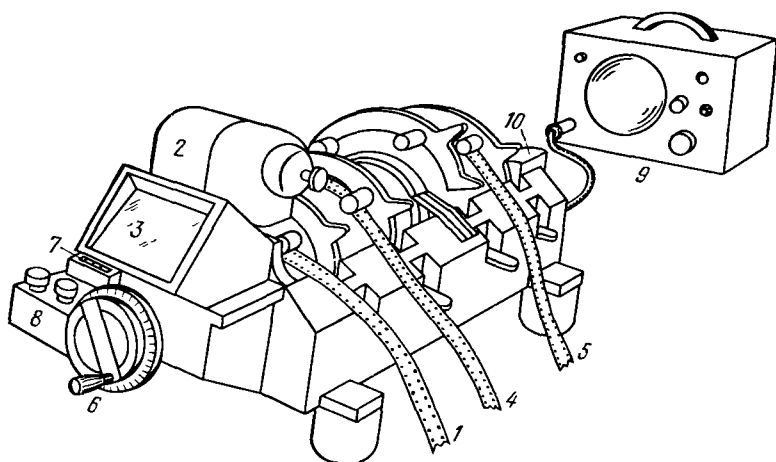
Монтажный стол:

1 — синхронизатор изображения; 2 — громкоговоритель; 3 — рама, поддерживающая ролики с лентой и вставками; 4 — наматыватель с установленными «разрезными» сердечниками; 5 — корзины из полотна для лишней ленты; 6 — стеллаж для небольших роликов ленты, подготовленных для включения в фильм. Склеенный пресс находится на столе, но не закреплен. То же относится к запасу маркировочных карандашей и фетровых перьев. Такой монтажный стол не обеспечивает просмотр всех деталей изображения, высококачественный звук, нормальную или постоянную скорость перемотки ленты для изображения или звука. Там, где это важно, требуется проверка на другой аппаратуре.

Разрезных сердечников, вращаемых рукояткой, при намотке ленты. Аналогичный узел может быть расположен с левой стороны вместо рамы для сматывания больших или неровно намотанных роликов лент.

Синхронизатор, обычно имеет четыре зубчатых барабана, которые жестко закреплены на одной оси и, следовательно, всегда действуют синхронно. Каждый зубчатый барабан имеет в окру-

ности 30,5 см (1 фут), поэтому при каждом обороте через синхронизатор проходит 30,5 см киноленты (16 кадров 35-миллиметровой или 40 кадров 16-миллиметровой киноленты). Длину проходящей ленты показывает счетчик. Иногда в практике Би-Би-Си используются единицы измерения 35-миллиметровой ленты для 16-милли-



Синхронизатор изображения с громкоговорителем. Лента 1 (изображение) проходит под лампой 2, которая проецирует изображение через систему вращающихся зеркал на экран 3; 4 и 5 — фонограммы. Эти ленты проходят над звуковыми головками, которые расположены на центральной линии позади проецируемого на экран кадра. Каждая лента проходит через колесо с 40 зубьями диаметром 1 фут. Зубчатые колеса закреплены на общей оси 6, которая вращается рукой спереди. Диск, установленный на ней, показывает кадры в пределах каждого фута, а расположенный рядом цифровой счетчик 7 показывает число футов от точки, на которой счетчик был установлен на ноль. Воспроизведенный звуковой сигнал поступает через простой регулятор уровня 8 на вход устройства воспроизведения 9. К лампе проектора мощность подводится через трансформатор 10, который имеет выключатель на задней стенке. Другие синхронизаторы изображения имеют другое количество звуковых каналов или могут иметь две просмотровые головки.

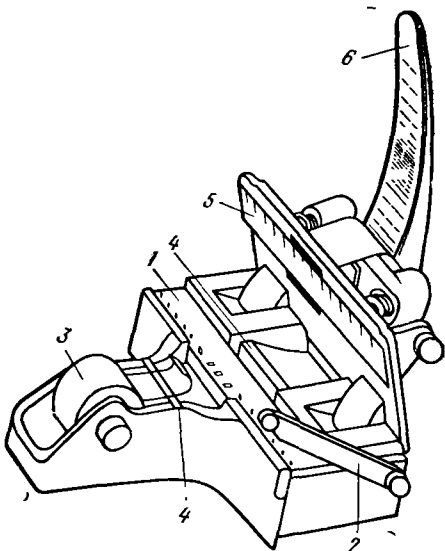
метровой ленты, т. е. счетчик калибруется в 35-миллиметровых футах, что означает 16 кадров на единицу лимба счетчика. «35-миллиметровые футы» являются более точной мерой при перезаписи, чем «16-миллиметровые». Счетчик имеет также шкалу, на которой обозначаются отдельные кадры на окружности зубчатых барабанов; для 16-миллиметровой ленты это номера от 1 до 40. Стол для 16-миллиметровой ленты оборудован встроенным устройством для проецирования небольшого, около 75 мм, изображения. Это делается в первом фильмовом канале, а иногда и во втором. Во всех каналах, кроме канала изображения, имеются звуковоспроизводящие головки, которые можно отвести от ленты, когда данный канал используется для измерения длины фильма (иначе головка будет царапать ленту). Звуковые сигналы от воспроизводящих головок подаются на простой встроенный малогабаритный микшерный пульт.

Маломощный усилитель и громкоговоритель. Это так называемый «музыкальный ящик», к которому подводится

выходной сигнал синхронизатора. Здесь часто используется небольшой транзисторный блок с питанием от батарей, но можно применить любой усилитель с громкоговорящим устройством.

Пресс для склейки ленты используется для ее обрезания лезвием из нержавеющей стали, закрепления ее концов в нужном положении и соединения липкой лентой. Лента, рекомендуемая

Склеечный пресс. Лента с изображением или с записью звука, которую нужно обрезать, кладется на нижнюю плату 1 и точно на зубцы, которые имеются вдоль края. Нож 2 опускается на ленту. Обрезанный конец ленты после этого передвигается к центру платы, а лента, с которой ее надо соединить, располагается впрыток к ней. Зубцы удерживают оба конца точно в нужном положении. Полоска липкой ленты вытягивается из рулона 3 и приклеивается на место соединения, она также приклеивается к поперечинам 4 по обе стороны основной платы. Затем верхняя часть 5 опускается на ленту и рычаг 6 прижимается книзу. Два гильотинных ножа обрезают ленту по обе стороны основной платы, а пробойник пробивает отверстия в липкой ленте над тремя перфорационными отверстиями, ближайшими к центру платы. Второй угловой нож, который иногда используется для резки фонограмм, на этом рисунке не показан. Он располагается справа от основного ножа.



для склеивания, внешне похожа на прозрачную пластиковую ленту, используемую для домашних нужд. Она сделана из полиэфирной смолы, очень тонкая, прочная и имеет не высыхающий липкий слой, сравнительно дорогая. Пресс используют для склеивания как кинолент с изображением, так и магнитных лент с записью звука; прозрачная основа обеспечивает нормальное проецирование. Поскольку концы лент уложены встык и нет перекрытия киноленты, а липкая лента более гибкая, чем кинолента, то соединения, хранящиеся в ненапрянутом состоянии, могут «сломаться» под углом по линии соединения. Однако при нормальных условиях работы такое соединение более надежно, чем клеевое. Следует все-таки учитывать, что соединенная встык кинолента может зацепиться за какой-нибудь выступ в неисправном аппарате и что она непригодна для использования в аппаратуре старого типа. В последнем случае положение можно улучшить, наклеив липкую ленту на обе стороны киноленты или, поскольку такой способ непригоден для лент с магнитной дорожкой, наклеив ленту на место соединения дважды с одной стороны, чтобы смонтированная таким образом фонограмма не гнулась слишком легко. Склею можно, конечно, легко разъединить для повторного монтажа и для многих других целей без потери кадров. Обслуживание прессы сводится к замене лезвия после длительного использования.

Маркировочные карандаши, белые, желтые, красные и черные — цвета, пригодные для нанесения надписей на киноленте.

Контейнер для отрезков киноленты. В него собирают куски киноленты с записью звука или изображения. Отрезки фонограмм, однако, могут представлять ценность, так как иногда нужны для перекрытия звука в переходах между отдельными сценами.

Вставки без записи служат при монтаже магнитных лент для вклеивания в те места, для которых еще нет фонограммы, а при монтаже изображения — в те места, где не хватает кадров, например куда позднее будут вклеены «оптические эффекты» — наплывы, стоп-кадры и т. д., которые получают в лабораторных условиях. Вставки используются также для предохранения концов роликов смонтированного фильма. Следует отметить, что вставки делаются непрозрачными за счет покрытия одной стороны основы ленты подходящим материалом. Прохождение такой вставки мимо звуковой головки вызывает ненужный ее износ, поэтому вставка обычно вклеивается таким образом, чтобы покрытие не было обращено в сторону звуковой головки. Шероховатую и гладкую стороны вставки можно легко различить, прикоснувшись к ним кончиком языка.

Ракорд для лент изображения и звука. На нем напечатаны начальные метки и длина ленты в единицах 35-миллиметровой ленты, начиная с 12 и кончая 3, после чего ракорд остается непрозрачным до появления первого кадра (т. е. до того места, где должна была бы быть отметка «0» по отсчету счетчика). Иногда на отметке «3» в ракорд фонограммы включается запись с тоном 1000 Гц (для 16-миллиметровой киноленты) или 2000 Гц (для 35-миллиметровой киноленты). В практике Би-Би-Си это делается на отметке «4», чтобы было больше времени для затухания звука в начале программы. При прохождении ракорда через кинопроектор или телевизионный проектор присутствие такого тона подтверждает наличие звука в канале воспроизведения. На некоторых ракордах имеются импульсы, напечатанные на оптической дорожке, но это малопригодно для телевидения, где используется преимущественно магнитная запись звука, за исключением старых кинофильмов и коммерческих программ.

Бак для отходов, предназначен специально для легковоспламеняющихся обрезков киноленты. Он должен быть сделан из металла и иметь крышку, которая закрывает доступ воздуха в бак в случае загорания.

Для обеспечения безопасности в монтажной должен быть общий выключатель всей аппаратуры, и доступ к нему должен быть свободен.

Кроме перечисленного, в монтажной комнате всегда есть достаточное количество пластмассовых сердечников и катушек, устройства для быстрой перемотки кинолент, запасные лампы и т. д.

Принципы действия большей части монтажного оборудования понятны и не нуждаются в объяснении, а его применение полностью

соответствует установившейся практике, описанной для других работ по монтажу. Эти работы включают черновой и окончательный монтажи (см. гл. 15). Описание монтажа изображения не является целью этой книги. Кроме того, на эту тему имеется обширная и исчерпывающая литература.

Материалы для монтажа

Материалы для монтажа кинофильмов включают:

1) киноэпизоды с синхронными фонограммами: синхронная фонограмма речи, синхронная фонограмма звуковых эффектов и музыки, материал, в котором изображение и звук связаны, поскольку фиксировались одновременно при съемке и для которого нет необходимости поддерживать точную синхронизацию;

2) киноэпизоды без звукового сопровождения, для которых нельзя было записать синхронные фонограммы. Иногда такие киноэпизоды снимаются специально для последующего озвучения;

3) киноэпизоды из фильмотеки, для которых фонограмма существует или не существует или имеется только в технически несовершенном виде (например, оптическая дорожка);

4) фонограммы синхронного материала, как в п. 1;

5) фонограммы комментария или диалога, записанные отдельно от изображения, в котором движение губ говорящего не показывается;

6) фонограммы звуковых эффектов, записанных отдельно от изображения, которые будут синхронизированы с киноэпизодами, отснятыми без звукового сопровождения. В эту категорию фонограмм входит речь, записанная отдельно от изображения, но которая, как рассчитывают, может быть совмещена с движением губ говорящих, снятых «немым» киноаппаратом (так делать не рекомендуется, но иногда приходится);

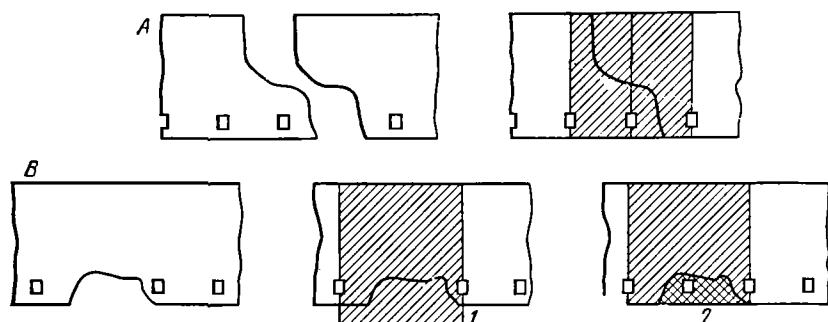
7) записи звукового фона в месте действия;

8) фонограммы звуковых эффектов из фонотеки: звуковой фон или музыка, записанная первоначально на пластинку или магнитную ленту, но отобранная и перезаписанная на киноленту с магнитной дорожкой.

Монтажер, кроме того, может использовать впоследствии дополнительные фонограммы, поступающие к нему: комментарии «за кадром», диалоги для последующей синхронизации, звуковые эффекты, созданные в студии, специально подобранная музыка. Некоторые фонограммы, особенно диалоги для последующей синхронизации, записываются отдельно и заранее; многие из них оставляют до дня окончательной перезаписи в единую фонограмму фильма.

В студии перезаписи монтажеру необходимы монтажная копия кинофильма и столько роликов с записью звука, сколько требуется при перезаписи для раздельного регулирования уровней и частотных характеристик различных составляющих частей окончательной фонограммы. Монтажер начинает работать вначале с одним изображением и одной фонограммой. Если магнитная фонограмма

порвется, то ее легко склеить с помощью пресса. Порванную перфорацию можно починить аналогичным способом. В последнем случае липкая лента после того, как ее наложили на обратную сторону киноленты, не отсекается гильотинным ножом, а обрезается вручную достаточно широкой полосой. Затем ее нужно загнуть



Склейка ленты:

А — простой стык и соединение; В — отсутствует кусок ленты с перфорацией. Поврежденный участок ленты с изображением обклеивают липкой лентой с обеих сторон и пробивают перфорационные отверстия. На магнитную фонограмму липкая лента наклеивается только на верхнюю, без магнитного слоя поверхность. Липкую ленту обрезают бритвой или ножницами, немного отступив от края фонограммы (1). Выступающий край затем подгибается на сторону рабочего слоя ленты (2), но до звуковой дорожки он доходить не должен.

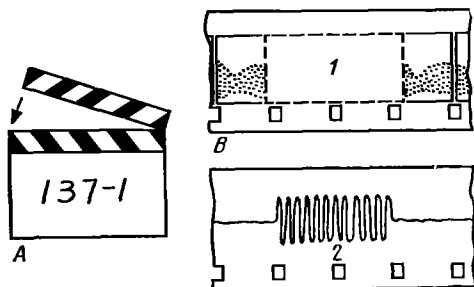
на другую сторону ровно на столько, чтобы закрыть поврежденную перфорацию, которую заново пробивают прессом. Важно, чтобы липкая лента не заходила слишком далеко на покрытую эмульсией сторону ленты и не задевала за воспроизводящую головку.

Совместный монтаж звука и изображения

Первая обязанность монтажера (на практике обычно выполняемая его помощником) — синхронизировать отснятые материалы. Для этого просматривают изображения и прослушивают запись звука, находят кадр, на котором «хлопушка» закрывается, и наносят на нем с помощью маркировочного карандаша метки в виде буквы Х, обведенной квадратом, а на соответствующем месте фонограммы — три поперечные линии, перед которыми наносят также номер кадра и дубля. Воспроизводимые интервалы подбираются таким образом, чтобы синхронность изображения и звука следовала из предыдущих кадров. На этой стадии можно вырезать мешающие немые кадры и звук, записанный отдельно от изображения, и смотать отрезки ленты в отдельные ролики. После этого все удачные дубли синхронизированного материала просматриваются в той последовательности, в какой они были отсняты.

Иногда вместо этого, после нанесения синхронных меток весь материал разбивают на отдельные сцены или же делают черновой монтаж кадров в порядке, намеченном для фильма.

На этой стадии почти всегда звук и изображение монтируются параллельно — делается непосредственный или редакторский монтаж. Маркировочным карандашом помечают отрезки фонограмм, чтобы впоследствии их можно было легко идентифицировать. При



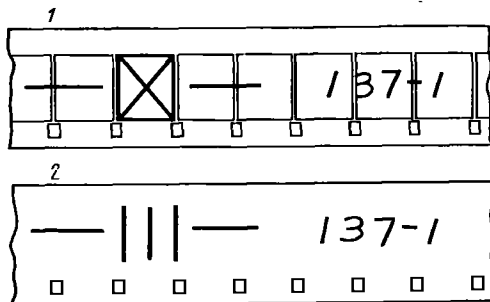
Синхронизация отдельно записанной фонограммы:

А — «хлопушка», кроме номера сцены и дубля на «хлопушке» может быть и другая информация; В — простая «звуковая» синхронизация: после включения камеры и звука световая вспышка засвечивает изображение 1 на время, пока на фонограмму записывается тон 2. В сложных системах предусматривается возможность изменения маркировки таким образом, что номера сцен от 1 до 10 (но не номера дублей) давались по очереди. Такой способ все же уступает по точности идентификации «хлопушке», но обеспечивает большие возможности в работе и уменьшение количества используемой ленты.

окончательном монтаже допускают некоторое перекрытие звука, т. е. переход звука одного кадра на следующий, а номер кадра изображения помечают на звуковой дорожке.

Прежде чем осуществить какой-либо сложный непараллельный разрез, монтажер должен убедиться, что он затем легко сможет найти синхронные метки как перед разрезом, так и после него и что как на киноленте с изображением, так и на фонограмме удаляются одинаковые отрезки лент. Большая часть такой работы выполняется с помощью синхронизатора. Просмотровое устройство используется только время от времени для проверки мест, где требуется лучшее качество изображения и звука или которые монтажер просматривает или прослушивает на нормальной скорости.

Синхронные метки чередуются с собственными пометками монтажера, состоящими из букв и символов. Эти же пометки наносятся на соответствующие кадры изображения и места фонограммы.

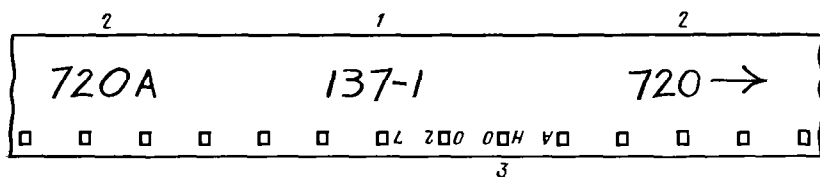


Синхронизированные метки на ленте с изображением 1 и на отдельной магнитной фонограмме 2. В обычной системе с «хлопушкой» они будут отмечены изображением и звуком закрывающейся хлопушки с номерами, а в случае электронной синхронизации — вспышкой на изображении и соответствующим тоном на фонограмме.

Для монтажера важно уметь сохранять синхронизацию звука с изображением и быть уверенным в своих действиях — это позволяет не терять понапрасну времени. Часть этой работы должна выполняться машинально, например быстрая проверка синхронизации после каждого отрезания киноленты.

Отрезки киноленты и фонограмм, получающиеся при окончательном монтаже, имеет смысл аккуратно пометить и хранить вместе или рядом с остальными отрезками соответствующих отснятых кадров. Заметим, что некоторые очень методичные монтажеры предпочитают нумеровать каждый монтажный кусок в отдельности (помимо нанесения номеров отснятых кусков на отрезанные части киноплёнки). Это необходимо потому, что монтажных отрезков ленты может быть больше, чем отснятых: каждый отснятый отрезок может быть разрезан на две, четыре, шесть и более частей.

При работе с изображением монтажера помогает то, что на краю киноленты, предназначенной для профессиональных съёмок, имеется нумерация. Ее наносит изготовитель киноленты, проецируя последовательность номеров с интервалами в 30,5 см (1 фут) на



Идентификационные метки на отрезках магнитной фонограммы:

1 — номер на хлопущке: сцена 137, дубль первый; 2 — номера, идентифицирующие положение в монтируемом фильме, эта система нумерации зависит от монтажера. Цифры и буквы относятся к местам, в которых разрезается лента. Следует заметить, что сцена 137-1 может появиться в фильме в нескольких различных местах или вообще не появиться; 3 — номера, которые могут быть напечатаны и на ленте с изображением, и на фонограмме после того, как ролики полностью синхронизированы. Используя их, всегда можно согласовать изображение и фонограмму. Однако номера повторяются с интервалами в 40 кадров на 16-миллиметровой плёнке, и поэтому на очень коротких отрезках их может не оказаться. Буквы обозначают ролик, номер — 16-миллиметровые футы в ролике. Все эти системы не являются обязательными, монтажеры часто не используют ни одну из них. Но для фильмов длительностью более чем несколько минут они очень полезны как при любом последующем монтаже, так и при перезаписи на одну дорожку.

самый край ленты. Эти номера впоследствии используются при разрезании негатива, когда смонтированная кинолента готова для печати, и они, естественно, соответствуют номерам, которые будут напечатаны с них на позитивах. Поэтому только в исключительных случаях при разрезании негатива приходится смотреть на изображение, чтобы зрительно установить соответствие кадров негатива и позитива.

Когда негатив поступает в монтажную комнату, помощник монтажера записывает в журнал краевые номера каждого ролика. В результате любой отрезок киноленты, на котором умещается хотя бы один полный краевой номер, может быть потом без большого труда идентифицирован, даже если на нем нет других пометок, обозначающих часть отснятого киноэпизода.

Эту идею нанесения номеров можно распространить на фонограмму, используя недорогой способ. Ролики с изображением и звуком обычным образом синхронизируются. Синхронизация проверяется монтажером, когда он и режиссер просматривают отснятый материал вместе со звуковым сопровождением в просмотровом зале. После этого, сохраняя синхронизацию звуков со звуком и изображением, киноленту перематывают через устройство, которое наносит на обе ленты новый ряд номеров. Сами ролики обозначаются АА, АВ, АС и т. д., а затем каждому футу ленты дается порядковый номер АА0001 и т. д. Каждая группа букв и номеров разбивается на три пары, которые располагают между следующими друг за другом отверстиями перфорации.

Нанесенные таким образом номера служат:

1) для быстрого нахождения первоначальной синхронизации звука и изображения. Там, где во время монтажа рабочая копия фонограммы преднамеренно смещалась относительно изображения, необходима ясная отметка на обеих лентах, чтобы нанесенные номера впоследствии не вызывали путаницу;

2) для установления принадлежности отрезков киноленты и отрезков фонограммы. Таким образом, это дополнительные номера к обычной маркировке, обозначающей номера отснятых и монтажных кусков.

За длительное время монтажа магнитная фонограмма может износиться настолько, что качество звука заметно ухудшится, особенно музыки. Чтобы избежать этого, можно с оригинальной фонограммы сделать одновременно две копии и нанести на них одинаковые номера. Одна из них может быть оставлена в резерве до тех пор, пока монтажер не смонтирует ролики для перезаписи.

Поскольку номера наносятся на рабочую копию, то на копии для просмотра (которая печатается с негатива-оригинала) этих номеров не будет. Не будет их и на фонограмме после окончательной перезаписи звука. Готовый фильм, следовательно, может быть пронумерован, как новая лента, без риска какой-либо путаницы из-за двойной нумерации.

Монтаж несинхронизированных элементов

При черновом монтаже в киноленту с изображением и в фонограмму с записью звука вклеиваются вставки. В результате некоторым кадрам изображения на фонограмме будет соответствовать «немая» вставка, и где-то звук не будет связан с изображением. Кроме того, в некоторых местах, где были и звук, и изображение, возможны пометки, указывающие на последующее изъятие или замену вставкой данного отрезка ленты. Для этого может существовать несколько причин.

Во-первых, отдельные части фонограмм и изображения могут отличаться друг от друга, даже в пределах одного и того же синхронного дубля. Это могло быть сделано специально при съемке фильма. Причиной также может являться какой-нибудь дефект в

фонограмме или в киноленте с изображением; возможно, что последовательность кадров изображения не совпадает с последовательностью звуков фонограммы.

Во-вторых, когда немое изображение и части фонограммы создавались для ряда последовательных сцен, маловероятно, чтобы они совпадали по длительности. Хороший режиссер иногда может предусмотреть одинаковую длительность фонограммы и изображения, так как они, в конце концов, должны быть смонтированы вместе, но часто это не удается. Изображение может оказаться хорошим или плохим или требующим большего или меньшего изобразительного материала. Опытный режиссер документальных фильмов обычно имеет лишний «немой» материал для возможности выбора и избыток хорошей фонограммы для заполнения пауз.

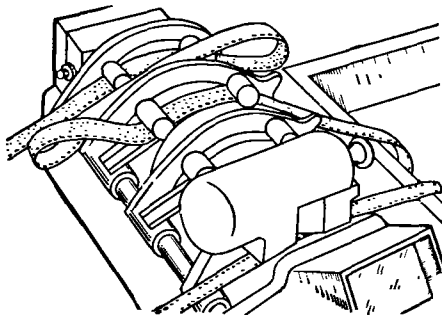
В тех случаях, когда длительности изображения и звука различны, их согласование иногда сводится просто к укорачиванию более длинной ленты параллельным срезом. Если лента с изображением оказывается длиннее, чем предназначенный для нее звук, и изображение используется полностью, то фонограмма дополняется соответствующими звуковым фоном или эффектами. Делается это обычно после монтажа фонограмм, т. е. когда фонограмма подготовлена для перезаписи: до этого в фонограмме сохраняется вставка. Но если фонограмма, например комментарий, имеет большую длительность, чем соответствующее изображение, то ситуация оказывается более сложной. При малой разнице можно сократить на соответствующую длину фонограмму. При этом, конечно, в вырезаемом отрезке фонограммы не должно быть никакой важной информации или записи звука, синхронного с движением губ говорящего, и звуковых эффектов. Следует также убедиться, что запись звука с менее жесткой синхронизацией, например комментария или диалог невидимых собеседников, серьезно не пострадает.

Вырезки также можно делать заменой отрезков фонограмм или изображения (включая вставки, вклеенные для синхронизации) другим подходящим отрезком ленты. Для этого просто отмеряют длину ленты, приложив один отрезок к другому, помечают и отрезают. Основа ленты практически не вытягивается, и в этом легко убедиться, совместив отверстия перфорации на глаз.

Существует удобный способ подгонки фонограммы под более короткую ленту с изображением. Фонограмму, выходящую из одного канала синхронизатора, заворачивают петлей назад и направляют в другой канал синхронизатора. Однако вначале наносят синхронные метки до и после исключаемого участка, пометив последний кадр, для которого синхронизация важна, и первый кадр присоединяемого отрезка. Ненужный участок изображения удаляют, а ленту соединяют. Изображение и звук оказываются синхронными, но только на одном конце. Лишнюю часть фонограммы на несинхронном конце заворачивают петлей назад на соседний канал синхронизатора и вторую синхронную метку наносят так, чтобы

она совпадала с соответствующей меткой на ленте с изображением. Длина фонограммы в петле — это то, что должно быть отрезано. Протягивая фонограмму и изображение вперед и обратно между двумя синхронными метками и пользуясь поочередно обеими звуковыми головками, можно найти подходящее место для разреза фонограммы. Прежде чем его сделать, остающуюся фоно-

Обратная петля ленты. Здесь изображение и фонограмма синхронизированы по обе стороны синхронизатора изображения. Но в месте соединения имеется излишек фонограммы, который завернут петлей между двумя звуковыми трактами. Изображение и фонограмму теперь можно протягивать вместе назад и вперед, пока не будут найдены подходящие места разреза. Если часть фонограммы из петли нужна, она помечается и сохраняется для восстановления на другой ленте.



грамму прослушивают вместе с просмотром сопутствующего изображения — слова перед разрезом и после него должны прослушиваться в единой последовательности.

Это только частный случай более общего метода. Очевидно, что если поставить две просмотровые головки при использовании 16-миллиметровой ленты, то, завертывая петлей в обратную сторону киноленту с изображением, можно подогнать ее длину к более короткой фонограмме.

В другом случае может оказаться необходимым укоротить как фонограмму, так и изображение на одну и ту же величину, но в разных местах. Тогда не отрезается ни та, ни другая лента, а обе они заворачиваются в обратную сторону петлями одинаковой длины и при протягивании фильма вперед и назад находят подходящие отрезки для вырезки. В этом случае используется по два канала звука и изображения. При этом можно попробовать использовать более короткие или более длинные, но по-прежнему одинаковые петли лент перед тем, как сделать окончательную вырезку.

Способы с петлями лент очень удобны, хотя в настоящее время они используются гораздо меньше, чем до введения в монтаж липкой ленты. Последняя позволяет соединять места пробных разрезов без повреждения записи и, следовательно, свободно экспериментировать при монтаже. Сократить небольшой кусок изображения можно, вырезая несколько более коротких отрезков фонограммы в разных ее местах. Это могут быть малозначащие слова или замочки, которые в сумме дадут отрезок той же длины.

Не следует забывать, что замедленное движение и стоп-кадр, которые могут быть получены в лаборатории из имеющегося фильма, увеличивают длительность изображения и требуют согласования с фонограммой. Длительность фонограммы, с другой стороны,

может быть увеличена введением звукового фона и эффектов, записываемых сразу или позднее при перезаписи.

Увеличение длительности фонограммы, в особенности отдельно записанного комментария, для согласования с изображением — прием обычный и часто желательный, так как лучше иметь больше изображения, чем слов. В противоположность этому удлинение изображения для согласования с фонограммой — мера исключительная, такая, для которой должны быть более важные причины, чем решение какой-либо проблемы монтажа.

Во всех случаях темп речи, ее ритм и обмен репликами должны оставаться естественными.

Монтаж фонограммы кинофильмов

Многие приемы монтажа фонограмм кинофильмов идентичны приемам, используемым для ленты шириной в 6,25 мм (см. гл. 15): техника выбора места разреза; склеивание ленты с магнитной записью (с небольшим исключением, которое будет рассмотрено ниже); тонкости, на которые надо обратить внимание при прослушивании смонтированной фонограммы.

Ниже приводятся несколько дополнительных советов.

Слова, слоги или паузы часто можно перенести с вырезаемых отрезков фонограммы на другие, оставляемые в ней. Это зачастую приводит к несоответствию речи с движением губ. Поэтому стоит подумать, не предпочтительнее ли оставить, может быть, не очень подходящие слова, чем нарушать синхронность. Впрочем, это зависит от конкретных обстоятельств монтажа. Во всяком случае изменения звука, которые происходят в точке монтажа (вместе с изображением), более естественны и приемлемы, чем его изменения, как правило, мало объяснимые в других местах.

Небольшие паузы в звуковом фоне, которые получаются при удлинении изображения, должны быть заполнены звуками, по возможности соответствующими. Не следует оставлять такие паузы до перезаписи, надеясь на удачу — обычно требуется много усилий, чтобы устранить паузу в звуковом фоне. Особенно это трудно, когда фон представляет собой шум, такой, как гудение машины или гул далекого реактивного самолета.

Осложнения связаны еще и с тем, что, в отличие от магнитной ленты шириной 6,25 мм, перфорированная фонограмма в настоящее время редко разрезается под углом, а резкое начало и конец непрерывного шума сильно выделяются на фоне ровного звучания, что очень неприятно.

Щелчок в месте монтажа не следует смешивать с записанными щелчками, такими, какие, например, могут быть вызваны намагниченным лезвием. Они вызываются резким изменением формы сигнала, которое, как показывает анализ, содержит шумы всех частот.

Помимо соединительного пресса с лезвием, режущим ленту под прямым углом, существуют прессы, в которых делается наклонный разрез, но они применяются мало, так как большинство монтаже

ров предпочитают работать с точно параллельными разрезами на фонограмме и на изображении. Кроме того, такие прессы увеличивают стоимость монтажа и не очень хорошо приспособлены для использования разных лезвий. Большинство монтажеров считают, что не стоит утруждать себя, используя одно лезвие для киноленты с изображением, а другое — для фонограммы. Однако несмотря на все это, следовало бы настоятельно рекомендовать делать наклонный разрез в середине записи слова или любого другого громкого звука. В этом случае обеспечивается постепенный переход от одного звука к другому, т. е. исключается резкий переход в звуке.

Планирование сведения нескольких фонограмм в одну

Когда окончательный монтаж завершен, составные части смонтированной фонограммы распределяются на несколько роликов. Пока уровень и тембр звука остаются неизменными, он оставляется на том же ролике. Но когда уровень и тембр изменяются, звук переносится на другой ролик. Если путем простой корректировки звука удастся согласовать, то делается перенос на следующий ролик. Но если необходимы более существенные изменения, которые не поясняются равно существенным изменением изображения, то следует найти и ввести через микшер другие звуки с необходимым согласованием. Такое согласование обычно делается быстро, но тем не менее при введении звука лучше иметь большую громкость, чем меньшую, иначе будет заметно, что звук начинается или кончается на низком уровне. Звуки будут казаться неестественными, так как таких звуков не бывает при монтажных разрезах.

Во время монтажа дополнительные фонограммы, которые только должны быть синхронизированы с изображением, использованы быть не могут из-за уже имеющегося синхронного материала. Они просто размечаются и откладываются в сторону. Впоследствии они могут быть использованы.

Музыка переписывается таким же образом; там, где это важно, она должна быть расположена соответственно смонтированным отрезкам изображения. Точное согласование изображения и музыки осуществить не просто. Особо следует отметить, что четкий ритм требует, чтобы некоторые из монтажных разрезов делались в соответствии с тактами, отдельные громкие ноты также могут определять место разреза. Запись специальной музыки описана в гл. 7 (см. также гл. 3).

Монтажер переносит в соответствующие места фонограммы большую часть звуковых эффектов. Сюда входят звуковые эффекты из фонотеки, которые следует для этого отобрать и доставить, и записи, сделанные отдельно от изображения во время съемок.

Некоторые непрерывные звуки могут быть получены с помощью кольцевых лент: отрезков фонограмм, конец которых соединяется с началом. Кольца, в которых есть какие-либо резко выделяющиеся особенности, должны быть длинными, чтобы периодическое появление такой особенности не стало заметным. Но лучше, конечно,

их вырезать, хотя это и укорачивает петлю. При соединении концов ленты в кольцо следует подбирать места, где уровень и тембр звука согласованы.

Монтажер составляет таблицу с колонкой, в которой указаны основные моменты действия, а напротив — обозначение фонограмм на каждом ролике. Указываются оставленные и вырезанные куски фонограмм с символическими обозначениями повышения и понижения уровня сигнала, микширования, длины киноленты, примечания о звуковых эффектах, записанных на кольцах, магнитных лентах и пластинках, которые также могут быть использованы.

Комментарий, который был записан заранее, также переносится в общую фонограмму. Но многие режиссеры предпочитают полностью смонтировать фильм, прежде чем принять окончательный вариант комментария, так как к тому времени становится известной точная длина и ценность изображаемого эпизода.

Составление перечня отснятых материалов и комментария

Перечень отснятых материалов с обозначением метража составляется не только для написания комментария, но и для других целей. Он может быть удобно объединен со сценарием диалога после окончательного монтажа и с замечаниями о других фонограммах. В этом случае такой перечень делается в виде стандартного теле- или киносценария с комментариями к изображению на левой стороне страницы и к звуку — на правой. План сценария можно взять из инструкции по монтажу или из съемочного сценария, переписав его и включив изменения, произведенные при монтаже. Его можно подробно проверить, просмотрев фильм (законченную монтажную копию) на синхронизаторе перед перезаписью фонограмм.

Метраж следует пометать не только в местах разрезов изображения, но и в важных моментах действия на отснятом отрезке, особенно когда важная деталь появляется первый раз. Следует отмечать метраж в начале и конце диалога, а также метраж важных эффектов или доминирующей музыки.

После этого комментарий можно написать точно в соответствии с изображением: для комментатора, который говорит быстро, следует отводить примерно три слова в секунду (или, измеряя в футах, два на «35-миллиметровый» фут и пять на «16-миллиметровый» фут); если речь медленна и требуется большая ее выразительность, то эти числа следует уменьшить. Целесообразно писать меньше, чем чересчур много, и потом торопиться — нередко впечатляющее или волнующее действие картины воспринимается лучше, вообще, без каких-либо слов.

Зрители предпочитают, чтобы комментарий пояснял изображение, а не наоборот, поскольку это более эффективно. И, напротив, когда изображение и слова не согласуются между собой или комментатор продолжает говорить о том, чего уже нет на экране, то это производит плохое впечатление. В таких случаях даже не очень

Постановка: научный конкурс-финал					Лист обозначений для перезаписи
Продюсер/режиссер: Алек Нисбетт					Рулон №3
всплеск на 4					Страница 1
всплеск на 4					Монтажер
Действие	1 всплеск на 4	2	3	4 комм	Петли, 6-милли- метровая лента, пластинки и т.п.
0 Школьный обор Мальчики играют	16 17	0 Хор	3 Голоса мальчиков	2	Петля с лабораторным жужжанием
17 Регби	Регби	17	(21)		
28 Лаборатория	28 (32)	28	28 Лаборатор- ная синхро- низация (рез. на 40)	28 1/2 41	
79 Науч. совещ. Обсуждение термических процессов	80 Учитель	79 Разговор	79 84 Ричард (104 пропуск)	42 1/2	
105 Ричард объясняет	105 (109)	105	105 Ричард- синхрони- зация		
235 1/2 на чердак	246 Мальчик	246	235 1/2	236	
246 по лестнице	255	246 Синхрони- зация		246 252	
279 Различные работы Добавить негром- кий разговор + гудение		279		289 294	279 Негромкий разговор + лабораторное гудение
				312	312

Лист обозначений для перезаписи (примечание: в оригинале, на основе которого составлен данный лист, предусмотрены столбцы для шести роликов с фонограммами). В колонке, где обозначается действие, записывается не каждый монтажный кусок, а только эпизоды, в пределах которых звук должен оставаться примерно одинаковым. В некоторых случаях звук был записан за пределами данного изображения, но быстро ослабился в месте разреза (это обозначено неглубоким V). Тонкости обсуждаются и решаются после консультации на месте. Например, в данном случае на таблице не было ясно, когда был хор записан позади голосов мальчиков между 3 и 17 и его звучание было быстро ослаблено после 17, хотя первоначально он был записан вплоть до 32. Фонограмма регби на 16 предшествует разрезу на 17 и фактически забывает звук на дорожках 2 и 3, «г/у» означает «голос умолкает». На 80—84 голос учителя должен быть слышен на фоне голосов и звуковых эффектов, а с 84 по 105 его громкость, в свою очередь, понижается, в то время как слышен голос Ричарда (невидимый), который рассказывает о том, что происходит в это время. «Гудение» и «жужжание» — термин, которые используются здесь для обозначения «негромкого фонового шума». Голос комментатора был записан заранее и также был перенесен (дорожка 4).

интересное изображение занимает внимание зрителя и слова комментария будут пропущены «мимо ушей».

Есть еще один опасный момент, когда часть комментария записана либо в студии, либо на месте съемки (причем комментатор находился в кадре), а другая его часть записана тем же голосом в условиях другой акустики, например закрытой кабины комментатора. Для таких случаев следует заранее планировать, если возможно, короткие соединительные части и записывать их на месте съемки. Если есть сомнения относительно качества комментария, то следует записать разные варианты. Когда один и тот же голос должен появляться последовательно в фонограмме, записанной на месте съемки, и в фонограмме, записанной в студии, изменение акустики будет менее заметным, если фонограммы дополнить музыкальной вставкой или звуковым эффектом.

Если по изображению видно, что голос записывался не на месте съемки, то изменение тембра может оказаться кстати: комментатор кончает говорить в кадре, отворачивается, а затем принимает участие в действии, а его записанный в студии голос продолжает комментарий. В этом случае, по крайней мере, используется очевидная условность и изменение акустики выглядит естественным. Быстрая смена различных звучаний одного и того же голоса, когда для этого нет очевидной причины, является серьезным недостатком записи. В лучшем случае это немного отвлекает (и, несомненно, нарушает художественное единство); в худшем случае это активно мешает; бывают моменты, когда зритель не уверен, является ли новое звучание прежним голосом или же это голос нового действующего лица.

Такая «ловушка» часто встречается на пути режиссера документальных фильмов, и попасть в нее очень легко.

Окончательная синхронизация

Эта операция является особой операцией, которую следует проводить очень тщательно. Даже актеры-профессионалы не всегда делают это успешно.

В частности, что можно заметить во многих европейских фильмах, снятых на натуре с последующим озвучением. Английские зрители, которые очень чувствительны к акценту, часто предпочитают смотреть иностранные фильмы в оригинале, получая, однако, худшее из возможного: изображение, которому приходится уделять лишь часть зрительного внимания из-за наличия субтитров, и «оригинальный» диалог, небрежно синхронизированный с движением губ. Но, наверное, первый недостаток в какой-то степени отвлекает внимание от второго.

Хорошее озвучение приходится осуществлять по фразам, используя слова, которые достаточно хорошо соответствуют движению губ актера. Это делает перевод фильмов гораздо более трудной и неблагодарной работой, чем перевод опер. Кольцо киноленты приходится просматривать снова и снова, пока не будет достигнуто

наилучшее согласование, после чего берется следующее кольцо с новой фразой.

Окончательная подгонка синхронности, необходимая для точного согласования реплик с движением губ актеров, должна производиться после того, как завершен весь монтаж. Это приводит к большому объему работы для монтажеров, но теперь, когда можно применять липкую ленту, становится возможным использовать одну и ту же монтажную копию для обеих целей, не прибегая к дублированию.

Окончательная синхронизация звуковых эффектов является хорошо оплачиваемой работой для немногих талантливых личностей в кинопромышленности. Эти специалисты способны раза два просмотреть ролик, затем собрать вместе массу отрезков с записями звуков и сочетать их с движениями как в изображении, так и вне его, убедительно имитируя случайные звуки живого действия. Лучшие специалисты по эффектам полностью оправдывают свою несомненно высокую заработную плату: они сберегают дни, которые были бы затрачены на специальный монтаж и записи. Способы создания самих звуков были описаны в гл. 8, но совмещение этих звуковых эффектов с изображением требует большого искусства.

Дополнительным приемом является съемка изображения под фонограмму. Это регулярно делается для номеров музыкальных постановок, где качество и целостность звука имеют большое значение. Такой прием позволяет объединить движение (такое, как танец) с песней так, как это было бы практически невозможно сделать в действительности. Однако иллюзия легко разрушается внезапным изменением акустики при смене диалога пением, подчеркивая и делая затруднительным переход, который должен быть плавным.

В документальных фильмах крупные планы, такие, как руки, указывающие детали, также часто снимаются под фонограмму. В этом случае точная синхронизация маловероятна, но хорошее согласование звука и изображения довольно легко осуществляется монтажером.

Перезапись разных фонограмм на одну дорожку

Для документального фильма первая часть этого этапа работы может быть посвящена записи комментария. Хотя было бы лучше, если бы он был записан заранее и отдан монтажеру.

Хотя комментатор имеет перед собой изображение и счетчик метража ленты, ему трудно оторвать глаза от сценария, когда он говорит. Поэтому, за исключением немногих специалистов, комментаторам приходится полагаться на дополнительные сигналы: условные знаки рукой или световые знаки (см. гл. 3).

Микширование, возможно, придется делать в несколько последовательных этапов, сначала соединяя музыку и звуковые эффекты, затем добавляя диалог, а потом комментарий. В простых случаях вся перезапись может быть осуществлена за один прием. Ино-

гда необходимо записывать отдельную фонограмму музыки и шумов для того, чтобы комментарий или диалог можно было впоследствии записать на иностранном языке. Если это учитывается с самого начала перезаписи, то в дальнейшем будут сбережены и время и деньги.

Полезным для перезаписи является магнитофон, в котором используется 6,25-миллиметровая магнитная лента. Он может запускаться точно по сигналу, воспроизвести до конца запись на кольце ленты и автоматически остановиться в ожидании следующего пускового сигнала. Более сложным устройством, пожалуй, слишком сложным, является мелотрэн, при нажатии клавиш которого воспроизводятся различные звуки (см. гл. 8). Би-Би-Си располагает первоклассной фонотекой различных звуков, записанных на ленте и пластинках, а также группой искусных операторов, благодаря чему монтаж и перезапись на Би-Би-Си осуществляются легче и быстрее, чем в некоторых коммерческих студиях.

Но больше всего перезапись ускоряет устройство, позволяющее остановиться, когда сделана ошибка, вернуться назад и сделать новую запись с любого места. Оператор, занятый перезаписью, возвращает ленту назад на 3—4 метра от ошибки, снова включает устройство, переключает его на запись в подходящий момент и продолжает работу, исправив ошибку и откорректировав фонограмму по уровню и тембру сигнала. Операторы называют такой прием «обратным захватом», а иногда попросту вызывающе «рок-н-ролл».

Иногда кажется, что перезапись требует слишком много времени и труда, но если сравнить ее с теми временами, когда была только оптическая запись, то это не так трудно. В то время каждый отснятый кусок пропускали через звуковоспроизводящий аппарат, пока, наконец, не получали приемлемый результат.

Монтажер обычно присутствует во время перезаписи, чтобы решать возникающие вопросы и объяснять свою монтажную карту, которая, какой бы аккуратной она ни была, служит только для ориентировки. Режиссеру также стоило бы присутствовать при этом.

Для широкоэкранных фильмов много может дать стереофония, но на практике, однако, пока заметных результатов нет. Действительно, кроме музыки к фильму, в нем мало что можно услышать похожего на настоящее стереофоническое звучание.

Звук для стереофонических фильмов в большинстве случаев записывается и монтируется как монофонический. Затем при перезаписи различные звуки разделяются между окончательными дорожками фильма по усмотрению оператора, занятого перезаписью. Этот процесс очень трудоемок, а результат далеко не столь убедителен, как настоящее стереофоническое звучание.

Работы после озвучения фильма

Работа монтажера фильма не кончается с завершением озвучения. Если фильм предназначен для передачи по телевидению, то его обычно демонстрируют с двух лент: изображения и звука. К началу фонограммы монтажер приклеивает ракорд.

Во время передачи синхронность изображения и звука нарушается временно или постоянно по любой из следующих причин.

1. Нарушение синхронизации. Изображение и звук синхронизируются электрически, а не механически, поэтому в некоторых системах может случиться, что звук синхронизируется со скоростью, вдвое большей.

2. Неправильные метки пуска. При правильно приклеенных ракордах это маловероятно. Но когда на ракорде есть несколько меток или на соседних витках отпечатываются восковые метки, может произойти путаница.

3. Неразрешенное удаление части изображения. Пока фильм хранится в фильмохранилище, он может попасть в руки людей, не имеющих права на его получение. Они могут удалить часть фильма или порвать ленту, склеить ее с потерей нескольких кадров, не скорректировав фонограмму для сохранения согласованности с изображением.

4. Несовершенный монтаж. Кадр или серия кадров выпадает из синхронизации, и никто этого не исправил. Бывает, что выносятся новые дефекты после перезаписи при введении оптических эффектов. Иногда на поздней стадии делаются изменения без должного контроля и дальнейшего технического просмотра законченного фильма.

5. Несовершенный монтаж негатива: по ошибке могли быть или опущены или введены кадры или использована не та часть фильма.

6. Потеря петли ленты при воспроизведении на кинопроекторе с прерывистым движением ленты или проскальзывание ленты из-за поврежденной перфорации.

7. Воспроизведение не той фонограммы. В некоторых случаях потеря синхронизации может быть устранена только остановкой фильма, подгонкой изображения или фонограммы, проверкой, при необходимости корректированием и новой проверкой, после чего фильм можно снова показывать. Для сети телевизионных станций, работающих с общей программой, перерывы для устранения нарушения синхронизации могут привести к катастрофической задержке, особенно если программы содержат коммерческие передачи. Впрочем, если на киноленту и фонограмму нанесены номера, то восстановление синхронности осуществляется легко.

В организациях, выпускающих большое количество фильмов, такие неполадки время от времени происходят, и каждый, кто работает с фильмами, должен быть очень внимательным, чтобы предотвратить их.

Если фильм предстоит проецировать обычным способом (или если это рекламный фильм), требуется комбинированная фонограмма. Копия для показа печатается на ленте с магнитной дорожкой, на которую потом записывается фонограмма. В качестве альтернативы (и особенно для рекламных фильмов) может быть напечатана копия с оптической фонограммой. Эти меры гарантируют, что бы ни случилось впоследствии с фильмом, что фильм не будет показы-

ваться с нарушением синхронности, за исключением секунды или около того после места разрыва и склейки, где были потеряны кадры, или если в проекторе с прерывистым движением пленки «уходит петля» (хотя, используя аппараты для телевизионной передачи кинофильмов с «бегущим лучом», в которых кинопленка перемещается непрерывно и плавно, можно избежать и последней неполадки). Также маловероятно, что такой фильм будет показан не с той фонограммой.

ГЛАВА СЕМНАДЦАТАЯ

ЗВУК И СЛУШАТЕЛЬ

Так насколько же все-таки важна техника? Этот вопрос является основным для книги, которая, собственно, ему и посвящена. Работа над любой программой, прежде всего, выражается в теснейшей связи техники со всем творческим процессом, и ее нельзя ни преувеличивать, ни обойти вниманием. Лично я считаю, что техника чрезвычайно важна, иначе эта книга не появилась бы. Однако техника — лишь средство достижения цели. Главное ее назначение состоит в том, чтобы сконцентрировать внимание слушателей на содержании программы, причем сделать это специфическим образом. Именно в такой вспомогательной роли техника и необходима.

В сочетании с изображением в телевидении и кино звук должен всегда помогать раскрыть программу, иногда контрастом и редко доминированием; его основная роль — расширять, усиливать и конкретизировать информацию, которую дает экран.

Для опытного профессионала не представляет большого труда подчинить технику интересам программы, а выполняемая им работа не делается для показа операторского мастерства. Однако для новичка в этой области большая часть работы является, кроме всего прочего, еще и необходимым этапом в овладении приемами звукотехники. Для новичка техника представляет жизненную необходимость, пожалуй, даже наибольшую, поскольку он, не страдая от недостатка идей, имеет очень мало опыта для их осуществления. Он должен овладеть не только техническими приемами, но и уметь правильно их оценивать с точки зрения получаемого результата и возможности его корректировки. Овладевая техникой, молодой звукорежиссер должен научиться успешно применять ее для творческого создания программ.

Составленная программа представляет собой нечто большее, чем только набор звуков в определенной последовательности. В ней должно быть внутреннее единство, своя форма независимо от того, является ли программа самостоятельной или служит в качестве звукового сопровождения.

Что делает постановку хорошей? Ответ на этот вопрос очень важен не только для автора и режиссера-постановщика, но и для любого человека в студии. Во-первых, эти люди могут видеть свой

личный вклад в программу и понимать, каким образом каждая часть соподчиняется с целым. Во-вторых, они являются первыми зрителями и слушателями программы.

За долгие годы работы в студии люди становятся крайне чувствительны к достоинствам и недостаткам, о которых даже сам режиссер может и не подозревать, поэтому их суждения могут иметь для него огромное значение в смысле перепроверки расчетов и интуиции.

Для любой программы наиболее важными являются содержащиеся в ней мысли (содержание программы) и способ, каким они выражаются (ее форма). Некоторые темы более пригодны для воплощения в звуке, поскольку в таком виде они быстро воздействуют на воображение слушателя. Другие, напротив, более пригодны для телевизионной постановки или кинофильма, так как требуют определенности и зрительного образа.

Каждая тема может трактоваться разными выразительными средствами адекватно, и в то же время по-разному, поскольку каждое средство располагает своими возможностями и ограничениями. Может быть и так, что один путь изобилует лишь трудностями, в то время как другой ведет к прекрасным творческим результатам. В этих случаях средства существенно влияют на результат и обуславливают его успех.

Поскольку речь здесь идет о технических приемах, то в любом случае должно претворяться в жизнь следующее важное правило: независимо от программы эти приемы должны быть выполнены таким образом, чтобы возбудить интерес слушателя и поддерживать его в течение всей передачи.

Звук и воображение

Главное преимущество звуковых выразительных средств заключается в том, что они непосредственно воздействуют на воображение. Один мальчик как-то сказал мне, что ему больше нравятся не телевизионные, а радиопередачи, потому что «в них декорации лучше». Конечно, в радиопередаче они лучше, поскольку построены в уме слушателя. Это волшебные декорации, которые порой кажутся настолько реальными, что, даже возникает желание потрогать их, но через мгновение они могут растаять и превратиться в нечто неосоздаемое. В этих декорациях есть место не только людям, но и призракам; мысли, эмоции, впечатления могут быть вызваны в воображении так же просто, как действительность, запечатленная кинокамерой.

Впрочем, может быть, не всегда так уж просто, потому что звук требует от слушателя значительных умственных усилий, для возникновения которых необходимо, чтобы передаваемая программа была от начала до конца в высшей степени интересной. И как только интерес пропадет хотя бы на мгновение, воображение отключится и установившийся контакт будет потерян. Волшебные де-

корации создают и раскрашивают артисты и персонал студии, но освещает их воображение слушателя.

Существует много способов заставить работать воображение. Эти способы зависят от формы программы, которая, в свою очередь, зависит от технических приемов. Однако то, что делается, в гораздо большей степени определяется индивидуальным суждением или интуицией.

Что делает программу интересной?

Для ответа нам следовало бы взять в качестве отправной точки «интерес», поскольку для всех удачных программ успех заключался в том, что они овладели интересом слушателя и сохранили его до конца.

Начнем с того, что интерес зависит, а это совершенно очевидно, от предыдущего опыта. Нам нравится то, что мы знаем. И, напротив, то, что незнакомо, оставляет нас относительно равнодушными. Такое положение справедливо даже для большинства тех людей, которые считают себя «интересующимися всем на свете». В то же время крайне мало людей, интересующихся явлениями, которые не могут быть объяснены с помощью уже известных понятий.

Все это легко объяснимо: любая ссылка на что-либо знакомое слушателю из прошлого опыта, вызывает в его сознании соответствующий образ. Когда мы слушаем кого-то, мы довольно быстро перестаем замечать специфические черты речи, акцент и тембр голоса (если только нам усиленно об этом не напоминают); не слышим отдельные слова, но стараемся уловить смысл высказываний. Этот смысл вместе с ассоциациями в сознании слушателя формирует образ, конкретный или абстрактный, или же сочетание того и другого. И если оказывается возможным представить то, о чем говорится, в виде целой последовательности таких образов, то это и пробуждает значительный интерес.

Когда режиссер приступает к постановке на радио или телевидении, он должен иметь в виду не только то, что он хочет сказать, но и кому. Дело здесь не только в интеллектуальном уровне слушателя, но и в его прошлом, в том, что он, вероятно, узнал в школе и последующей жизни, в его возможных переживаниях и т. п. Все это связано с тем, что режиссеру хотелось бы создать, осознанно или нет, а диапазон здесь огромен: от размышлений и молитвы до выигрыша приза в тысячу фунтов стерлингов, например, за правильный ответ на вопрос: в каком городе Франции находится Эйфелева башня?

На практике программы и разрабатываются в соответствии с особенностями того круга слушателей, на который они рассчитаны, а стиль программ меняется в зависимости от времени суток и предполагаемой аудитории. А цель постановщика программы состоит в установлении контакта со слушателем, и было бы самой большой ошибкой не принять это во внимание. (Я не имею в виду в данном случае те произведения, авторам которых такой контакт кажется

безразличным. Я их не порицаю, но если эти произведения важны еще кому-то, то учителя и критики позаботятся растолковать их содержание, и таким образом, в конце концов, контакт будет установлен.)

В исследовании серии образовательных радиопрограмм Би-Би-Си 1950 г., основной упор в которых был сделан на доходчивость, хотя не пренебрегали и «интересом», был замечен ряд моментов. Слишком большой объем дидактического материала, шесть и более объяснений в пятнадцатиминутной передаче, «утяжелял» программу, в то время как присутствие в ней, на первый взгляд, неправомерно большого количества вспомогательного материала не смущало слушателя. Кроме того, оказалось, что длинные, сложные предложения с трудными словами и множество предлогов затрудняли понимание передаваемого материала, а присутствие большого количества наречий и прилагательных на него не повлияло.

Отсюда можно сделать вывод, что кажущийся избыток фактов, цифр и описательных терминов на самом деле полезен, поскольку помогает поддержать интерес в промежутках между «обучающими моментами». Помимо других функций, которые они могут выполнять, эти вспомогательные данные «расцвечивают» программу, являются частью той жизненной последовательности образов, в которых нуждается воображение слушателя. Конечно все, о чем говорилось применительно к образовательным программам, верно в широком смысле и для многих других видов программ.

Для упомянутых общеобразовательных программ абстрактным вещам были предпочтены конкретные, и когда объяснялись как-либо понятия, то они иллюстрировались конкретными примерами — ссылками на людей, случаи и действия.

Это также должно быть общим требованием. Если не считать настоящих «ученых не от мира сего» — людей для которых мир, созданный воображением, более реален, чем подлинный мир, — то я уверен, что почти не найдется людей, которым абстрактные понятия говорят больше, чем ссылки на конкретные вещи (кроме тех случаев, когда речь идет об эмоциях). Выяснилось также, что хорошо поданные иллюстрации могут быть настолько эффектными, что отвлекают внимание от главного.

Завоевание интереса аудитории может чем-то напоминать борьбу, но нет причин рассматривать его как таинство.

Как быть, если нет изображения?

Некоторые вопросы установления контакта с аудиторией слушателей в большей степени касаются определенных выразительных средств, чем других. Перед тем как обратиться к общему случаю, давайте рассмотрим один или два частных, относящихся к чисто звуковым средствам.

Как было установлено, несомненным достоинством звука является то, что он непосредственно воздействует на воображение. Передача, пользующаяся подлинным успехом, обладает помимо всех

прочих качеств еще одним — способностью вызывать в сознании слушателя непрерывную последовательность образов. Однако здесь же мы должны признать, что ряд ограничений и недостатков радиовещания проистекает от неразберихи, которая может произойти из-за отсутствия точных и живописных деталей визуального изображения.

В нашей обыденной жизни мы воспринимаем обстановку и ее детали по многим каналам. Принимая участие в разговоре, со многими людьми, мы ни секунды не сомневаемся, кто из них говорит в данный момент — наше зрение в сочетании со способностью слуха определять направление на источник звука осуществляет это без участия процесса мышления. Нам было бы ненамного труднее, если бы в разговоре участвовало очень много собеседников — глаза и уши фиксировали бы каждого говорящего без промедления.

Когда же зрительное восприятие обстановки исключено, количество голосов, которые мы в состоянии различить, не напрягаясь, значительно сокращается. При стереофоническом звуке довольно просто распознать шесть голосов, если их обладатели стоят отдельно друг от друга на некотором расстоянии. Однако при большем числе участников картина становится запутанной. В этом случае воображение бессильно, голоса становятся неразличимыми, а вместо воображаемой сцены с участием группы людей, наделенных индивидуальными чертами, мы воспринимаем просто обезличенную речь, раздающуюся из разных точек пространства.

При монофоническом звуке еще больше ограничений: в какой-либо сцене в любой момент могут участвовать не более четырех человек, и даже при столь малом их числе голоса участников должны быть ясно различимы. Могут появляться и дополнительные голоса, например, фраза лакея «Карета подана, сэр» не вызовет необходимости воссоздавать его образ и путаницы не произойдет. В этом случае голос является как бы звуковым эффектом; но основная группа участников должна быть небольшой.

Необходимо также помнить, что с того момента, как действующее лицо умолкает, слушатель как бы «теряет» его. Если до его следующей реплики будет шесть или более строк, то он становится как бы невидимым, и когда он вдруг снова вступит в разговор, его появление для слушателя будет настолько неожиданным, как будто бы он возник ниоткуда.

Это накладывает серьезные требования к материалу передачи. Нужно быть осторожным в тех случаях, когда по ходу передачи возникают ситуации с привлечением большого числа голосов, поскольку это может создать ужасную неразбериху. Не стоит предлагать слушателю передачу дискуссии с шестью участниками, в которой важно различать каждого выступающего, — слушатель в состоянии узнать лишь два-три голоса. Особым случаем является дискуссия, представляющая собой простую последовательность отдельных высказываний, тогда перед каждым из них следует объявлять выступающего, даже если он перед этим уже говорил. Если не важно, узнает ли слушатель, кто говорит в данный момент, то

постановщик передачи обязан строить свою передачу в соответствии с этим, и, напротив, не указав точно имена без особой на то причины, вы не получите взаимосвязи между слушателями и актером.

Другая трудность звукового вещания заключается в хорошей имитации места происходящих действий. Оно должно быть определено как можно раньше, а затем постоянно подтверждаться с помощью акустических средств, звуковых эффектов, ссылок в тексте передачи — словом, всего того, что предотвращает превращение сцены в набор звуков, несущихся из ящика.

Вместе с тем часто нежелательно перегружать слушателя избытком необязательных деталей. Во время телевизионной передачи внимание зрителя, как правило, концентрируется на главном, но может и отвлекаться какими-либо деталями внутри кадра. Зрителя могут заинтересовать часы на камине за спиной выступающего, форма абажура или узор на обоях. Когда же есть только звук, то тот, кто говорит по радио, должен как бы переноситься в комнату непосредственно к слушателю.

Слабые и сильные стороны звукового вещания должны быть учтены перед тем, как выбирается форма той или иной радиопередачи. Для радиопьесы важны частые напоминания о месте действия, но при передаче простого выступления этим можно пренебречь.

Вызвать перед внутренним взором каждого слушателя одну единственную картину невозможно. Поэтому целесообразно избегать объектов, требующих точных описательных деталей или таких ситуаций, которые очень сильно зависят от зрительной информации. Приведем пример такой ситуации: он и она впервые встретились в переполненной комнате, взоры встретились, потупились, опять встретились...— здесь нужен не меньше как Шекспир, чтобы словами выразить волшебство этого мгновения. Но даже и в «Ромео и Джульетте» зрительный элемент трудно переоценить — устраним его, и вся сцена совершенно изменится.

Этот пример иллюстрирует еще одно обстоятельство: прямые эмоциональные эффекты лучше всего выражать зрительно. Крупный план лица человека и особенно его глаз может воздействовать на зрителей непосредственно. В звуковом вещании найти аналогичное выразительное средство крайне трудно. Эмоциональные связи между зрителем и экраном могут быть очень сильными — звук же воздействует не непосредственно, а через воображение. И хотя результаты могут быть также хорошими, достигнуть этого намного труднее.

Фактор времени

Звук как средство информации имеет много общего с печатью. Как печатное слово, так и устная речь могут представлять логическую последовательность спора, повествования или диалога. Формы, которыми они могут иллюстрироваться, также кажутся сходными: рисунки и чертежи в одном случае и звуковые эффекты — в

другом. Более того, ни одно из этих средств, обладая единственным коммуникативным каналом, не в состоянии вызвать чувства аудитории без сильного воздействия на ее воображение.

Аналогия настолько близкая, что уместно найти и различия между этими средствами, тем более, что существует мнение: все, приемлемое в печати, может быть перенесено и в эфир.

Прежде всего, разница заключается во временном факторе. Печатная страница находится полностью в руках читателя, и ее можно прочесть с той быстротой, какая ему заблагорассудится. Он может за несколько часов «проглотить» роман, а учебник читать многие недели, одну главу читать быстро, а другую медленно: он может вернуться назад, чтобы уяснить то, что не понял с первого раза. В процессе чтения можно забежать вперед, чтобы посмотреть, как составлено предложение, прежде чем понять его смысл в целом.

Для радио (или телевизионной) аудитории временная взаимосвязь между последовательными элементами рассказа четко установлена. Тут важно, чтобы идеи были представлены в виде ясной логической последовательности. Речь здесь идет не просто о порядке, в котором должны быть приведены аргументы, но и о том, что форма подачи материала должна быть ясной и впечатляющей. Желательно, чтобы речь была грамматически правильной и выразительной. Некоторые считают, что характерными особенностями современного стиля является реалистический диалог с его отрывистыми фразами, повторами, разорванными логическими связями и прочими тому подобными особенностями. Если все это бездумно перенести в сферу звука, то слушатель может быть приведен в замешательство, а вместо того, чтобы улавливать смысл, будет прислушиваться к отдельным словам и ко всякого рода ошибкам. Самые частые жалобы как раз и вызывает невразумительность подобного рода диалогов.

Перейдем к другой крайности, когда диктор читает написанный текст — радиобеседу. Здесь важна хорошая дикция и выразительность. И, напротив, материал, написанный излишне книжным стилем, читаемый нудным голосом, сильно снижает всякое эмоциональное впечатление. Слушатель вполне резонно может спросить: «Зачем читать такой материал по радио, когда он, совершенно очевидно, предназначен для печати?». Впрочем, это может быть мнение меньшинства слушателей, поскольку уже было показано, что дикция очень мало влияет на доходчивость и интересует большинство слушателей не более, чем любой несущественный технический недостаток. Например, во вновь демонстрируемых сейчас фильмах тридцатых годов многие кинозвезды выглядят до смешного напыщенными, что, однако, совсем не мешало громадному числу зрителей тех лет восхищаться ими.

Вполне разумно требовать, чтобы основная мысль передачи была понятна с одного прослушивания. Можно стараться вложить в передачу более глубокий смысл, требующий повторного прослушивания, и надеяться, что будут восторженные просьбы повторить

передачу еще раз, но лучше все-таки приступить к работе, имея в виду, что никто не будет слушать вашу передачу дважды.

Если же окажется, что вы говорите озадаченной публике: «Вы, наверное, увидите, что я имел в виду, если мы еще разок послушаем все с самого начала», — то имейте в виду, что вы на совершенно неправильном пути. И как только вы это осознали, очень вероятно, что кто-то действительно захочет послушать вас еще раз. Конечно, здесь есть много всякого рода исключений, и всегда хочется думать, что ваш случай и есть исключительный. Однако это, как правило, неверно. Отсюда следует вывод: старайтесь добиться наибольшего впечатления при первом прослушивании.

Понимание и запоминание

Контроль над темпом изложения находится полностью в руках создателя передачи, и он не должен использовать эту власть во вред доходчивости. Правильный темп не может быть достигнут, как мы увидим позднее, излишним уплотнением существенно важной информации.

Другой случай более утонченный: постановщик хочет подать материал в изящной форме, что не вызывает возражений. Но, будучи по натуре и образованию человеком «книжным», он часто впадает в заблуждение, полагая, что если сценарий по форме хорош, то и постановка будет обладать теми же достоинствами, в то время как внимание должно быть уделено таким «незначительным» деталям, как логика подачи материала и точный смысл разговорных выражений.

Постановщик программы должен владеть темпом передачи, особенно когда в ней представлены новые идеи. Возьмем крайний случай: на печатной полосе материал может быть представлен в изящной, выразительной форме, причем настолько сжато, что напоминает по лаконизму математическую теорему, и глазу придется на этом месте задержаться до тех пор, пока не станет ясен смысл написанного. В радиовещании это совершенно исключено.

Для увеличения доходчивости передачи часто необходимо замедлить темп, хотя в литературном произведении это воспринималось бы как длинноты. Сценарий хорошего радиожурнала, пьесы или документальной передачи выглядит гораздо более «затянутым», чем хорошо написанная статья или короткий рассказ, поскольку в этих сценариях могут быть, на первый взгляд, излишние пояснения.

Это необходимо, так как мозг в состоянии воспринять и запомнить новый материал, если он преподносится не слишком быстро. Даже если слушатель в достаточной мере подготовлен, чтобы следить за приводимой аргументацией, ему требуется время для ее осмысления более длительное, чем то, за которое аргументация была высказана.

Здесь можно провести аналогию с процессом обучения. Но знания — прочно усвоенные факты и доводы — приобретаются не сразу. Большую роль играет повторение; материал хорошо повторить

через несколько дней, затем — через несколько недель, и он запомнится надолго.

Радио и телевидение могут способствовать познавательному процессу, несмотря на то, что возможность повторить ту или иную передачу представляется нечасто. Однако по содержанию передачи могут быть связаны с тем, что слушатель (или зритель) уже узнал из предыдущих передач или где-то прочитал. В этом случае вероятность того, что передача будет понята и произведет должное впечатление, гораздо больше.

Очевидно, что процесс получения знаний таким путем носит случайный характер и зависит от настойчивости слушателей аудитории. Но то, что может произвести впечатление на аудиторию сразу, может и должно быть предсказуемо, поэтому постановщик должен расчетливо этим пользоваться, давая слушателю достаточно времени для усвоения основных моментов передачи. Конечно, это повлияет на количество информации, оставшейся в памяти слушателя после окончания передачи и даже на следующий день, но это всего лишь половина дела.

Если в логической аргументации или повествовательной линии допущена хоть одна небрежность, это может всю передачу сделать непонятной или значительно изменить ее смысл. Например, чтобы зритель мог следить за развитием действия пьесы, надо сделать понятным то, что было в ее начале. Если же упустить какой-либо важный момент, то всю пьесу постигнет неудача.

Все это жизненно важно для таких радиовещательных организаций, как Би-Би-Си, и неудивительно, что там было поставлено много экспериментов для определения доходчивости передач и степени усвоения слушателями фактов и аргументов. В одном из такого рода тестов был использован выпуск новостей для определения того, как много фактов и деталей внимательный слушатель может вспомнить сразу после передачи. В результате оказалось, что запомнилась лишь их малая часть.

Каждый может убедиться в справедливости этого с помощью магнитофона. Сделайте запись передачи новостей и перед тем, как ее воспроизвести, попытайтесь перечислить все сообщения насколько можно подробно (не обязательно повторять те же слова и выражения, что в передаче, здесь важна суть). Проиграйте запись, и увидите, что большую часть сообщений вы забыли. (Для этого опыта удобнее всего воспользоваться передачей новостей по радио.)

Другой способ проведения такого испытания — эксперимент с группой слушателей, что-то вроде игры (если нет магнитофона, то кто-нибудь должен записать суть каждого сообщения и порядок их следования на листе бумаги). После прослушивания выпуска новостей пусть все попытаются восстановить по памяти то, что они услышали, причем делать это надо путем совместного обсуждения. После проверки окажется, что и в этом случае в памяти слушателей осталось немного.

Эти эксперименты называются проверкой слухового усвоения. За то, что слушатель вспомнит главные и второстепенные момен-

ты, даются соответствующие очки, в случае ошибок очки вычитаются. Было проведено много тестов, и суммарное число очков было всегда невысоким. Очевидно, ухо — малоэффективный орган для усвоения информации.

Проводились исследования и в такой важной области, как доходчивость образовательных программ и передач о текущих событиях. Была досконально изучена одна из серий пятиминутных передач «на злобу дня» (Topic of Tonight), которая используется в программе новостей Би-Би-Си. Такие передачи должны быть простыми и доходчивыми, понятными абсолютному большинству слушателей. Треть взрослого населения Англии слушает эту передачу каждую неделю, так как она информативна и интересна.

Тщательно проведенное исследование показало, что в среднем до сознания слушателя дошло меньше четверти сказанного. Каждое сообщение было разделено на основные и вспомогательные моменты и каждому из них соответствовало определенное число очков в зависимости от их важности. Отдельные передачи серии набрали от 11 до 44 очков, а средний результат оказался равным 28.

Совершенно очевидно, что как бы ни были просты передачи, есть смысл упростить их еще больше. Если этого можно добиться, не вызывая у слушателя подозрения, что его считают тупицей — а этого надо избегать любой ценой, — то доходчивость можно сильно увеличить. В некоторых случаях были обнаружены прямые ошибки подачи материала: неверное предположение о запасе знаний у слушателя, использование незнакомых или жаргонных слов, цветистые аналогии или абстракции, слабые логические конструкции или излишне сложные предложения.

Один из главных выводов из такого обзора заключается в том, что подача относительно сложного материала должна быть лучше организована. Основные моменты должны быть выделены и повторены таким образом, чтобы они стали совершенно ясными и могли быть усвоены (даваемое в конце передачи резюме в еще большей степени усилит эффект). Это исследование было проведено со специфической программой и специфической аудиторией. Но я думаю, что результаты были бы верными для любого типа программы (и не только серьезной) и любой аудитории.

Доходчивость основного содержания

Практика и описанные выше эксперименты предполагают, по-видимому, такое правило работы: на каждый важный момент передачи должно быть отведено не менее 3—4 минут.

Это общее правило, но если в нем и допущена ошибка, то только в том, что оно рекомендует давать слишком мало времени: 3—4 минуты — действительно тот минимум времени для освещения моментов передачи средней степени сложности. Конечно, в простых случаях можно уложиться в меньшее время, а на более сложные затратить больше времени, чем рекомендует общее правило. Во втором случае, однако, имеет смысл разбить трудную для понимания часть на более простые.

Например, в семиминутном выпуске должно содержаться не более двух основных положений. Оставшееся от их изложения время должно быть потрачено на разъяснение и взаимосвязь этих положений. В выпуске может быть значительное количество второстепенных деталей, но если вы введете в него еще одно важное положение, то можете быть уверены, что одно из трех будет обязательно потеряно. Если взять крайний случай — в семиминутной программе имеется семь ключевых моментов, — то почти все они не будут поняты и у слушателя останется ощущение, что он что-то не уловил. Или же он может запомнить лишь какой-то один момент, который привлек его внимание, рассматривая его как часть целого, включающего в себя еще несколько положений, кажущихся при первом прослушивании вполне достоверными. Но никто не в состоянии предсказать, что именно слушатель запомнит, а что оставит без внимания. Это с точки зрения постановщика, писателя или оратора может быть совершенно неприемлемым.

Всем выступающим по радио следует руководствоваться указанными правилами; они должны подражать школьному учителю — правда, не так прямолинейно, поскольку перед выступающим по радио нет класса с учениками. Хороший учитель стремится подать материал в соответствии с описанными правилами. Если его темп объяснения материала велик, то ученики немедленно на это реагируют. По этой причине учитель может более точно выдерживать нужный темп повествования, чем оратор, выступающий по радио, который не видит своей аудитории. Кроме того, он находится под давлением того обстоятельства, что время на радио ограничено, а сказать надо многое.

Правило об оптимальной разбивке материала на узловые моменты имеет огромное значение для образовательных и информационных программ; оно справедливо также и для развлекательных программ и для передач с повествовательными элементами, таких, как рассказы, пьесы и т. п.

Темп

Этот термин уже ранее упоминался, и теперь определим его более точно.

Для поддержания интереса слушателей чтение рассказа или передача дискуссии должны вестись довольно быстро. Секрет выбора правильного темпа состоит в том, чтобы каждому пункту было уделено достаточное время, за которое он будет правильно понят, и после этого продолжать далее. Темп немислим без соблюдения доходчивости, он представляет собой вид формирования программы во времени и обеспечивает основу для дальнейшей разработки подробностей.

Когда говорим «отсутствие темпа», мы часто имеем в виду другое, второстепенное, — недостаток, которым, как правило, страдают любительские работы, заключающийся в излишних длиннотах вследствие недостаточно развитого чувства времени. Но это менее заметная ошибка, недостаток организации в неявном виде, который

может «смазать» впечатление от профессиональной, внешне весьма гладкой передачи.

Резюмируем: в конструкции практически любой пользующейся успехом программы мы должны иметь серию основных блоков, занимающих каждый несколько минут. Каждый из них должен содержать одно главное положение и необходимое количество деталей для его пояснения. Кроме этого, может быть представлен материал для сохранения внимания слушателя в промежутках между узловыми моментами, и в то же время не отвлекающий его от них.

Такой вид конструкции дает передаче «свет и тень», что совершенно необходимо для чувства темпа в законченной работе.

Все это в значительной мере влияет на выбор формы подачи отдельных сюжетов. Дискуссия, краткая по своей природе, может быть расширена дополнительным материалом: пояснениями, повторениями и т. п. Долгут быть сделаны и сокращения, если второстепенные детали отвлекают внимание слушателя от главного.

Следует признать, что определенные виды радиовещательных и телевизионных программ и кинофильмов вообще работают вхолостую, так как в них слишком много дискуссий в течение слишком короткого времени. Сухая логика математической теоремы или неудобоваримая энциклопедическая масса существенных деталей одинаково пагубно сказываются на ясности и понятности передачи.

Конечно, из каждого правила есть исключения, однако не всегда то, что кажется исключением, является им. Часто хорошие программы, сделанные, на первый взгляд, вопреки всем правилам, оказывались подчинены им, но в завуалированной форме.

Список литературы

- Millerson, Gevald Technique of Television Production. Focal Press, London, and Hastings House, New York (9 th ed., 1972). A highly analytical study of medium, including the contribution of sound.
- Ovingel, Robert Audio Control Handbook. Hastings House New York and Focal Press, London (4 th ed., 1972). A simple and useful introduction to the subject (a little fuller in this edition than in the first three). There is a strong emphasis on American equipment.
- Wood, A. B. The Physics of Music. Methuen (6 th ed., 1962). A standart primer on the subject.
- Hilliavd, Robeyt L. (ed). Radio Broadcasting Hastings House. New York and Focal Press London 2 nd ad., (1975). Describes the job of the audio operator in relation to American local radio.
- Robertson, A. E. Microphones, Butterworth (2 nd ed., 1963). Describes the engineering principles behind many types of microphones.
- Reisz, Karel, and Millar, Gavin. The Technique of Film Editing. Focal Press, London and Hastings House, New York (1969). Concentrates largely on the general principles of picture editing.
- Stockhausen, Karlheinz Study 11 (Score). Universal Edition. See this and the scores of other works of a similar nature for illustration of the problems (and purpose) of the notation of electronic music.
- Potter, Kopp and Green-Kopp Visible Speech. Dover (1967). Useful when considering how to record, treat and edit speech and song.
- Nisbett, Alec. The Use of Microphones, Focal Press, London, and Hastings House, New York (1974). A concise handbook on microphones, balance and control.
- Элкин Е. Г. М. Звук и изображение. Звукотехника в телевидении и кино. М., Связь, 1978.

СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ

В основу словаря положены термины, данные автором книги и применяемые в радио- и телеорганизациях Англии и США. Термины и понятия, совпадающие по смыслу с нашими, объяснены в соответствии с определениями, используемыми в отечественной литературе, и действующими в нашей стране стандартами: ГОСТ 13699—74. Запись и воспроизведение информации. Термины и определения; ГОСТ 11515—75. Каналы и тракты звукового вещания. Классы. Основные параметры качества; ГОСТ 16123—70. Микрофоны. Методы электроакустических испытаний и измерений.

Термины и понятия, не применяемые у нас, приведены в кавычках и с английским названием.

А

Авторегулятор — электронное устройство, автоматически регулирующее уровень сигнала на своем выходе в зависимости от уровня сигнала на входе. К авторегуляторам относятся *компрессоры*, *экспандеры*, *ограничители*.

Адгезионная прочность магнитной ленты — прочность сцепления рабочего слоя с основной ленты.

«Актуальная запись» (Actuality) — запись актуального события. (Не следует смешивать с репортажем, интервью или с инсценировкой события.)

Акустика — раздел физики, изучающий *звук*. Помимо общей акустики, как науки о звуковых колебаниях и волнах, вследствие ее широкого развития в настоящее время выделяют архитектурную акустику, музыкальную акустику, физиологическую акустику, электроакустику, атмосферную акустику, гидроакустику.

В данной книге затронуты вопросы архитектурной акустики, связанные с *акустикой студии*, физиологической акустики, касающейся восприятия звука человеком, электроакустики, относящейся к микрофонам и громкоговорителям.

Акустика студии — понятие, определяющее влияние помещения студии на звучание создаваемых в ней звуковых сигналов. Это влияние зависит от размеров студии, конфигурации ограничивающих ее поверхностей, отражающих и поглощающих звуковые волны свойств материалов этих поверхностей.

С физической точки зрения помещение студии представляет собой замкнутый наполненный воздухом объем, создающий линейную колебательную систему с определенным спектром *собственных частот* и способностью относительно медленного или быстрого их затухания. Эти свойства студии характеризуются, в первую очередь, ее *реверберацией*.

При передаче звука по электроакустическим каналам акустика студии часто понимается как зависимость звучания передаваемого сигнала от величины *отраженных звуков*, попадающих в микрофон, или просто соотношение прямого и отраженного звуков. В таком понимании акустика студии связывается с местом установки микрофона. Ее влияние можно изменять расположением микрофона в студии или, например, акустическими щитами.

Акустика заглушения — заглушенное помещение, обладающее максимальным поглощением звуков или, что то же самое, минимальным их отражением от стен, потолка и пола. В таких помещениях звучит только *прямой звук* источника без примеси *отраженных звуков*. Для получения подобных свойств поверхность помещения специально обрабатывают звукопоглощающими материалами. Акустика открытого пространства близка к заглушенной. Примером хорошо заглушенного помещения может служить звукомерная камера, предназначенная для измерения характеристик микрофонов и громкоговорителей.

Акустика разглушения — противоположность заглушенной акустике, уровень *отраженных звуков* очень высок, а явления реверберации проявляются в

наибольшей степени. Поверхности разглушенного помещения обычно выполняются из твердых материалов: камня, бетона, хорошо отражающих звуковые волны. Примером разглушенного помещения является *эхо-камера*.

Акустическая ось — направление преимущественного приема звука для микрофона или излучения звука для громкоговорителя. Акустическая ось проходит через центр диафрагмы микрофона или диффузора громкоговорителя перпендикулярно их плоскости. Чаще всего конструкция электроакустического преобразователя обладает линией симметрии, которая совпадает с акустической осью. Относительно акустической оси откладывается угол падения (излучения) звука и строятся диаграммы направленности электроакустических преобразователей.

Акустический щит (экран) — свободно устанавливаемая в студии поверхность, используемая для изменения местных акустических условий, а также заграждения от звуков данного места студии. Такая поверхность акустически обработана с обеих сторон, но чаще всего по-разному, для получения различных условий отражения или поглощения звуков.

Амбиофония — многоканальная электроакустическая система усиления звука в помещении с возможностью оперативного управления его акустикой. Амбиофоническая система состоит из микрофонов для приема звука от источников, распределенной в помещении (в стенах, в потолке) системы громкоговорителей, устройств задержки и искусственной реверберации, пульта управления. В залах с многоцелевым назначением амбиофоническая система позволяет создавать перестраиваемые оптимальные акустические условия для проведения митингов, концертов различного музыкального жанра, театральных спектаклей.

Амплитуда — наибольшее абсолютное значение колеблющейся физической величины.

Аппаратная студии — акустически обработанное помещение при студии, в котором сосредоточены технические средства для проведения звукозаписи или передачи. В такой аппаратной обычно находятся звукоорежиссерский (микшерный) пульт, коммутатор микрофонов студии на входы пульта, магнитофоны, громкоговорители и другое оборудование.

Аппаратная центральная — центр контроля, коммутации и распределения программ, формируемых в радиодоме или телецентре.

«Атмосфера» (Atmosphere) — звуковой фон любого помещения. Такой фон необходим в передаче, так как он вносит естественность и «эффект присутствия» для слушателей. Следует, однако, делать различие между *окружающим шумом* и *шумом паузы*, получаемым с магнитной ленты или грампластинки. При передачах и звукозаписи широко используются шумы «атмосферы», предварительно записанные на ленту. Их следует вводить через микшерный пульт, тщательно подбирая уровень по отношению к основным сигналам. Для получения «атмосферы» студии в ней устанавливается отдельный микрофон, обычно с круговой характеристикой.

Б

Баланс (звуковой) — соотношение звуков, составляющих общую звуковую картину. В зависимости от того, соотношение каких звуков рассматривается, различают *акустический* или *музыкальный баланс*. Он определяется в значительной мере размещением микрофонов в студии относительно источников звука и отражающих поверхностей, поэтому часто говорят о *микрофонном балансе*. Соотношение звуков различных источников можно установить и регуляторами уровня звукоорежиссерского пульта, определяя этим баланс источников.

Баланс акустический — соотношение *прямых* и *отраженных* звуков, получаемое в том числе и способами искусственной реверберации. При прослушивании звуковой картины на выходе электроакустического канала акустический баланс создает впечатление о размерах помещения и о размещении в нем исполнителей, позволяет судить о соответствии помещения исполняемому произведению, о красоте звучания в созданной акустической обстановке.

Баланс микрофонный — баланс звуков, передаваемых по электроакустическому каналу (каналам), определяемый расстановкой микрофонов в студии. В данной книге часто под микрофонным балансом понимается просто разме-

щение микрофонов в студии, а под *близким* микрофонным балансом — такое их размещение у источников звука, при котором отраженные звуки, попадающие в микрофон, практически несущественны по сравнению с прямым звуком.

Баланс музыкальный — соотношение звуков отдельных музыкальных инструментов, зависящее от силы *прямых звуков*, приходящих непосредственно от исполнителей к микрофонам.

Баланс речевой — соотношение звуков, определяющих звучание голоса на выходе электроакустического тракта. Правильный речевой баланс подразумевает ясное и четкое звучание голоса с хорошей передачей его тембра, слегка «окрашенного» акустикой студии.

Бегущие волны — колебания, распространяющиеся в одном направлении (без отражения, при котором возникают стоячие волны).

Бел — логарифмическая единица измерения отношений двух значений параметра звукового сигнала. На практике широкое применение нашла другая единица — *децибел* — десятая часть бела.

Бесконечная лента — петля магнитной ленты, получаемая механическим соединением (склежкой) ее концов. Используется для воспроизведения повторяющихся звуковых сигналов, в магнитных ревербераторах, в устройствах звуковых эффектов.

Биения — периодическое изменение интенсивности колебаний, которые получаются в результате сложения двух гармонических колебаний с близкими частотами. На слух биения хорошо воспринимаются, когда их частота, равная разности частот гармонических колебаний, выходит за пределы звукового диапазона частот, т. е. ниже 15 Гц — слух при этом отчетливо прослеживает изменение силы звука. По мере сближения частот исходных колебаний частота биений уменьшается и исчезает (нулевые биения) при равенстве частот колебаний. Этим пользуются при настройке музыкальных инструментов.

В

Ведущий вал — вращающийся вал лентопротяжного механизма магнитофона, находящегося в контакте с магнитной лентой, окружая скорость которого определяет скорость движения ленты.

Вибрато — периодическое изменение частоты звуковых колебаний (частотная модуляция) с частотой примерно 3—8 Гц. Вибрато, как музыкальный прием, используется при игре на струнных музыкальных инструментах и в пении и придает звуку особую окраску, повышает его динамичность и эмоциональную выразительность.

Время восстановления — промежуток времени, необходимый для установления стационарного (номинального) режима устройства при снижении на его входе напряжения до обусловленной величины. Этот параметр используется для характеристики компрессоров, ограничителей и индикаторов уровней.

Время срабатывания — промежуток времени, необходимый для установления стационарного (номинального) режима устройства при подаче на его вход напряжения обусловленного значения. Этот параметр используется для характеристики компрессоров, ограничителей и индикаторов уровней.

Время реверберации — промежуток времени, в течение которого энергия затухающего процесса реверберации снизится по уровню на 60 дБ (10^6 раз).

«Вставка» (Cut) — американский термин, означающий одну из нескольких записей на «полосе» (см. термин) на грампластинке.

Выпадение сигнала — кратковременный перерыв или недопустимое ослабление воспроизводимого сигнала, обусловленное дефектами носителя записи или особенностями устройства записи и воспроизведения.

Волюметр (VU-метр) — указательный прибор средних значений, дающий приблизительную оценку изменений громкости сигнала. В отличие от индикатора уровня, волюметр не позволяет судить о перегрузках электроакустического тракта и поэтому может использоваться только там, где существуют большие запасы по перегрузке. Этот прибор нашел применение в основном в США.

Следует отметить, что прибор, показания которого соответствовали бы слуховому восприятию громкости звучания сигнала, был бы весьма полезным, так как этот параметр звука очень важен. Однако сделать такой прибор трудно ввиду того, что ощущение громкости зависит от многих взаимовлияющих

факторов: текущего частотного спектра сигнала, его временных характеристик, связи с предыдущими значениями сигнала, акустической обстановки и т. д. Поэтому контролировать изменение громкости звучания сигнала можно лишь на слух, вольтметр только помогает в приблизительной оценке этого параметра.

Г

Гармоника — обертон, частота которого кратна основной частоте. Основной тон называется первой гармоникой, обертон с двойной частотой — второй гармоникой, обертон с тройной частотой — третьей гармоникой и т. д. Гармоники, содержащиеся в музыкальных звуках, делают их звучание богаче, придают ему определенный тембр. Гармоники могут появиться и вследствие нелинейных искажений, в этом случае изменение тембра воспринимается как отклонение от нормы и потому является нежелательным.

Гашение (Cancellation) — ослабление сигнала в результате сложения двух противофазных колебаний (см. фаза).

Головка (магнитная, звукозаписывающая) — устройство, с помощью которого сигналы передаются к фонограмме или от нее.

Гониометр — прибор типа осциллографа, изображение на экране электронно-лучевой трубки которого позволяет судить о фазовых соотношениях между сигналами левого и правого стереоканалов. Если эти сигналы одинаковы, сдвиг фаз между ними равен нулю, то на экране гониометра изображение имеет вид прямой линии. Это означает, что звуковую картину создает точечный источник звука — случай, соответствующий монофонической передаче звука. При стереофонической передаче между сигналами левого и правого каналов принципиально существует различие, которое отображается распределенным по всему экрану гониометра изображением, динамически видоизменяющимся в такт с изменением сигналов. Оценка «стереофоничности» по гониометру требует определенного навыка и опыта, носит приблизительный характер и не исключает необходимости слуховой оценки звучания. Гониометры обычно встраиваются в звукоорежиссерский пульт наряду с индикаторами уровня.

Градиент давления — мера изменения давления на единицу длины в пространстве.

Громкость — ощущение силы звука. Громкость зависит от частоты воспринимаемого звука, т. е. при одной и той же интенсивности ощущение его силы ухом человека на разных частотах будет неодинаковым. Для количественной оценки громкости применяется метод субъективного сравнения данного звука с эталонным, уровень которого можно изменять в ту или иную сторону так, чтобы оба звука — измеряемый и эталонный — казались равными по громкости. В качестве эталонного звука принят гармонический тон частотой 1000 Гц. Уровень равногромкого эталонного тона называется уровнем громкости и выражается в фонах. Таким образом, число фонов, показывающее уровень громкости некоторого звука, совпадает с числом децибел уровня равногромкого эталонного тона.

Д

Давление — величина, характеризующая силы, действующие перпендикулярно на какую-либо поверхность. Измеряется в ньютонах на квадратный метр — Н/м². **Звуковое давление**, в отличие от вышеопределенного, есть изменение давления, вызванное звуковой волной и накладываемое на то среднее давление, которое существует в данной среде (в случае свободного воздушного пространства — на атмосферное давление). Звуковое давление — переменная величина, частота которой соответствует частоте звуковой волны.

Существует еще одно понятие — **давление звука**, которое пропорционально энергии звуковой волны и характеризует некоторое усредненное воздействие звукового давления.

Дека — упругая деревянная мембрана струнного музыкального инструмента, которая взаимодействуя с колеблющимися струнами, вибрирует и благодаря резонансам и большой поверхности обеспечивает усиление звуковых колебаний, передаваемых воздуху.

Детонация — искажение звучания сигнала вследствие колебаний скорости носителя записи (магнитной ленты, грампластины). Физически детонация яв-

ляется результатом паразитной частотной модуляции сигнала и измеряется специальным прибором — детонометром.

В зависимости от частоты колебаний скорости носителя детоация на слух воспринимается по-разному. Медленные колебания скорости воспринимаются как изменение его высоты и часто называются «плаванием звука». В Англии такие искажения обозначаются термином «wow». При увеличенной частоте колебаний скорости фонограммы слышится вибрация звука; еще более быстрые колебания вызывают хрипы и просто шум. В Англии эти искажения обозначаются термином «flutter».

Децибел — логарифмическая единица измерения, десятая часть *бела*. Пусть, например, интенсивность звука изменилась от значения J_1 до значения J_2 , тогда в децибелах это изменение выразится как $10 \lg J_2/J_1$ (в белах — $\lg J_2/J_1$). Так, изменению интенсивности в 10 раз ($\lg 10=1$) соответствует -10 дБ, в 100 раз ($\lg 100=2$) — 20 дБ, в 2 раза — 3 дБ.

Как единица измерения, децибел применяется в акустике для определения *уровней* интенсивности и звукового давления, а в звукотехнике для определения *уровней* напряжения, тока и мощности. Причем, так как энергетические параметры — интенсивность и мощность — находятся в квадратичной зависимости от таких параметров как давление ($J \approx p^2$), напряжение, ток ($P \approx U^2, I^2$), то для определения изменения сигнала через эти параметры коэффициент в формуле децибел удваивается:

$$10 \lg \frac{J_2}{J_1} = 10 \lg \frac{p_2^2}{p_1^2} = 20 \lg \frac{p_2}{p_1};$$

$$10 \lg \frac{P_2}{P_1} = 10 \lg \frac{U_2^2}{U_1^2} = 20 \lg \frac{U_2}{U_1};$$

$$10 \lg \frac{P_2}{P_1} = 10 \lg \frac{I_2^2}{I_1^2} = 20 \lg \frac{I_2}{I_1}.$$

Следовательно, увеличение уровня интенсивности на 10 (20, 3) дБ аналогично изменению уровня давления на 20 (40, 6) дБ. Увеличение уровня мощности на 10 (20, 3) дБ соответствует изменению уровня напряжения или тока на 20 (40, 6) дБ.

Динамический диапазон сигнала — разность максимального и минимального *уровней сигнала*. Динамический диапазон определяет область изменений сигнала, а при его восприятии область изменения громкости. Чем шире динамический диапазон, тем больше возможность передачи нюансов громкости звуковой картины и, следовательно, выше качество воспроизводимого звука. Однако каналы передачи накладывают ограничения на динамический диапазон сигналов. Максимальный уровень сигнала не должен превышать определенного нормированного уровня во избежание перегрузки канала и возникновения так называемых *нелинейных искажений*. Минимальный уровень сигнала не должен опускаться ниже определенного уровня для того, чтобы шумы, всегда имеющиеся в канале, своим действием не мешали восприятию сигнала.

«Диск-жокей» — ведущий программу, составленную из грамзаписей, обычно комментирует воспроизводимые записи, представляет композиторов и исполнителей, совершает экскурсии в историю музыки и рассказывает о последних новинках в музыкальной жизни. В задачу диск-жокея входит создание непринужденной и увлекательной атмосферы восприятия всей программы. Нередко диск-жокей выполняет одновременно обязанности оператора: устанавливает пластинки на проигрыватель, регулирует уровень их воспроизведения и т. д.

Диссонанс — в отличие от *консонанса*, обладает неприятным звучанием. Отношение частот, составляющих звук, не является отношением небольших целых чисел, а, напротив, выражается только через большие числа, например 19:23.

Дифракция — огибание волнами препятствий. Определяется соотношением между размерами препятствия и длиной волны. Если длина волны во много

раз больше препятствия, то картина распространения волн не претерпевает изменения; если длина волны и препятствие соизмеримы, то эта картина изменяется. При длине волны, во много раз меньшей препятствия, дифракция не наблюдается, распространение волн следует законам геометрической оптики.

Длина волны — расстояние, которое проходит волна за время одного периода колебаний. Связь между длиной волны λ , периодом колебаний T и скоростью звука v выражается простой формулой: $\lambda = vT$. Так как $T = 1/f$ (f — частота), то $\lambda = v/f$. Чем больше частота, тем меньше длина волны.

Дорожка записи — след, оставляемый в результате воздействия сигналов информации на носитель записи.

Ж

«Журавль» — телескопический штатив, укрепляемый на специальной подвижной станине и служащий для подвески микрофона.

З

Запись — процесс преобразования сигналов информации в пространственное изменение состояния или формы носителя записи с целью последующего воспроизведения;

— информация, записанная на носителе записи.

Запись магнитная — система записи, при которой запись осуществляется изменением остаточного магнитного состояния носителя.

Запись механическая — система записи, при которой запись осуществляется изменением формы носителя.

Запись механическая, поперечная — механическая запись, при которой направление колебания реза перпендикулярно направлению линейной скорости канавки и параллельно поверхности носителя.

Запись механическая, глубинная — механическая запись, при которой направление колебаний реза перпендикулярно поверхности носителя.

Звук — волнообразно распространяющееся механическое колебательное движение частиц упругой среды с частотами в диапазоне от 15–20 Гц до 20 кГц;

— специфическое ощущение, вызываемое действием звуковых волн на орган слуха человека;

— общее название информации, создаваемой звуковыми источниками.

Звуковая волна — механические колебания, распространяющиеся в упругой среде. В газах и жидкостях звуковые волны представляют собой *продольные волны давления*, так как колебание частиц среды происходит вдоль направления распространения волны. В твердых телах звуковые волны могут быть как продольными, так и *поперечными*, для которых характерно смещение частиц среды перпендикулярно направлению распространения волны.

Звуковая картина — звуковой образ, создаваемый совокупным звучанием всех элементов прослушиваемого звука.

«Звуковая оболочка» (Envelope) — характер изменения силы звука во времени. Этим термином англичане обозначают степень нарастания (атаку) какого-либо звука, например отдельной ноты, динамический диапазон и его спад во времени. Термин «оболочка» может быть также отнесен и к частотному содержанию звука и его изменению.

Звуковой сигнал — звук, воспринимаемый или предназначенный для восприятия человеком. Часто, а также в данной книге под звуковым сигналом понимаются электрические колебания, несущие информацию о звуке.

Зона стереовосприятия — часть пространства перед воспроизводящими стереофоническую звуковую картину громкоговорителями, в которой хорошо различаются параметры стереоэффекта. Вне этой части пространства стереофоничность звуковой картины искажается или она просто воспринимается как монофоническая. О размерах и конфигурации площади зоны стереовосприятия нет единого мнения, однако в первом приближении ее можно представлять в виде некоего симметричного криволинейного треугольника, расположенного на оси симметрии, проходящей между громкоговорителями; вершина треугольника находится на расстоянии примерно в половину базы от линии, соединяющей громкоговорители.

Инверсия — способ получения звукового эффекта, при котором фонограмма воспроизводится в направлении, противоположном направлению записи.

Индикатор уровня — указательный прибор пиковых значений, предназначенный для предупреждения о чрезмерных сигналах, которые могут вызвать в последующих звеньях *электроакустического тракта* передачи сигнала *нелинейные искажения* вследствие перегрузки. По индикатору уровня можно судить приближенно и о промежуточных уровнях сигнала, в том числе минимальных, оценивая этим его динамический диапазон. Однако суждения о среднем уровне сигнала, а тем более о громкости, по показаниям индикатора уровня весьма ориентировочны, поэтому при звукозаписи и передаче сигнала всегда необходим слуховой контроль.

Инженер звукозаписи — должность, существующая в некоторых организациях звукозаписи и, в частности, на Би-Би-Си. В его обязанности входят техническое обеспечение процесса звукозаписи и монтаж фонограмм. Он также включает и следит за работой различных приспособлений спецэффектов, реверберации и коррекции сигнала (расстановка микрофонов и управление микшерным пультом не входят в его обязанности).

Интенсивность звука — средняя величина энергии, которую переносит звуковая волна за единицу времени через единицу площади поверхности, перпендикулярной к направлению распространения волны. Измеряется в Вт/(м²·с).

В технике принято оценивать интенсивность в относительных логарифмических единицах — децибелах. Интенсивность звука, принимаемая за нулевой уровень, равна 10⁻¹² Вт/м²·с.

Искажения — нежелательные изменения формы (и, следовательно, звучания) сигнала. Искажения возникают вследствие несовершенства аппаратуры. К основным видам искажений аппаратуры относятся: *частотные, фазовые, нелинейные, модуляционные*.

Искажения интермодуляционные — один из видов *нелинейных искажений*, характеризующийся возникновением модуляции высокочастотных составляющих сигнала низкочастотными. Интермодуляционные искажения на слух воспринимаются искаженным звучанием высокочастотных составляющих звука, что объясняется располагающимися рядом с ними комбинационными частотами. Этот вид искажений встречается обычно в громкоговорителях.

Искажения нелинейные — изменение формы сигнала вследствие непропорциональной передачи различных его значений. Нелинейные искажения зависят от величины сигнала и чаще всего проявляются при больших его уровнях, когда увеличение значения сигнала на входе устройства не приводит к такому же его увеличению на выходе. Нелинейные искажения характеризуются тем, что в спектре сигнала возникают новые составляющие, придающие ему иное звучание. Такими новыми составляющими являются *гармоники* и так называемые комбинационные частоты. Гармоники изменяют тембр и тем самым изменяют характер звучания источника сигнала (например, музыкального инструмента), но обычно не делают звучание неприятным. Комбинационные частоты нередко являются причиной диссонансного звучания, из-за которого нелинейные искажения относят к наиболее неприятным.

О величине нелинейных искажений судят по относительной величине новых составляющих — продуктов нелинейности. Если их величина не превышает 1%, то нелинейные искажения чаще всего не замечаются на слух. Если их величина составляет 2—3%, то это может считаться приемлемым, большие значения нелинейных искажений в профессиональной аппаратуре считаются недопустимыми.

Искажения модуляционные — изменение формы сигнала вследствие паразитных колебаний, влияющих на передачу сигнала в устройстве. Чаще всего возникают в устройствах записи и воспроизведения звука из-за неравномерного движения носителя записи. Одним из видов модуляционных искажений является *детонация* — следствие паразитной частотной модуляции. Другой причиной модуляционных искажений может быть паразитная амплитудная модуляция, которая возникает, например, из-за нестабильного контакта магнитной ленты

с головками в магнитофоне. В профессиональной аппаратуре последний вид искажений встречается редко.

Искажения частотные — изменение формы сигнала вследствие неравномерной частотной характеристики устройства. Частотные искажения приводят к изменению соотношений величин частотных составляющих спектра сигнала, а в звучании — к изменению его тембра. Неравномерность частотной характеристики в доли и единицы децибел для большей части оборудования считается приемлемой и не очень заметна на слух, однако большая неравномерность отслушивается ухом. Наиболее распространенными частотными искажениями являются потери высоких или низких частот в сигнале из-за ограниченного диапазона пропускания частот устройства.

Искажения фазовые — изменение формы сигнала вследствие неравномерного сдвига фаз частотных составляющих сигнала на выходе устройства по отношению к входному сигналу. При монофонической передаче сигнала фазовые искажения не имеют значения, так как на слух они не замечаются. При стереофонической передаче сдвиг фаз между сигналами стереоканалов приводит к перемещению источника звука в звуковой картине, а при сложении стереосигналов — к частотным искажениям. Поэтому к устройствам стереокино предъявляется дополнительное требование: равные фазовые сдвиги в к

Источник высокого уровня — оборудование аппаратных студий, на выходе которого может быть получен сигнал высокого (номинального) уровня. К ним относятся магнитофоны, проигрыватели, внешние линии и т. д.

Источник низкого уровня — оборудование студий, на выходе которого сигнал имеет низкий уровень. К ним относятся, в первую очередь, микрофоны, а также многие устройства, сигнал которых необходимо усилить в микшерном пульте до номинального уровня.

К

Канавка — дорожка механической записи в виде углубления в носителе. Канавку, несущую информацию, называют модулированной, не несущую информацию — немодулированной или немой.

Канал передачи — совокупность технических средств, с помощью которых передаются электрические сигналы до преобразования в колебания другой природы. Если считают необходимым указать на вид информации, переносимой сигналами в канале, то добавляется определение: *звуковой канал* — для каналов, передающих звуковую информацию, *канал звукового сопровождения* — для каналов передачи звука телевидения, *вещательный канал* — для каналов передачи звукового вещания и т. д. Отдельные части канала принято называть *трактами*. Так, вещательный канал состоит из *тракта формирования* и *тракта распределения программ*.

Кассета — небольшая, плоская коробка, содержащая магнитную ленту, намотанную в один или два рулона. Кассета позволяет довольно легко менять фонограмму на магнитофоне простой установкой в соответствующий паз, из которого она легко может быть после воспроизведения вытолкнута. Кассета освобождает от необходимости брать ленту руками, укладывать ее в тракт движения и закреплять на приемной катушке.

Лента в кассетах перематывается, как и в обычных магнитофонах с одной катушки на другую, или намотана в один рулон, образуя *бесконечную ленту*. В профессиональной практике кассеты нашли пока ограниченное применение из-за трудностей монтажа и неустойчивости стандартов.

Катушка — устройство с боковыми ограничителями (щеками), предназначенное для намотки магнитной ленты или киноленты.

Квадрафония — четырехканальная стереофония, дающая возможность в большей степени выразить основные параметры стереофонического звучания, чем двухканальная стереофония. Главные ее достоинства заключаются в большем эффекте присутствия и в возможности создания необычных звуковых эффектов: например, в перемещении источника звука вокруг слушателя или создании вокруг него объемного пространственного звучания.

Когезионная прочность магнитной ленты — прочность внутреннего сцепления рабочего слоя ленты.

Колебания — изменения какой-либо физической величины с той или иной степенью повторяемости во времени. Колебания называются периодическими, если значения наблюдаемой физической величины повторяются через равные промежутки времени. Примером периодических колебаний являются гармонические, в которых колеблющаяся физическая величина x изменяется с течением времени t по закону

$$x = A \sin(2\pi ft + \varphi_0),$$

где A — амплитуда; f — частота; φ_0 — начальная фаза. Представление о закономерности гармонических колебаний дают рисунки гл. I. Негармонические колебания состоят из совокупности гармонических.

Колебания звуковые — то же, что и **звук** (a), однако часто, в том числе и в данной книге, под ними понимают и электрические колебания со звуковым диапазоном частот.

«Компенсация» (Compensation) — регулирование уровней звучания двух голосов, ведущих диалог, так, чтобы между ними возникло подходящее соотношение громкостей. Такое толкование термина «компенсация» недостаточно полно; этот термин может относиться к регулировке уровней и других форм исполнения.

Компрессор (сжиматель) — авторегулятор, основное назначение которого заключается в уменьшении (сжатии) динамического диапазона сигнала. Об эффективности работы компрессора судят по коэффициенту сжатия, показывающему, насколько меньше изменяется уровень сигнала на выходе компрессора при весьма широком изменении его уровня на входе авторегулятора. Устройство инерционное, т. е. его реакция на изменение уровня сигнала не мгновенная, а требует определенного времени. **Время срабатывания** компрессоров, в зависимости от назначения, может быть в пределах от нескольких миллисекунд до десятых долей секунды; **время восстановления** — от десятых долей секунды до нескольких секунд. Компрессоры используются для обеспечения необходимого динамического диапазона сигнала, передаваемого по радиовещательным трактам, а также для обработки сигнала с целью получения определенных звуковых эффектов.

Консонанс — созвучие музыкальных звуков, при котором соотношения частот составляющих основных тонов выражаются отношением небольших целых чисел. Например, консонанс получают при соотношении частот двух тонов, равном 2:3 (это созвучие называется в музыке квинтой), 3:4 (кварта), 4:5 (большая терция) и т. д. Консонанс создает на слух приятное, благозвучное звучание.

Копирование — процесс перезаписи фонограммы с одной магнитной ленты на другую, во время которого не производится никаких оперативных регулировок сигнала. Для того чтобы выполнить копирование, выход воспроизводящего магнитофона соединяют со входом записывающего. Установив магнитные ленты на магнитофоне, первый из них включают в режим воспроизведения, второй — в режим записи. Аналогичным образом можно произвести копирование одной фонограммы сразу на нескольких магнитофонах. В отличие от копирования, **перезапись** создает новую фонограмму (см. термин).

Коррекция — умышленное изменение характеристики устройства, например частотной характеристики, для уменьшения искажений сигнала. Вследствие свойств, присущих различным способам записи, сигналы подвергаются опасности сильных частотных искажений. Для их предотвращения в электронных частях этих устройств вводится частотная коррекция, которая по своему действию противоположна частотной зависимости данного способа записи или воспроизведения, в результате чего и достигается уменьшение частотных искажений сигнала. Для обмена фонограммами между различными воспроизводящими устройствами их частотные характеристики должны быть одинаковыми — это достигается их стандартизацией или, как иногда неточно говорят, стандартной коррекцией. Государственные стандарты нашей страны большей частью согласуются с международными.

Коррелометр — указательный прибор, действие которого, как и **гониометра** (см. термин), основано на определении различия между сигналами левого и

правого каналов. Коррелометры имеют разнообразные конструктивные решения для определения различия сигналов, однако все они дают лишь приблизительную оценку «стереофоничности» звуковой картины.

Копирэффект — нежелательное копирование записи, возникающее из-за влияния отдельных участков фонограммы друг на друга. Чаще всего копирэффект возникает в процессе длительного хранения магнитной ленты с записью из-за влияния сильно намагниченных участков ленты на соседние витки. При воспроизведении такой фонограммы копирэффект прослушивается как эхо основного сигнала, возникающее как до него — «опережающее эхо», так и после — «запаздывающее эхо». Для слуха более неприятно опережающее эхо, хотя запаздывающее также является помехой в фонограмме. Копирэффект зависит в основном от качества магнитной ленты. В современных лентах он ниже номинального уровня сигнала на 52—55 дБ, что считается приемлемым.

Коэффициент поглощения — величина, определяемая долей звуковой энергии, которая поглощается поверхностью. Коэффициент поглощения может иметь величину, заключенную между 0 и 1. Когда этот коэффициент равен 1, рассматриваемая поверхность полностью поглощает энергию. Примером может служить поверхность большого открытого окна, поскольку звуковая волна, упавшая на него, уже не возвратится в помещение. Поверхность, обладающая нулевым коэффициентом поглощения, полностью отражает звуковые волны. Гладкая бетонная стена имеет коэффициент поглощения близким к нулю. Существуют способы измерения таких коэффициентов, и так как поглощение пропорционально площади, то можно рассчитать общее поглощение любой поверхности.

Л

Логарифмический закон — математическая зависимость, при которой изменение какой-либо величины представляют как изменение логарифма ее значений. Например, изменение величины в 10 (10^1), 100 (10^2), 1000 (10^3) и т. д. раз выражается соответственно числами 1, 2, 3 и т. д. Логарифмический закон позволяет сжать масштаб изменений какой-либо рассматриваемой величины. Например, известно, что *сила звука*, воспринимаемая слухом человека, может изменяться в миллиарды раз (10^9 — 10^{12} раз). Естественно, что оперировать такими значениями неудобно и целесообразно пользоваться их логарифмами (см. *децибел*).

Локализация — параметр звуковой картины на выходе электроакустического канала, субъективно слуховая оценка которого связана с возможностью определения места источников сигнала в пространстве. Локализация зависит от других параметров стереофонического звучания, и сама в значительной степени влияет на них. Поэтому нередко локализация выступает как главный параметр стереофонической звуковой картины, а отсутствие локализации сразу же свидетельствует о нарушении «стереофоничности» передачи.

М

Магнитная лента — носитель магнитной записи, имеющий форму ленты. В настоящее время наибольшее применение нашли так называемые двухслойные магнитные ленты, состоящие из основы и магнитного *рабочего слоя*. Магнитные ленты различаются по типам, определяемым материалами, из которых изготовлена лента, и по ее размерам.

Магнитная лента измерительная — магнитная лента с нормированной записью измерительных сигналов, используемая для проведения измерений и настройки магнитофонов. Существуют разнообразные измерительные магнитные ленты. Одни из них служат для установки номинального стандартного уровня записи и воспроизведения фонограмм, другие — для установки угла наклона рабочих зазоров магнитных головок и проверки частотных характеристик каналов воспроизведения магнитофонов. Есть измерительные ленты для проверки детонации и для установки магнитных головок по высоте. Измерительные магнитные ленты совместно с измерительными приборами используются для настройки и проверки показателей магнитофонов специально обученным техническим персоналом.

1
«*Мерцание*» (Flicker or Wiggle) — кратковременное перемещение источника сигнала в стереофонической звуковой картине вследствие нарушения контакта в стереофоническом регуляторе уровня.

Механический монтаж — соединение в необходимом порядке отдельных частей фонограммы. Такой монтаж осуществляется с помощью ножниц или специальных режущих приспособлений. Ленту, основа которой изготовлена из диацетилцеллюлозы, можно соединять клеем. Но в настоящее время эта лента, а также лавсановая соединяются специальной липкой лентой.

Метод искусственной головы, или *головная стереофония* — основан на приеме звука в студии микрофонами, установленными на место ушей в макете головы человека, и прослушивании сигнала через головные телефоны. Хотя этот метод известен давно, в последнее время к нему проявляется особый интерес благодаря получаемому специфическому звучанию, создаваемому высококачественными стереофоническими головными телефонами. Для головной стереофонии необходима специальная звукоорежиссерская обработка сигнала, которая несовместима с обычной стереофонией, воспроизводимой громкоговорителями. Это ограничивает широкое применение головной стереофонии.

Микрофон — электроакустическое устройство, преобразующее воздушные звуковые волны в электрические колебания. Микрофоны подразделяются по типу звукоприемника: *приемники давления*, *приемники градиента давления*, *комбинированные приемники*; а также по характеристикам направленности и способу преобразования колебаний диафрагмы в электрические колебания: *динамический*, *ленточный*, *конденсаторный*, *пьезоэлектрический* и др. Важнейшими параметрами микрофона являются: *чувствительность*, *частотная характеристика*, *характеристика направленности*, *сопротивление номинальной нагрузки*, *уровень собственных шумов*.

Микрофон губной — микрофон, обычно электродинамического или ленточного типа, имеющий весьма малую чувствительность к окружающим внешним шумам. При работе такой микрофон подносится очень близко ко рту говорящего, при этом точное расстояние до рта фиксируется специальным щитком, который прижимается к верхней губе. Для компенсации *эффекта ближней зоны* в микрофоне предусмотрена специальная коррекция низких частот.

Микрофон динамический — микрофон, действие которого основано на явлении электромагнитной индукции. Катушка, жестко связанная с диафрагмой, колеблется в поле постоянного магнита. По закону Фарадея в витках катушки наводится электродвижущая сила, которая и образует электрические колебания. Динамические микрофоны (их часто также называют катушечными) обладают удовлетворительными параметрами, прочны, относительно невелики и имеют небольшую массу. Они выпускаются с разными характеристиками направленности и нашли весьма широкое применение для различного вида передач и звукозаписи.

Микрофон комбинированный — микрофон, характеристики направленности которого получают комбинацией свойств направленности *приемника давления* и *приемника градиента давления*. Комбинированный микрофон может быть выполнен единой специальной механико-акустической конструкцией или состоять из приемников различного типа, соединенных в одну электросхему. Последний способ создания комбинированного микрофона более употребителен, так как электрическим переключением удобно получать необходимые характеристики направленности. Наиболее употребительные характеристики направленности получили название кардиоиды и суперкардиоиды, представление о них дают рисунки гл. 5.

Микрофон конденсаторный — микрофон, действие которого основано на изменении емкости. Звукоприемный капсюль такого микрофона представляет собой плоский воздушный конденсатор, одна обкладка которого служит мембраной, воспринимающей звуковые колебания. При колебаниях мембраны изменяется емкость капсюля и ток в электрической цепи. Колебания электрического тока создают на сопротивлении переменное напряжение, которое усиливается однокаскадным электронным усилителем, входящим в конструкцию микрофона, и подаются на его выход.

Благодаря такой конструкции конденсаторные микрофоны обладают высокой чувствительностью и широкополосной равномерной частотной характеристи-

кой. В конденсаторных микрофонах легко (даже дистанционно) можно менять характеристику направленности. Этот вид микрофонов нашел самое широкое применение в профессиональной звукозаписи и вещании.

Микрофон контактный, по нашей терминологии, *звукосниматель* — устройство, преобразующее механические колебания на поверхности какого-либо тела в электрические колебания. По способу преобразования колебаний звукосниматели бывают электромагнитными, электродинамическими и пьезоэлектрическими.

Микрофон ленточный — микрофон, принцип действия которого аналогичен принципу действия динамического катушечного. Звукоприемником в нем служит гофрированная ленточка из очень тонкой алюминиевой фольги. Под воздействием звуковых волн ленточка колеблется в поле довольно сложной магнитной системы, создавая на своих концах электрический потенциал. В конструкцию ленточного микрофона, как правило, входит трансформатор, обеспечивающий необходимое повышение электрического потенциала и выходное сопротивление микрофона.

Ленточные микрофоны большей частью являются приемниками градиента давления (именно поэтому автор книги использует их как синонимы), но существуют и ленточные микрофоны — приемники давления и комбинированные.

Ленточные микрофоны обеспечивают весьма высокие параметры преобразования звуковых колебаний в электрические, но требуют большой осторожности в обращении из-за хрупкости ленточной конструкции. У ленточных микрофонов довольно ярко выражен *эффект ближней зоны*. В нашей стране ленточные микрофоны применяются редко.

Микрофон — приемник градиента давления — микрофон, колебания диафрагмы которого пропорциональны разности звуковых давлений по обеим сторонам диафрагмы. Устройство приемника градиента давления таково, что силы, связанные со звуковым давлением, могут действовать на обе стороны подвижной системы микрофона, причем результирующая сила,двигающая диафрагму, определяется разностью звуковых давлений по обе ее стороны. Приемник градиента давления, в принципе, обладает направленными свойствами: звуковая волна, падающая вдоль оси диафрагмы создает максимальный перепад давлений; звуковая волна, перпендикулярная этой оси, определяет одинаковое давление по обе стороны диафрагмы и, следовательно, нулевую разность между ними. Если размеры приемника малы по сравнению с длиной волны ($d \ll \lambda$), то характеристика направленности микрофона имеет вид «восьмерки».

Микрофон — приемник давления — микрофон, колебания диафрагмы которого пропорциональны звуковому давлению в данной точке пространства. Устройство приемника давления таково, что силы, связанные со звуковым давлением, могут действовать только на одну сторону подвижной системы, диафрагмы, микрофона; другая сторона конструктивно защищена от воздействия звукового поля. Если размеры приемника давления малы по сравнению с длиной падающей волны ($d \ll \lambda$), то давление в данной точке звукового поля не зависит от угла падения волны и характеристика направленности микрофона на плоскости имеет форму круга (в пространстве — шара).

«Микрофон-пушка» («микрофон-ружье») — остронаправленный микрофон, предназначенный для приема звука отдаленного источника и выделения его на фоне других источников. Конструктивно выполняется в виде удлиненной трубки, снабженной часто револьверной рукояткой для удобства использования.

Микрофон пьезоэлектрический — микрофон, действие которого основано на пьезоэффекте: возникновение электрического потенциала на поверхности некоторых кристаллических тел (например, титаната бария) при их механической деформации. Пьезоэлектрические микрофоны обладают невысоким качеством, поэтому в профессиональной звукозаписи не используются. Однако очень малая масса и размеры обуславливают их применение в качестве петличных микрофонов, которые удобно прикреплять к одежде перемещающегося оратора.

Микрофон угольный — микрофон, действие которого основано на изменении сопротивления угольного порошка при изменении его плотности под воздействием давящей на порошок мембраны. Угольные микрофоны появились на заре звукозаписи, но в настоящее время вследствие невысоких параметров в профессиональной звукозаписи и вещании не применяются. Они используются в телефонных аппаратах.

Микширование (от англ. *mix* — смешивание) — операция регулирования и смешивания электрических сигналов, поступающих от различных источников: микрофонов, магнитофонов, внешних линий и т. п., в пульте звукозаписи (называемого также микшерным пультом). Поскольку регулировка уровня сигнала какого-либо источника и его смешивание с общим выходным сигналом пульта происходят одновременно, то на практике эти понятия — *регулировка уровня* и *микширование* — используются как синонимы.

Многодорожечная запись — процесс записи или фонограмма с несколькими дорожками записи, создаваемыми одновременно или последовательно.

Многочанальный магнитофон — магнитофон, позволяющий осуществлять многодорожечную запись. В профессиональной практике используются 4, 8, 16, 24 и 32-канальные магнитофоны. Для получения необходимых технических характеристик записи в них применяются магнитные ленты шириной 25,4 и 50,8 мм.

Модулятор — указательный прибор типа индикатора уровня, шкала которого отградуирована в процентах коэффициента модуляции. Он служит для указания величины модуляции несущих высокочастотных колебаний передатчика и позволяет судить о степени их использования и о возможных перегрузках.

Модулятор кольцевой — одна из возможных конструкций для получения амплитудномодулированных колебаний. В данной книге этот модулятор упоминают в связи с возможностью получения звукового эффекта, который создается сдвигом спектра звукового сигнала на некоторый частотный интервал Δf , создаваемый при взаимнообратных преобразованиях модуляции-демодуляции.

Модуляция амплитудная — процесс изменения амплитуды высокочастотных колебаний по закону низкочастотных колебаний. Амплитудная модуляция используется как способ передачи информации в радиовещании. Высокочастотные электромагнитные колебания, способные в виде радиоволн передаваться на большие расстояния, модулируются низкочастотным сигналом, который затем при приеме обратным преобразованием — демодуляцией — извлекается из высокочастотных колебаний для последующего воспроизведения.

Амплитудномодулированные колебания обладают определенным спектром частот, ширина которого зависит от ширины спектра модулирующего низкочастотного сигнала. В диапазоне длинных, средних и коротких радиоволн из-за огромного числа станций спектры передаваемых высокочастотных колебаний не могут быть широкими, поэтому и диапазон передаваемых звуковых колебаний ограничен 5–6 кГц. В диапазоне ультракоротких волн это ограничение снимается и используется *модуляция частотная*.

Существуют и звуковые амплитудномодулированные колебания. Например, свисток спортивного судьи или милиционера издает сигнал с частотой примерно 1–2 кГц, промодулированный частотами от 5 до 25 Гц.

Модуляция частотная — процесс изменения частоты высокочастотных колебаний по закону низкочастотных колебаний. Как и *модуляция амплитудная* (см. термин), используется в радиовещании, но в диапазоне ультракоротких волн. Частотная модуляция применяется также для передачи звукового сопровождения в телевидении. Благодаря особенностям ультракоротковолнового диапазона и частотной модуляции полоса передаваемых звуковых частот достигает до 15 кГц. В этом диапазоне ведется также стереофоническое вещание, требующее еще большей полосы частот.

В музыкальных звуках частотная модуляция проявляется в виде вибрато. Например, при игре на скрипке частота основного тона 440 Гц за счет вибрато может изменяться на ± 10 Гц.

Модуляция полярная и **модуляция с пилот-сигналом** — типы модуляции, принятые в разных системах стереофонического вещания в УКВ диапазоне. Оба типа модуляции обеспечивают высокое качество и совместимость стереофонических передач; различие заключается в неодинаковом решении технических проблем. В Советском Союзе принята система вещания с полярной модуляцией, в Англии и США — с пилот-сигналом.

Монофония — система передачи звукового сигнала, при которой воспроизводимая для прослушивания звуковая картина не распределена в пространстве, а все источники звучат из одной общей точки — громкоговорителя.

Н

«Наложение» — вид звукозаписи, при котором сигнал записывается на магнитную ленту с уже имеющейся звукозаписью. При «наложении» магнитофон включается в режим записи, но его головка стирания отключена. Высоко-частотное подмагничивание головки записи частично стирает предварительно сделанную запись и накладывает на нее вновь пришедший сигнал. В результате на фонограмме содержатся записи двух сигналов. Для осуществления такого вида записи в бытовых магнитофонах имеется специальная кнопка **«наложение»** (отключающая головку стирания).

В профессиональной практике **«наложение»** не применяется из-за невозможности регулирования уровня частично стираемого сигнала и изменения его характеристик, в частности тембра. Не следует, однако, путать **«наложение»** с профессиональной технологической операцией, имеющей то же название.

Наложение — технологическая операция звукозаписи, когда с помощью микшерного пульта сигнал из студии от выступающего в данный момент исполнителя (певца, диктора) смешивается с сигналом, воспроизводимым с предварительно выполненной записи. Полученная смесь сигналов записывается на магнитную ленту другого магнитофона. Наложение широко применяется на радио, в телевидении и кино. В Англии эта операция называется *backing track*, она включает также подачу воспроизводимого с фонограммы звука на головные телефоны исполнителя для синхронизации исполнения с аккомпанементом.

Носитель записи — физическое тело, используемое в процессе записи для сохранения в нем или на его поверхности сигналов информации. В качестве носителя записи используются: в магнитофонах — магнитная лента (но не пленка!), в проигрывателях — грампластинка, в киноаппаратах — кинолента.

О

Обертон — гармоническая составляющая сложного звукового колебания, частота которого выше основной частоты колебаний.

Ограничитель — авторегулятор, основное назначение которого заключается в поддержании определенного (номинального) уровня сигнала на своем выходе при увеличении уровня сигнала на входе выше определенных значений; устройство инерционное: *время срабатывания* ограничителя выбирается около нескольких миллисекунд, *время восстановления* — от долей секунды до нескольких секунд. Ограничители используются для предотвращения увеличения уровня сигнала в каналах передачи выше нормы, а также для получения определенных звуковых эффектов.

Октава — интервал между высотами двух звуков, соотношение основных частот которых равно 1 : 2.

Основа магнитной ленты — слой, предназначенный для придания механической прочности магнитной ленте. В качестве материала основы используются диацетицеллюлоза, поливинилхлорид, лавсан. В настоящее время наиболее широко используется лавсан (в Англии его называют милайнекс, в США — майлар). От основы ленты зависит не только способность ленты сопротивляться различным механическим нагрузкам и сохранять свою форму во времени, но и качество записи. Деформированная основа вызывает паразитную амплитудную модуляцию сигнала записи и воспроизведения и тем самым искажение его звучания. Хорошая основа обеспечивает равномерное прилегание ленты к магнитным головкам, намотку ленты в прочный и гладкий рулон, предохраняющий ее от деформаций.

Осыпание магнитной ленты — нарушение адгезионной и когезионной прочности ленты, приводящее к разрушению ее рабочего слоя.

Отраженный звук — звук, отраженный один или несколько раз, прежде чем он достигнет микрофона.

П

Панорамирование — перемещение источника по горизонтали в звуковой картине, осуществляется с помощью панорамных регуляторов микшерного пульта.

Передача (вещательная) — процесс передачи информации через вещательные каналы.

Передача — совокупность информации, объединенной единым тематическим смыслом или организацией и предназначенной для вещания.

Перезапись — процесс перезаписи фонограммы с одной магнитной ленты на другую, во время которого возможны оперативные изменения перезаписываемого сигнала. В отличие от *копирования*, перезапись производится через микшерный пульт, с помощью которого вводятся необходимые коррективы в вновь получаемую фонограмму. Таким образом, она не является копией оригинальной фонограммы.

Перекося рабочего зазора — отклонение угла установки рабочего зазора магнитной головки записи или воспроизведения магнитофона от 90° по отношению к направлению движения магнитной ленты. Такое отклонение приводит к потере высоких частот сигнала, и поэтому необходима специальная установка магнитных головок в магнитофоне для устранения перекося рабочего зазора. Установка головок производится с помощью специальных измерительных углов. Угол перекося рабочего зазора иногда неправильно называют азимутом (azimuth).

Пинч-эффект — паразитные колебания иглы при воспроизведении поперечной записи, происходящие в направлении, перпендикулярном поверхности носителя. Этот эффект создается вследствие того, что угол, образованный стенками канавки, в сечении, перпендикулярном стенкам, изменяется с удвоенной частотой записанного сигнала, достигая наименьшего значения в точках на большем углу наклона канавки.

Поглотители — звукопоглощающие материалы и конструкции, используемые для акустической обработки помещений. Поглотители разных типов обладают не только различной способностью поглощения, но и ее зависимостью от частоты звуковых колебаний. Поэтому при акустической обработке помещения приходится подбирать материалы различных типов, конструкции и рассчитывать площадь покрытия для получения необходимых характеристик помещения (студии). В качестве поглотителей широко используются *пористые материалы*. При проникновении звука в пористую среду поглощение звуковой энергии обусловлено вязким трением движущегося воздуха в узких каналах, внутренним трением при деформации, а также теплообменом между воздухом и материалом. Пористые поглотители обычно изготавливаются в виде жестких плит, которые крепятся к обрабатываемой поверхности. Пористо-зернистые материалы изготавливаются из минеральной крошки, гравия, пемзы или твердого шлака. В волокнисто-пористых материалах в качестве основы используют древесное волокно, асбест, минеральную вату, стеклянные или капроновые волокна и т. п.

Другим поглотителем являются *резонирующие панели*, которые представляют собой тонкую пластину (например, лист фанеры), закрепленную на раме таким образом, что между пластиной и несущей поверхностью остается воздушная полость. В области низких частот такую конструкцию можно рассматривать как колебательную систему с максимумом поглощения энергии низкочастотных звуковых волн.

Хорошим поглотителем являются конструкции с *перфорированным покрытием* материала, в которых слой пористого материала, лежащий на несущей поверхности, покрывается жестким листом с отверстиями. Изменяя размер и густоту отверстий на поверхности, можно в широких пределах изменять частотную характеристику поглощения.

Подающий узел — узел лентопротяжного механизма, обеспечивающий при записи и воспроизведении подачу носителя записи к головкам.

Подмагничивание — воздействие вспомогательного магнитного поля на носитель в процессе магнитной записи. В современных магнитофонах используется высокочастотное подмагничивание, которое само практически не записывается, но способствует резкому снижению нелинейных искажений в магнитной записи. От степени подмагничивания зависят также частотные характеристики записи, ее чувствительность и уровень шумов. Выбор необходимого подмагничивания выполняется при настройке магнитофона на работу с определенным

типом магнитной ленты. Настройка магнитофона выполняется по специальной методике техническим персоналом.

Поле звуковое — область пространства, в котором распространяются звуковые волны. В помещении эти волны движутся не только непосредственно от источников, но и, будучи отраженными под разными углами, от стен, потолка, пола и других предметов, находящихся в помещении. Таким образом, в каждой точке звукового поля создается сложная совокупность звуковых волн.

Поле диффузное — область звукового поля, в каждой точке которого плотность звуковой энергии одинакова и поток акустической мощности на единицу площади одинаков во всех направлениях. Диффузное поле — это однородное поле звуковых волн, движущихся по всем возможным направлениям. Благодаря диффузности энергия звуковых волн равномерно распределена по всему объему помещения или, иначе говоря, звуки хорошо слышны в любой точке помещения. Практически идеального диффузного поля добиться в помещении трудно.

Поле свободное — область звукового поля, в котором влияние отраженных волн пренебрежимо мало.

«Полоса» (Band) — английский термин, используемый для обозначения одной стороны грампластинки или ее части; применяется и для магнитных фонограмм, где обозначает совокупность отдельных в информационном смысле записей, выполненных на одной магнитной ленте.

«Порхающее эхо» — акустическое явление, при котором отзвук слышится как периодическое возрастание и ослабление звучания; является следствием возникновения стоячих волн в помещении.

Приемный узел — узел лентопротяжного механизма, обеспечивающий при записи и воспроизведении прием носителя записи, прошедшего головки записи и воспроизведения.

Программа (вещательная) — последовательность элементов передачи или последовательность передач.

Прозрачность — параметр звуковой картины на выходе электроакустического канала, субъективно слуховая оценка которого связана с различимостью звучания отдельных инструментов в оркестре, ясностью музыкальной фактуры, четкой дикцией голоса. Прозрачность находится в прямой зависимости от акустической обстановки при записи, акустического и музыкальных балансов и в значительной степени от инструментовки исполняемого произведения. При монофонической передаче эффект взаимной маскировки различных звуковых сигналов сказывается больше, чем при стереофонии, и хорошей прозрачности добиться значительно труднее.

Проникание — помеха, образованная нежелательным прохождением звукового сигнала из одного канала в другой. В стереоканалах повышенное проникание приводит к меньшему различию стереосигналов и, как следствие, к сужению базы звуковой картины, вплоть до превращения ее в монофоническую.

Пространственное впечатление — параметр звуковой картины на выходе электроакустического тракта, субъективно слуховая оценка которого связана с размерами помещения и размещением в нем исполнителей (музыкальных инструментов) в процессе звукозаписи или передачи. Эта оценка включает ощущение звуковой перспективы в глубину и ширину, т. е. создание иллюзии различных расстояний от слушателя до тех или иных исполнителей. Такая «многоплановость» звуковой картины в некоторой степени воссоздает объемность звучания, которая, как известно, теряется при монофоническом способе передачи. При этом следует избегать так называемой «многопространственности», которая считается недостатком звукорежиссерской работы, так как создает впечатление размещения исполнителей в разных помещениях, отличающихся своими акустическими свойствами. Если этот эффект не предусмотрен специально режиссерскими планами для создания мизансцены или специальных эффектов, то он воспринимается как существенное нарушение естественности звучания. Причиной рассмотренного недостатка может явиться неудачное расположение микрофонов в студии, а также неумеренное использование искусственной реверберации.

Прямой звук — звук, который поступает на микрофон непосредственно от источника, не испытав отражений.

Пучность — место колеблющейся среды, где амплитуда колебаний *стоячих волн* достигает максимума.

Р

Рабочий слой магнитной ленты — покрытие, состоящее из магнитного порошка и связующего вещества, наносимое на *основу* магнитной ленты. Рабочий слой служит для сохранения записи в виде остаточной намагниченности магнитных частиц слоя. Качество записи зависит, естественно, от материала, из которого изготовлен магнитный порошок, от размеров частиц порошка и их плотности в рабочем слое, от толщины рабочего слоя ленты. По этим и другим признакам различают множество типов магнитной ленты. Важно, однако, отметить, что для получения высокого качества записи магнитофон должен быть настроен на работу с лентой определенного типа.

Рабочий ход — режим работы движущего носителя записи механизма, при котором производится запись или воспроизведение.

Разностный тон — комбинационная частота, появляющаяся в результате нелинейных искажений, равная по частоте разности исходных колебаний $f_{\text{разн}} = |f_1 - f_2|$.

Реверберация — процесс постепенного ослабления звучания вследствие многократного отражения и поглощения звука в помещении. Длительность реверберации определяется размерами помещения и поглощающими свойствами материалов, отражающих звук. Реверберация на различных частотах может быть неодинаковой.

О реверберации большей частью судят по двум параметрам: *времени реверберации* и *частотной характеристике реверберации*.

Реверберация искусственная — имитация реверберационных процессов студии с помощью вспомогательных помещений или устройств искусственной реверберации — *ревербераторов*. Чаще всего искусственная реверберация при звукозаписи осуществляется следующим образом: с микшерного пульта звуковой сигнал направляется в ревербератор или в эхо-камеру, откуда возвращается на микшерный пульт в измененном, реверберированном виде и смешивается (микшируется) с основным звуковым сигналом в необходимой пропорции.

Ревербератор — электромеханическое или электронное устройство для создания искусственной реверберации. В настоящее время наиболее известны магнитный ревербератор и листовый ревербератор, описанные в гл. 11.

Регулятор длительности звучания — устройство для искусственного изменения длительности или высоты звучания магнитных фонограмм. Центральным узлом устройства является вращающийся блок из четырех магнитных головок, который вводится в тракт движения магнитной ленты в магнитофоне.

Блок магнитных головок регулятора длительности при воспроизведении фонограммы вращается таким образом, что лента соприкасается всегда лишь с одной из головок. Если направление вращения блока головок совпадает с направлением движения ленты, то в моменты, когда рабочий зазор одной из головок сбегает с ленты, следующая головка лишь входит в соприкосновение с ней. В этом случае достигается сокращение длительности звучания фонограммы за счет того, что сигнал, записанный на участке ленты между этими головками, остается невоспроизведенным, т. е. часть фонограммы пропускается. Вращение блока головок и движение ленты по тракту магнитофона подобраны так, что относительно магнитных головок фонограмма движется с номинальной скоростью, поэтому тональность звучания остается неизменной.

Если блок головок вращается против направления движения ленты, то запись с одного и того же участка ленты воспроизводится дважды — сбегающей и набегающей магнитными головками. Благодаря этому длительность звучания увеличивается.

Сокращение длительности звучания на 10% означает, что при воспроизведении должен быть пропущен каждый десятый элемент записи, при увеличении длительности на 20% должны быть воспроизведены дважды каждые пять элементов записи. Длительность образующихся при этом новых частей воспроизводимой программы должна быть не больше 50 мс и не должна превышать длительности самых коротких звуков регулируемой музыкальной программы, а также гласных звуков речи.

Вследствие этого диапазон регулирования длительности звучания описанным устройством ограничен. Без заметного ухудшения качества длительность звучания можно увеличить на 30%, а сокращать на 20%. Если не учитывать некоторое ухудшение качества, а для ряда программ это допустимо, то можно достигать сокращения длительности до 50%, а увеличения на 100%.

Другое применение регулятора длительности звучания связано с изменением тональности воспроизводимого звука при сохранении той же длительности. В этом случае также пропускаются или дважды воспроизводятся отрезки фонограмм, но скорость ленты относительно блока головок увеличивают или уменьшают по сравнению с номинальной для того, чтобы повысить или понизить тональность (это применение регулятора и описано в основном тексте книги).

Регулятор уровня — резистор переменного сопротивления. В профессиональных микшерных пультах представляет достаточно сложную конструкцию, которая обеспечивает плавную регулировку уровня сигнала в довольно широком диапазоне (60—90 дБ) с логарифмическим изменением величины сигнала при линейном перемещении движка регулятора. Так как регулятор уровня производит операцию *микширования*, то его часто называют микшером. Регуляторы уровня микшерных пультов, предназначенные для изменения уровня сигнала отдельных источников, называют индивидуальными микшерами, регуляторы уровня смеси сигналов и выходного сигнала — соответственно промежуточными и общими микшерами. В пультах Би-Би-Си их окрашивают в разные цвета.

«Резкий» (Edgy) — субъективная оценка на слух резких, раздражающих выбросов звукового сигнала.

Резонанс — явление возрастания амплитуды колебаний при совпадении их частот с собственными частотами колеблющейся системы (тела).

С

«Связка» (Continuity) — под этим термином подразумевается переход между передачами, включая открытие и закрытие передач, объявление названия радиостанций, их волн и т. д.

Сердечник — устройство без боковых ограничителей, предназначенное для намотки магнитной ленты или киноленты.

Сигнал А («А» Signal), сигнал В («В» Signal) — стереофонические сигналы, поступающие соответственно на левый и на правый громкоговорители двухканальной стереофонической системы. В нашей практике обычно говорят просто о сигнале левого и правого каналов.

Сила звука — см. *интенсивность звука*.

Система АВ — способ стереофонической передачи звука, при котором используются два разнесенных в пространстве микрофона, одинаковые по чувствительности и характеристикам направленности. Один из микрофонов, левый, принимает звуки от источников, находящихся, главным образом, слева, и формирует сигнал левого стереоканала (*А*), воспроизводимого далее левым громкоговорителем. Другой микрофон, правый, принимает звуки от правых источников и формирует сигнал правого стереоканала (*В*), воспроизводимого правым громкоговорителем. Источники звука, находящиеся в центре между микрофонами, воспринимаются и передаются микрофонами одинаково и будут услышаны из центра между громкоговорителями. Вместе с тем каждый из микрофонов будет принимать звуки источников противоположной стороны с несколько иной интенсивностью и, главное, со сдвигом фазы (из-за разницы во времени хода) по отношению к сигналам микрофона данной стороны. Последнее вызывает ослабление звучания источника звука при сложении его сигналов, попавших в микрофоны с противоположным сдвигом фазы. Таким образом, эта система оказывается несовместимой, что ограничивает широкое ее применение. Следует, однако, отметить, что в сочетании с другими системами, особенно при многомикрофонной технике, система АВ может быть использована.

Система ХУ — способ стереофонической передачи звука, при котором используются два совмещенных в пространстве (расположенных один под другим) микрофона, одинаковые по чувствительности и характеристикам направленности, акустические оси которых образуют углы 45° с плоскостью симметрии, де-

лящей звуковое поле пополам. Каждый из микрофонов такой стереопары (иногда выполненной в одном корпусе) принимает, главным образом, информацию со своей стороны, формируя соответственно сигналы левого и правого стереоканалов. Звук одного источника, если он попадает в оба микрофона, могут отличаться только по интенсивности, но не разностью фаз — этим обеспечивается совместимость системы ХУ. Эта система нашла наиболее широкое применение в практике.

Система MS — способ стереофонической передачи звука, при котором используются два совмещенных в пространстве, как и в системе ХУ, микрофона один из которых предназначен для приема всей информации звукового поля *M* (от англ. Middle — середина), другой — только его сторон *S* (от англ. Side — сторона). Первый микрофон часто не имеет направленных свойств или обладает кардиоидной характеристикой направленности, второй микрофон имеет характеристику направленности в виде «восьмерки». Суммарный сигнал обоих микрофонов *M+S* образует сигнал левого стереоканала и подобен сигналу *X* системы ХУ, разностный сигнал *M—S* образует сигнал правого стереоканала и подобен сигналу *Y* системы ХУ. Особенностью и преимуществом системы *MS* является возможность регулировки ширины базы и направления звука в стереофонической звуковой картине. Система *MS* принципиально совместима, так как сигнал *M* полностью несет моноинформацию.

Скорость звука — физическая величина, численно равная расстоянию, которое проходит какая-либо фаза звуковой волны за единицу времени.

Собственные колебания — колебания, совершающиеся в какой-либо колебательной системе (твердое тело, маятник, электрический контур и т. д.) после прекращения внешнего воздействия. Параметры собственных колебаний определяются характеристиками системы (например, для тел — их размерами, конфигурацией, материалом). Частоты собственных колебаний часто называют резонансными.

Совместимость — свойство устройств, систем и сигналов, заключающееся в сохранении параметров сигнала, полученных в одной системе при передаче сигнала через другую систему (устройство). Например, совместимость стереофонических устройств состоит в том, что передаваемый стереосигнал сохраняет моноинформацию, которая при необходимости может быть получена путем сложения сигналов левого и правого каналов. Совместимость монофонических устройств заключается в возможности воспроизведения моноинформации при передаче через них стереосигналов: например, стереофонических грампластинок и монофоническом проигрывателе, магнитных стереофонограмм на мономагнитном фоне. Помимо описанной технической совместимости в звукорежиссерской работе следует помнить и о художественной совместимости, под которой понимается максимальное сохранение звукового баланса при сложении стереофонических сигналов в монофонический.

Согласованное подключение нагрузки — в электротехнике и радиотехнике различают два вида согласованного подключения нагрузки к источнику. Первый вид согласования — по мощности. При этом обеспечивается передача максимальная мощность сигнала от источника к нагрузке, достигается это равенство сопротивления нагрузки выходному сопротивлению источника. Второй вид согласования — по напряжению. В этом случае обеспечивается передача сигнала с максимальным напряжением, достигается это значительным превышением сопротивления нагрузки над входным сопротивлением источника.

Применительно к микрофонам часто рекомендуют согласование первого вида. В паспорте указывается соответствующее нагрузочное сопротивление, при котором обеспечиваются рекламируемые характеристики микрофона. Существуют даже общепринятые значения сопротивления номинальной нагрузки: 50 и 200 Ом. Однако в эксплуатации нередко удобнее использовать относительно высокоомный вход аппаратуры, т. е. использовать согласование второго вида, так как при этом нет необходимости точно подбирать сопротивление.

Соотношение сигнал/шум — отношение величины сигнала к величине шума, выраженное в децибелах, характеризующее меру выделения сигнала на фоне шума.

Сопrotивление номинальной нагрузки — нормированное сопротивление нагрузке, при которой устройство (например, микрофон) находится в оптималь-

ных условиях работы. Сопротивление номинальной нагрузки указывается обычно в паспорте микрофона, а изготовители гарантируют другие его параметры именно при такой нагрузке. На практике сопротивление нагрузки определяется входным сопротивлением подключаемого оборудования (см. *согласованное подключение*).

Спектр звука — совокупность звуковых гармонических колебаний, из которых состоит сложный звук.

Линейчатый спектр состоит из дискретных гармонических составляющих, кратных основной частоте (или нескольким основным частотам). Линейчатым спектром обладают периодические колебания, свойственные музыкальным звукам.

Сплошной спектр состоит из частот, непрерывно заполняющих некоторый участок частотного диапазона. Им обладают шумы, кратковременные импульсы, непериодические колебания.

«Способ акустического воспроизведения» (Acoustic reproduction of effects) — специальный способ воспроизведения звука с магнитной фонограммы или граммпластины, при котором воспроизводимый сигнал проходит цепь громкоговорителя — микрофон, затем возвращается на микрофонный пульт и проходит путь, обычный для воспроизведения записей. Благодаря такому способу воспроизведения звук приобретает окраску, обусловленную характеристиками громкоговорителя, микрофона и, главное, студии, существенно отличающейся от своего первоначального звучания, даже если громкоговоритель и микрофон установлены близко.

Стереофония — система передачи звукового сигнала, при которой воспроизводимая для прослушивания звуковая картина распределена в пространстве и дает представление о расположении источников звука в нем. О «стереофоничности» звуковой картины можно судить как объективно, так и субъективно. Для объективной оценки существуют приборы, например *гонометр* и *коррелометр* (см. термины), однако производимая ими оценка весьма приблизительна. Субъективная оценка на слух контролирует следующие параметры звучания: *пространственное впечатление, прозрачность, локализацию, акустический баланс, музыкальный баланс, тембр*. Следует отметить, что этими параметрами характеризуется и монофоническое звучание, но при стереофонии их изменения гораздо ощутимее.

Стирание записи — процесс полного или частичного уничтожения записи на магнитной ленте для последующего повторного ее использования. В магнитофонах стирание записи производится автоматически при его включении в режим записи: лента проходит у головки стирания, высокочастотное поле которой размагничивает носитель, и к головке записи лента подходит чистой, готовой для записи. Рулон магнитной ленты можно также размагнитить весь одновременно с помощью специального сильного стирающего устройства (электромагнита) разового действия.

Стоячие волны — колебания, которые возникают вследствие наложения на прямую волну отраженной, распространяющейся в обратном направлении. В отличие от *бегущих волн*, стоячие волны не переносят энергии, а точки колеблющейся системы (тела, среды) находятся в одинаковой фазе колебания, но с разными амплитудами. Образующиеся *пучности* и *узлы* разделены расстоянием, равным $1/2$ длине волны.

Стробоскоп — устройство для определения скоростей движения магнитной ленты в магнитофоне или вращения граммпластины в проигрывателе. Действие стробоскопа основано на эффекте кажущейся неподвижности вращающегося объекта при освещении его пульсирующим светом. В лентопротяжных механизмах студийных магнитофонов один из обводных роликов обычно выполняется со стробоскопическими метками — отверстиями или прорезями, расположенными по периметру ролика. Под роликом располагается лампа, вспыхивающая в такт с периодом питающего напряжения. Частота питания лампы и число меток на ролике подбираются так, чтобы при номинальном значении скорости метки казались неподвижными. В проигрывателях стробоскопические метки часто наносятся прямо на диск или его обод.

В процессе звукозаписи или воспроизведения фонограмм слежение по стробоскопу за скоростью движения носителя позволяет избежать такого иска-

жения, как нежелательное изменение высоты звучания записываемого или воспроизводимого звука.

Т

Тембр — окраска звучания, по которой различают звуки одной и той же высоты. Тембр обусловлен наличием определенной совокупности обертонов в звуке.

Тон — характеристика звука, определяемая частотой звуковых колебаний. Однотональный звук — гармонический звук определенной частоты. Чем выше частота, тем выше тон воспринимаемого звука. Если звук состоит из колебаний нескольких частот, то высоту его тона определяет частота наиболее интенсивной гармонической составляющей.

— — мера для обозначения интервала между высотами разных звуков. В основе деления высоты звуков на интервалы лежит октава (см. термин). Октава делится на 6 тонов, или на 12 полутонов. Полутон соответствует минимальному интервалу между высотами звуков двух нот: до- до диез, ре ре диез и т. д.

«Тональная окраска звука» (Coloration) — сильно выраженная акустическая окраска звука, вызванная резонансами как самой студии, так и отдельных ее конструкций. Подобная окраска может быть вызвана также неравномерностью частотных характеристик используемых микрофонов и громкоговорителей.

Тракт распределения программ — часть электрического канала звукового вещания, предназначенная для распределения передачи по каналам связи и потребителям: например, на радиопередатчики, в междугородные линии, в линии проводного вещания.

Тракт формирования программ — часть электрического канала звукового вещания, которая начинается на выходе микрофона, установленного в студии и заканчивается на выходе центральной аппаратуры.

Транспонирование — воспроизведение записи при скорости фонограммы, отличающейся от скорости записи. Как способ создания звуковых эффектов, транспонирование применяется для изменения высоты звучания воспроизводимого сигнала.

У

Узел — место колеблющегося тела, в котором амплитуда колебаний стоячих волн равна нулю.

Уровень сигнала — количественная оценка сигнала, обычно выражаемая в децибелах. Уровни сигналов отсчитываются от какого-либо заранее оговоренного значения, принимаемого за нулевой (опорный) уровень.

В акустике таким значением является сила звука $J_0 = 10^{-12}$ Вт/м² или соответствующее ему, давление звука $p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Н/м². Эти величины определяют порог слышимости звука человеком. Уровни звукового сигнала, отсчитанные относительно них, часто называют абсолютными уровнями.

В звукотехнике за 0 дБ нередко принимают сигнал с $P = 1$ мВт, $U = 0,775$ В и $I = 1,29$ мА. Единицу измерения уровней сигналов, отсчитанных относительно этих значений, обозначают дБм.

Уровень сигнала номинальный — нормированное значение уровня сигнала, которое обычно вводится для стандартизации величины передаваемого сигнала и выбирается из условий обеспечения необходимого соотношения сигнал/шум и исключения перегрузок в каналах передачи сигнала. При звукозаписи и радиопередачах номинальный уровень сигнала принимается за 0 дБ, относительно него отсчитываются уровни передаваемых сигналов и, в частности, уровень помех в канале передачи.

Уровень сигнала нулевой — уровень сигнала, принятый за точку отсчета (см. уровень сигнала).

Уровень собственных шумов — уровень шума, создаваемого устройством в отсутствие полезного сигнала. У микрофона, например, это напряжение шума на выходе является результатом изменения давления окружающего воздуха и собственных шумов электрических цепей микрофона. Уровень собственных шумов

мов принято выражать в децибелах относительно номинального, принятого для данного устройства. Чем уровень собственных шумов ниже, тем, естественно, лучше.

Ф

Фаза — величина, характеризующая состояние какого-либо процесса в каждый момент времени. Для гармонических колебаний $x = A \sin(2\pi f t + \varphi)$ фаза — это аргумент, стоящий под знаком синуса $(2\pi f t + \varphi)$. В начальный момент времени $t=0$ фаза равна φ . Измеряется фаза в угловых единицах или долях периода. За один период колебаний фаза изменяется на 360° (или в радианах на 2π), за полпериода — на 180° (π), за четверть периода — на 90° ($\pi/2$).

Два гармонических колебания находятся в фазе, если их аргументы равны или, что то же самое, в каждый момент времени они находятся в одинаковой стадии колебательного процесса. При несовпадении фаз двух колебаний говорят о сдвиге фаз между ними. Например, два колебания одинаковой частоты могут быть сдвинуты одно относительно другого на полпериода, или 180° ; на четверть периода, или 90° . Колебания, сдвинутые по фазе на 180° , противоположны в своем изменении.

Фильтр (электрический) — устройство с резко неравномерной частотной характеристикой, предназначенное для подавления определенной полосы частот сигнала, передаваемого через этот фильтр. Используемые в звукотехнике фильтры могут быть фиксированными, т. е. настроенными на подавление вполне определенных частот, переключаемыми и перестраиваемыми. Главной характеристикой фильтра является величина ослабления уровня указанных частот, выражаемая в децибелах.

Фильтр нижних частот — фильтр, пропускающий без изменения уровень сигнала ниже определенной частоты среза и ослабляющий его уровень выше этой частоты. Фильтры нижних частот применяются для ограничения частотного диапазона сверху, позволяя имитировать такие звуковые эффекты, как «разговор по телефону» или «бедная акустика», помогая избавиться от действия высокочастотных помех, например шипения грампластинок и т. п.

Фильтр высоких частот — фильтр, пропускающий без изменения уровень сигнала выше определенной частоты, называемой частотой среза, и ослабляющий его уровень ниже этой частоты. Фильтры высоких частот применяются для ограничения частотного диапазона снизу, позволяя имитировать такие звуковые эффекты, как «разговор по телефону» или «бедная акустика», помогая избавиться от мешающих звуков при игре на некоторых музыкальных инструментах или от действия фона питающего напряжения.

Фильтр присутствия — частотный корректор, поднимающий уровень сигнала в полосе частот примерно в 2,5—3,5 кГц. Действие фильтра присутствия основано на особенности слуха выделять такой источник звука, у которого эта полоса частот усилена. Фильтр присутствия также повышает разборчивость речи.

Фильтр октавный — фильтр, пропускающий без изменений уровень сигнала в октавной полосе частот и подавляющий частоты вне этой полосы. Октавные фильтры, как правило, делаются переключаемыми и служат для измерения частотных характеристик устройств и студий.

Фильтр режекторный — фильтр для подавления или выделения узкой полосы частот или даже одной частоты, например для подавления фона переменного тока питающей сети.

«Флаф» (fluff) — случайная оговорка в речи или иное, похожее нарушение в звукопередаче;

Флаф — комочек пыли, собирающийся на игле звукоснимателя при воспроизведении грампластинок.

Фон — мера громкости (см. термин);

— — помеха, вызываемая питающей сетью;

— — как правило, негромкое звучание, не несущее какой-либо существенной информации.

Фонограмма — носитель записи, содержащий записанную звуковую информацию.

Форманта — призвук, почти неизменный по частоте или совокупности частот и не зависящий от частоты основного звука. Характерен для некоторых музыкальных инструментов и голоса. Звуки речи и, в первую очередь, гласные распознаются на слух именно по формантам.

Х

Характеристика направленности микрофона — зависимость чувствительности микрофона от угла падения звуковой волны. Обычно выражается относительно чувствительности в направлении акустической оси микрофона. Характеристика направленности может определяться на каждой частоте, но, как правило, на низких и средних частотах она почти неизменна, а на высоких частотах, где размеры микрофона становятся соизмеримыми с длиной волны и, следовательно, влияют на пути распространения звуковых волн, направленность микрофона становится более выраженной.

В соответствии с видами характеристик направленности микрофоны называют: ненаправленный микрофон, двуправленный микрофон, если его характеристика имеет вид «восьмерки», кардиоидный микрофон, характеристика направленности которого имеет вид кардиоиды, суперкардиоидный микрофон — вытянутая кардиоида. h_i-f_i — термин, обозначающий высокую точность воспроизведения. Используется различными фирмами в рекламных целях, чтобы подчеркнуть высокое качество своей продукции.

Ч

Частота — число полных колебаний гармонического процесса в секунду. Обозначается буквой f . Одно полное колебание завершается за период времени T . Таким образом, $f = 1/T$. Единица измерения частоты называется герцем (Гц). В Великобритании, однако, часто частоту обозначают просто: периоды в секунду (cycles per second — cps).

Частотная характеристика — зависимость амплитуды гармонического сигнала от частоты. Для подавляющего числа устройств эта характеристика показывает его способность к передаче сигналов различной частоты. Если сигналы разных частот передаются одинаково, то частотная характеристика равномерна, а графически изображается прямой линией, параллельной оси частот. Если сигналы передаются неодинаково, то частотная характеристика неравномерна и графически отображается некоторой кривой. Представление о частотных характеристиках дают, например, рисунки гл. 5.

Частотная характеристика микрофона — зависимость чувствительности микрофона от частоты звуковых колебаний. Реальные частотные характеристики микрофонов имеют спад чувствительности как в области низких частот, так и в области высоких частот, ограничивая этим диапазон передаваемых колебаний. Кроме того, внутри диапазона чувствительность также неодинакова, что вызывает резкую неравномерность частотной характеристики.

Частотная характеристика реверберации — зависимость времени реверберации от частоты ревербирующего звукового сигнала.

Частотный корректор — устройство с неравномерной частотной характеристикой, предназначенное для ослабления или усиления определенной полосы частот сигнала, передаваемого через этот корректор. Различают корректоры высоких частот, регулирующие уровень сигнала в этой области частот как на подъем, так и на спад; корректоры низких частот; полосовые корректоры, изменяющие уровень некоторой полосы частот внутри рабочего диапазона. В звукотехнике применяются корректоры с фиксированным, переключаемым и перестраиваемым уровнями регулируемых частот. Современные звукозаписывающие пульты для звукозаписи имеют встроенные частотные корректоры, позволяющие изменять частотные спектры записываемых сигналов.

Чувствительность микрофона — величина напряжения, создаваемого микрофоном (в милливольтх), приходящаяся на единицу звукового давления (ньютона на квадратный метр). Очевидно, что, чем больше чувствительность, тем выше уровень электрического сигнала на выходе микрофона при определенном звуковом давлении. Чувствительность современных динамических микрофонов примерно равна $1 \text{ мВ} \cdot \text{м}^2/\text{Н}$, ленточных — $0,8 \text{ мВ} \cdot \text{м}^2/\text{Н}$, конденсаторных $1-15 \text{ мВ} \cdot \text{м}^2/\text{Н}$.

Ширина базы — характеристика стереофонической звуковой картины, равная расстоянию между ее крайними (левым и правым) источниками.

Шум — хаотически изменяющиеся колебания. Шум, как правило, обладает сплошным спектром.

Шум белый — шум с равномерно распределенной по всему спектру энергией. Белым он называется по аналогии с белым светом, который, как известно, состоит из электромагнитных колебаний с равномерно распределенной энергией по спектру.

На слух белый шум воспринимается как равномерное шипение. Если какая-либо полоса частот в подобном шуме будет обладать бо́льшей энергией, то это восприятие приобретает «окраску» и шум называют «окрашенным».

Шум розовый — шум, имеющий одинаковую энергию во всех октавных полосах спектра. Так как ширина полосы частот октавы в верхнем диапазоне частот увеличивается, то энергия, приходящаяся на отдельные частоты или подслы частот, падает. Существует мнение, что розовый шум в большей степени похож по среднему распределению энергии в спектре на реальные сигналы и поэтому может выступать их заменителем при многих измерениях.

Шум паузы — шум магнитной ленты, прошедший тракт лентопротяжного механизма магнитофона в режиме записи.

«Шум окружающей среды» (Ambient noise) — в любом месте, будь то тихая студия, жилая комната или оживленная улица, присутствует звуковой фон. В обычных условиях слух человека автоматически приспосабливается к нему и почти не замечает, если окружающий шум не слишком громок или, напротив, не необычно тих. Однако при звукозаписи или передаче, особенно при монофонической, шум даже с обычным уровнем воспринимается как чрезмерно сильный. Поэтому одной из главных задач звукопередачи является уменьшение окружающего шума, и крайне важно это делать тогда, когда он необъясним для прослушателя.

Шумоподаватель — электронное устройство, предназначенное для улучшения соотношения сигнал/шум. Существуют разнообразные конструкции таких устройств. Простейшее из них можно представить как некоторую схему, передающую сигнал с коэффициентом передачи, отличным от нуля, когда уровень сигнала больше определенного значения. Коэффициент передачи такого шумоподавателя равен нулю, когда напряжения на его входе ниже по уровню возможных минимальных значений сигнала и, следовательно, напряжения шумов таким устройством не передаются. Примером более сложного шумоподавателя может служить *шумоподаватель системы Долби*.

Шумоподаватели чаще всего применяются при звукозаписи для снижения уровня шумов носителя записи (магнитной ленты, грампластинок).

Шумоподаватель системы Долби — шумоподаватель (названный по имени его автора), основанный на принципе *компадера* (*компрессор — экспандер*), работающего в отдельных частотных интервалах: 30—80 Гц, 80—3000 Гц, 3000—40 000 Гц, 9000—20 000 Гц. В каждой полосе частот сигнал компрессируется в зависимости от своего уровня, причем динамический диапазон уменьшается за счет подъема минимальных уровней сигнала. После прохождения электроакустического тракта передачи, например канала записи — воспроизведения магнитофона, сигнал поступает в экспандер, восстанавливающий первоначальный динамический диапазон сигнала снижением минимальных уровней сигнала. Одновременно происходит снижение уровня шума, благодаря чему и достигается улучшение соотношения сигнал/шум. В шумоподавателе Долби он улучшается на 10 дБ. Основной особенностью системы является раздельное *компадирование* в частотных полосах, позволяющее использовать оптимальные для каждой из полос характеристики сжатия и расширения. Однако существует и более упрощенная модель шумоподавателя Долби — без частотного разделения, применяемая в бытовых магнитофонах.

Электроакустический канал — совокупность технических средств, с помощью которых электрические сигналы, несущие звуковую (акустическую) ин-

формацию, передаются до преобразования в акустические колебания. Отдельные части канала принято называть трактом (см. также *канал передачи*).

Электронный монтаж — соединение в необходимом порядке отдельных частей записи, содержащейся в фонограммах, путем перезаписи.

«*Экран*» (Baffle) — небольшой акустический экран, выполненный в виде щитка или коробки, используемый в непосредственной близости от микрофона, для защиты микрофона от воздействия стоячих волн в помещении и посторонних шумов. Такой экран может быть изготовлен из металлической сетки и быть неотъемлемой принадлежностью микрофона. Подобные экраны используются и для громкоговорителей: уменьшают завихрения воздуха, возникающие на их частотах.

Экспандер (расширитель) — авторегулятор, основное назначение которого заключается в увеличении (расширении) *динамического диапазона сигнала*, т. е. он по своему действию противоположен *компрессору*. Экспандеры используются самостоятельно, как правило, они применяются совместно с компрессорами, образуя так называемую *компандерную* систему. Эта система дает возможность передать сигнал с относительно широким динамическим диапазоном через канал с меньшей динамической пропускной способностью. В начале канала устанавливается компрессор — сигнал сжимается и передается через канал, в конце канала устанавливается экспандер — динамический диапазон сигнала восстанавливается до первоначального. Примером компандерной системы может служить *система Дольби*, позволяющая передавать через электроакустический канал магнитофона сигналы с широким динамическим диапазоном.

Эффект ближней зоны — увеличение выходного напряжения на низких частотах микрофона — приемника градиента давления при его приближении к источнику звука. Этот эффект связан с тем, что амплитуда звуковых колебаний, уменьшаясь по мере удаления от источника звука, наиболее сильно и меняется вблизи источника звука. Зависимость этого спада амплитуды колебаний определяется длиной волны: на коротких волнах он происходит довольно быстро, на длинных волнах медленно, занимая обширную зону вокруг источника звука. Микрофон — приемник градиента давления — реагирует на перепад давлений, обусловленный разностью фаз звуковой волны по обе стороны диафрагмы. Вблизи источника звука добавляется еще и перепад давлений, связанный с падением амплитуды колебаний, причем, главным образом, на длинных волнах, т. е. низких частотах. Соответствующий этому явлению английский термин *bass-boost* указывает на подчеркивание низких частот при звуковоспроизведении.

«*Эффект коктейльной вечеринки*» — термин, характеризующий способность слуха человека выделять голос собеседника на фоне общего разговора большой группы людей. Эта особенность слуха человека основана на способности определять направление звуковой волны и довольно точно выделять характерные особенности его звучания. При монофонической передаче звука утрата пространственного распределения источников приводит к увеличению маскировки одних звуков другими, поэтому следует принимать специальные меры для того, чтобы они хорошо различались.

Эхо — отзвуки, запаздывающие повторения сигнала, сопровождающие реверберационный процесс. Обычно этот термин применяется ко всем запаздывающим повторениям независимо от времени задержки. Но иногда (например, в данной книге) так называют отзвуки, запаздывающие более чем на 50 мс и звучащие как отдельно слышимое эхо.

«*Эхо-камера*» — специальное помещение с повышенной изоляцией от внешних звуков и хорошо отражающими стенами, полом и потолком. Время реверберации в таком помещении достигает 5 с. По электрическому каналу из аппаратной студии, через громкоговоритель в эхо-камеру подается звук, который озвучивается реверберацией камеры и поступает в микрофон, а затем обратно на микшерный пульт студийной аппаратной для подмешивания к основному сигналу передачи. Такой метод получения искусственной реверберации нашел широкое применение, так как обеспечивает звучание, близкое к естественной реверберации студии. Ограничением этого метода является отсутствие регулировки времени реверберации.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.		Стр.
Пл к русскому изданию	5	Запись звукового сопровождения фильма	76
Пр к третьему изданию	7	Съемка фильма	78
гл В. ПЕРВАЯ. Некоторые сведения о звуке		Документация фильма	80
Природа звука	9	Выбор места съемок	81
Длина волны	11	ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ. Студии	
Волны и фаза	12	Сколько должно быть студий и каких?	82
Энергия колебаний	15	Проектирование студий, борьба с шумом	84
Обертоны, гармоники и форманты	15	Реверберация	86
Воздушный резонанс	18	Окраска звука	87
Голос	20	Речевые студии	88
Ухо человека	21	Студии общего назначения	90
Громкость звука	22	Музыкальная студия	91
Громкость и частотный диапазон	23	Заглушенные студии для поп-музыки	92
Слух и звукотехника	24	Телевизионные и киностудии	93
Стереофония	26	Акустическая обработка	95
Восприятие стереофонии	28	Многоцелевой поглотитель	96
Разнесенные микрофоны	31	Использование звукопоглотителей	97
Метод искусственной головы	32	Использование акустических экранов	98
Совместимость стереофонии	33	Изменение акустики концертных залов	99
Магнитная стереозапись	34	Амбифония	102
ГЛАВА ВТОРАЯ. Оснащение студий		ГЛАВА ПЯТАЯ. Микрофоны	
Работа студий	36	Размещение микрофонов в студии	108
Аппаратная студии	37	Расстановка микрофонов	108
Организация работы студии	38	Диаграмма направленности	110
Канал передачи	39	Частотные характеристики микрофонов	112
Автоматизированные системы вещания	41	Ненаправленные микрофоны	113
Пульт звукорежиссера	41	Микрофоны с двусторонней направленностью	114
Регуляторы уровня	48	Кардиоидные и гиперкардиоидные микрофоны	116
Регуляторы стереоканалов	51	Переключаемые микрофоны	119
Введение сигнала в стереосигнал	52	Высоконаправленные микрофоны	120
Внутренняя связь в студии	54	Микрофон и шум	123
ГЛАВА ТРЕТЬЯ. Планирование и проведение передач или звукозаписи		Микрофон как элемент изображения	125
Подготовка к радиопередаче или звукозаписи	57	Индивидуальные радиомикрофоны	128
Подготовка к передаче на телевидении	58	Контактные микрофоны	130
Звукорежиссер и режиссер-постановщик на телевидении	59	Вспомогательное оборудование микрофонов	130
Звукорежиссер и художник-постановщик на телевидении	60	Микрофоны для стереофонии	133
Рабочая зона микрофона	62	Характеристики направленности совмещенных микрофонов	133
Микрофонные стойки и освещение	63	Кардиоидные микрофоны	135
Основные процедуры звукозаписи	65	Выверка стереопары	137
Установка номинального уровня	67	Стереофонический баланс микрофонов	138
Хронометраж программы	68		
Документация	70		
Приемы сигнализации в студии	72		
Организация аплодисментов	74		
Управление аудиторией	75		

	Стр.	
Близкое расположение микрофонов	139	Ансамбли популярной музыки
ГЛАВА ШЕСТАЯ. Речевой баланс		Размещение оркестра и большое количества микрофонов
Ленточный микрофон; передача одного или двух голосов	140	Концерт серьезной музыки на экране телевизора
Ненаправленный микрофон; передача одного или двух голосов	141	Опера на телевизионном экране
Шумы студии	144	Популярная музыка на экране телевизора
Шелест листов рукописи	145	Музыка в кинофильме
Использование акустики студии при передаче драматических постановок	146	ГЛАВА ВОСЬМАЯ. Звуковые эффекты
Практическое использование акустики	147	Использование эффектов
Акустика открытого пространства	149	Традиционные звуковые эффекты
Применение акустических экранов	150	«Нереалистические» звуковые эффекты
Условности взаимодействия изображения и звука	153	Звуковые эффекты, создаваемые непосредственно в студии
Использование микрофонов на стойках «журавлях»	154	Создание звуковых эффектов
Микрофон в кадре	157	Звуковая картина
Ручной микрофон на экране	158	Использование фонограмм с помощью звуковых эффектов
Применение «микрофона-пушки»	158	Изменение скорости воспроизведения записанного эффекта
Микрофон на шнурке	159	Фонотека звуковых эффектов
Использование низкокачественных микрофонов для передачи «действительности»	160	Фонотека эффектов: пластинки или магнитная лента
Речь в стереофонии	161	Автоматические устройства в производстве звуковых эффектов
Использование совмещенных микрофонов для стереофонических радиопостановок	162	Звуковые эффекты в телесериалах
Проблемы радиопостановок для стереовещания	164	Шаги в кадре
ГЛАВА СЕДЬМАЯ. Музыкальный баланс		В кадре — ветер, дождь и огонь
Что надо слушать	166	Звуковые эффекты в кино
Естественный музыкальный баланс	166	Стереозаписи
Проблемы музыкальной студии	167	ГЛАВА ДЕВЯТАЯ. Источники высокого уровня
Стерео-музыкальный баланс	169	Программы с использованием «вставок»
Моно- и стереобаланс: проблемы художественной совместимости	171	Подготовка магнитофонных вставок
Один или несколько микрофонов?	172	Начало воспроизведения магнитофонных записей
Многомикрофонная техника	174	Воспроизведение с двух магнитных фонов
Инструменты симфонических и эстрадных оркестров	175	Вставки с грампластинок и магнитофонных кассет
Семейство струнных	176	Поиск канавки на пластинке
Струнные электронные инструменты	180	Установка пластинок
Рояль	180	Устройства быстрого запуска пластинок
Роль и солист	184	Предварительное прослушивание вставок
Сложные виды фортепианного балланса	185	Смена вставок «встык»
Духовые инструменты	187	Повторное проигрывание канавки
Ударные инструменты, барабаны	190	Воспроизведение звукозаписей на телевидении
Солисты и хор	191	Звуковое сопровождение видеозаписи и кинофильма
Оркестр	193	
Оркестр с солистами или хором	194	
Опера	196	
Аплодисменты	199	

	Стр.	Стр.
Б точники	259	Искусственная реверберация 314
И несколько кана-		Обратная связь, эхо и задержки 314
В	260	Чистые тоны и белый шум 316
Т лные цепи, используемые в		Обработка источников тонов 318
Т телевизионных про-	261	Новые законы музыки 320
		«Этюд II» Стокхаузена 321
Г. А. Д. Е. Я. Т. А. Я. Регулировка уровня		Графическое создание звука 323
и микширование		Запись партитур «новейших» ком-
Р ровки уровня	265	позиций 325
Р овка звука на радио	266	ГЛАВА ТРИНАДЦАТАЯ. Контроль качества
Г ргулировки	268	Качество и слух 327
С лировки	269	Громкоговорители 329
Регулировка уювия при наличии		Контрольное прослушивание звука 333
Р во фоа	270	Шум 334
Р фоа во время сцен и ме		Нелинейные искажения 335
и ми	271	Потери высоких частот 337
Р овки, уровня на телевиде-		Магнитная лента. Помехи и иска-
и ки	272	жения 338
Смена места действия	272	Основы ленты 340
Пгно мирование	275	Высокочастотные потери в ленте 341
Т я, фоновая и связую-		Частотная коррекция 343
ш я м. ыка	275	Кдпирэффект 344
Пер от рчи к музыке	277	Поврежденная лента и случайное
С инние музыки с музыкой	278	стирание 344
Полетовальность тональности	279	Непостоянная высота тона 345
Добавление речи к музыке	280	Стереофоническая магнитная за-
Аони м. ычки в программе	281	пись 346
ГЛАВА ОДИННАДЦАТАЯ. Искусственная		Звук в кинофильмах, демонстри-
реверберация и искусственные искажения		руемых по телевидению 347
Ахо-камера	283	Грампластинки. Помехи и искаже-
Пласничати н резербератор	284	ния 348
Р звука с помощью маг-		Стереофоническое воспроизведение
и записи и реверберация		с грамластинок 349
герне водой	287	Шум пластинок 350
и я реверберация в сте-		Искажение в пластинках 351
и	288	Повреждение пластинок 352
и		Детонация 353
и	289	Лента или пластинка 355
и		Качество звука и изображения на
и	292	телевидении и в кино 355
и	295	Субъективная шкала для проверки
и		качества 356
и	295	ГЛАВА ЧЕТЫРНАДЦАТАЯ Регулировка
и	297	уровня
и		Индикаторы уровня 358
и		Контроль программы по индикато-
и		ру уровня 360
и	302	Громкость при прослушивании 361
и	304	Условия прослушивания 362
и		Динамический диапазон 363
и	307	Регулирование уровня программ 364
и	308	Сжатие динамического диапазона
и		музыки 365
и	310	Сжатие динамического диапазона
и		речи и звуковых эффектов 367
и	311	Сжатие несценической речи 367
и	312	Копирование записей 368
и		463

	Стр.	
Компрессоры и ограничители	369	ГЛАВА ШЕСТНАДЦАТАЯ. Монтаж фонограмм кинофильмов
Время срабатывания и восстановления	373	Звук и изображение при ки
Разделение сигнала и шума	374	съемках
Применение ограничителей и устройств сжатия	375	Перезапись звука
Регулирование стереофонических программ	376	Оборудование монтажной комн
		Материалы для монтажа
ГЛАВА ПЯТНАДЦАТАЯ. Монтаж магнитных фонограмм		Совместный монтаж звука и и
Запись с последующим монтажом	379	бражения
Приспособления для монтажа	380	Монтаж несинхронизированн
Монтаж липкой лентой	382	элементов
Выполнение соединения	383	Монтаж фонограммы кинофи
Проверка места соединения	384	мов
Монтаж в радиовещании	385	Планирование сведения нест
Чистовой монтаж	386	ких фонограмм в одну
Определение места монтажа	388	Составление перечня отснятых м
Монтаж музыки	389	териалов и комментария
Сложный монтаж	390	Окончательная синхронизация
Как резать ленту?	391	Перезапись разных фонограмм
Подготовка ленты для повторного использования	392	одну дорожку
Монтаж с помощью клея	392	Работы после озвучения фильма
Монтаж звука видеолент	393	ГЛАВА СЕМНАДЦАТАЯ. Звук и слуш
Определение места монтажа	395	Звук и воображение
Разрез видеоленты с перезаписью звука	396	Что делает программу интересно
Монтаж видеоленты	398	Как быть, если нет изображения
Многодорожечная запись звука, применяемая с видеозаписью	399	Фактор времени
Монтаж стереозаписи	400	Понимание и запоминание
		Доходчивость основного содерж
		ния
		Темп
		Список литературы
		Словарь терминов

ИБ № 319

Алек Нисбетт

ЗВУКОВАЯ СТУДИЯ. ТЕХНИКА И МЕТОДЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Редактор А. А. Цитленко

Обложка художника Р. А. Казакова

Художественный редактор А. А. Данилин

Технический редактор К. Г. Маркоч

Корректор В. А. Иванова

Сдано в набор 25/V 1979 г.

Подп. в печ. 26/VIII 1979 г.

Формат 60×90/16 Бумага кн.-журн. Гарнитура литературная Печать высокая

29,0 усл. печ. л. 35,22 уч.-изд. л. Тираж 9 000 экз. Изд. № 18204

Зак. № 121 Цена 2 р. 60 коп.

Издательство «Связь». Москва 101000, Чистопрудный бульвар, д. 2

Типография издательства «Связь» Госкомиздата СССР
Москва 101000, ул. Кирова, д. 40