

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СВЯЗИ ИНФОРМАТИЗАЦИИ И  
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ РЕСПУБЛИКИ  
УЗБЕКИСТАН**

**ТАШКЕНТСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ  
ТЕХНОЛОГИЙ**

«К защите»

Заведующий кафедрой «КГ и Д»

доц. Нуралиев Ф.М.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2013 г.

Выпускная квалификационная работа

**Тема: Технология линейного монтажа живых выступлений на  
концертных площадках г.Ташкента**

Выпускник	_____	<u>Ниязов И.И</u>
	(подпись)	(Ф.И.О)
Руководитель	_____	<u>Иосис И.З</u>
	(подпись)	(Ф.И.О)
Рецензент	_____	<u>Аманов О.Т</u>
	(подпись)	(Ф.И.О)
Консультант по БЖД	_____	<u>Борисова Е.А</u>
	(подпись)	(Ф.И.О)

Ташкент – 2013 г.

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СВЯЗИ ИНФОРМАТИЗАЦИИ И  
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ РЕСПУБЛИКИ  
УЗБЕКИСТАН ТАШКЕНТСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Факультет “Телевизионных технологий”

Кафедра “Компьютерная графика и дизайн ”

Направление (специальность) 5525500 - “Аудио Видео технологии”

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав кафедрой КГ и Д

Нуралиев Ф.М.

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2013 г.

**ЗАДАНИЕ**

**Ниязов Ильдар Искандарович**

1. Тема работы: Технология линейного монтажа живых выступлений на концертных площадках г.Ташкента
2. Утверждена приказом по университету от «04» февраля 2013 г. № 110
3. Срок сдачи законченной работы 21 мая 2013г.
4. Исходные данные к работе: научные труды и литература по звукорежиссуре и звукотехнике, проведению живых выступлений. Исползованные данные были оформлены на персональном компьютере с установленной на нем ОС Windows и пакета стандартных программ Microsoft Office для оформления дипломной работы.
5. Содержание расчётно – пояснительной записи (перечень подлежащих разработке вопросов) Введение. Обзор литературных источников. Экспериментальная часть. Полученные результаты и их обсуждение.
- 6.Перечень графического материала. Иллюстрированный материал по выполнению работы, слайды презентации дипломного проекта
7. Дата выдачи задания 05.02.2013г.

Руководитель \_\_\_\_\_

Задание принял \_\_\_\_\_

## 8. Консультанты по отдельным разделам выпускной работы

Раздел	Ф.И.О руководителя	Подпись дата	
		Задание выдал	Задание получил
1. Введение	Иосис И.З	05.02.2013	05.02.2013
2. Обзор литературных источников (классификация оборудования)	Иосис И.З	11.02.2013	11.02.2013
3. Экспериментальная часть (монтаж оборудования для живых выступлений)	Иосис И.З	08.04.2013	08.04.2013
4. БЖД	Борисова Е.А	06.05.2013	06.05.2013
5. Заключение	Иосис И.З	20.05.2013	20.05.2013

## 9. График выполнения работы

№	Наименование раздела работы	Срок выполнения	Отметка руководителя о выполнении
1	Введение	05.02.2013-08.02.2013	
2	Обзор литературных источников(классификация оборудования)	11.02.2013-23.02.2013	
3	Экспериментальная часть (монтаж оборудования для живых выступлений)	25.02.2013-01.04.2013	
4	БЖД	06.05.2013-17.05.2013	
5.	Заключение	20.05.2013- 25.05.2013	

Выпускник \_\_\_\_\_  
(подпись)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2013 г.

Руководитель \_\_\_\_\_  
(подпись)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2013 г.

В данной работе изучены материалы по подготовке музыкальной аппаратуры и технологий проведения живых выступлений, на концертных площадках города Ташкента. Так как технология линейного монтажа часто повторяется, мы рассмотрим два вида звукового сопровождения живых выступлений, таких как: озвучка в закрытом помещении(дворец дружбы народов) и на открытой площадке(дворец Туркестан). Для выполнения данной работы мы воспользовались различного вида информацией из учебных пособий и непосредственно практическое использование этих техник на живых выступлениях.

In the given work materials on preparation of musical equipment and technologies of carrying out of live performances, on concert platforms of a city of Tashkent are studied. As the technology of linear installation often repeats, we will consider two kinds of a soundtrack of live performances, such as: a post scoring indoors (a palace of friendship of the people) and on the open area (a palace Turkestan). For performance of the given work we have taken advantage a various kind of the information from manuals and directly practical use of these the technician on live performances.

Ushbu diplom ishida Toshkent shahar yozgi maydonlarida jonli ijrodagi konsertlar o'tkazish texnologiyalari va musiqiy asboblarni ishga tayyorlash kabi ma'lumotlar o'rganilgan. Chiziqli montaj juda keng tarqalgan bo'lib, biz jonli chiqishlardagi ovozni 2 xil turini ko'rib chiqamiz: yopiq maydonda (Xalqlar do'stligi saroyi) ovoz berish va ochiq maydonda (Turkiston saroyida) ovoz berish. Bu ishni bajarish uchun har xil turdagi o'quv mashg'ulotlari ma'lumotlaridan foydalanildi va bevosita qurilmalarni jonli chiqishlarda ishlatilishi o'rganildi.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ.....	7
<b>1. ОСОБЕННОСТЬ РАБОТЫ С “ЖИВЫМ” ЗВУКОМ.....</b>	<b>9</b>
Выводы к главе I.....	10
<b>2. КЛАССИФИКАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ..</b> .....	<b>11</b>
2.1. Вход.....	12
2.2. Управление и маршрутизация.....	21
2.3. Эффекты и обработка.....	25
2.4. Усиление.....	35
2.5. Выход звука.....	40
Выводы к главе 2.....	44
<b>3. МОНТАЖ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ЖИВЫХ ВЫСТУПЛЕНИЙ.....</b>	<b>44</b>
3.1. Особенность монтажа живого концерта в закрытой площадке.....	44
3.2. Открытая площадка.....	62
Выводы к главе 3.....	63
<b>4. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....</b>	<b>64</b>
4.1. Мероприятия по обеспечению безопасности жизнедеятельности звукооператора на рабочем месте.....	64
4.2..... Организация рабочего места звукооператора в концертном зале...71 Выводы к главе 4.....	73
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....</b>	<b>74</b>
<b>ЛИТЕРАТУРА.....</b>	<b>75</b>

## Введение

С последней трети двадцатого века очень большое значение приобрела одна из областей электроакустики - техника звукоусиления. В больших и малых помещениях, на открытых пространствах, на стадионах требуется усиление голоса (ораторов и певцов) и звуковых сигналов, создаваемых музыкальными инструментами, (в том числе электромузыкальными), а также другими источниками звукового сигнала. Кроме того, электроакустические системы используются во всех общественных сооружениях для информационной службы, как средства обеспечения тех или иных звуковых эффектов, для усиления музыкальных и речевых фрагментов, сопровождающих действие в театрах. С помощью таких систем можно улучшить "акустику" помещений или согласовать их акустические особенности с разнообразными по характеру программами.

Теоретически звукоусиливающие системы не представляют собой ничего сложного - ведь необходимо всего лишь увеличить громкость для того, чтобы большое количество людей могло слышать, что происходит. От традиционных систем озвучивания публичных мероприятий, возможно, большего и не требуется. Качество звука здесь не стоит на первом плане, единственное, что нужно - отчетливое воспроизведение речи.

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

## Цель и задачи работы

Основными задачами систем звукоусиления являются: обеспечение хорошей слышимости в концертных залах, театрах, стадионах и т.п.; обеспечение высокого качества звучания музыки, чтобы это звучание приобрело требуемые целостность и полноту; обеспечение разборчивости речи. При этом системы звукоусиления не должны препятствовать правильной локализации источников сигнала, т.к. естественная, неискаженная локализация необходима для создания контакта между слушателями и исполнителями на сцене.

Из этих задач вытекают основные требования, предъявляемые к звукоусилительным системам. С порядком значимости их можно сформулировать так:

- Высокая надежность в эксплуатации в сочетании с удобством обслуживания.
- Высокое качество звучания речевых и музыкальных программ в первую очередь с точки зрения тембральной окраски, разборчивости, отношения сигнал-шум, отсутствия искажений и паразитной акустической обратной связи.
- Равномерное распределение звука при достаточной громкости по всей площади зрительного зала (при этом уровень звукового давления определяется и регулируется в зависимости от конкретной программы), а также оптимально подобранное озвучивание сцены (сценический мониторинг).
- Правильный баланс громкостей отдельных источников на всех слушательских местах.
- Высокая комфортность прослушивания, обеспечиваемая локализацией источников сигнала и, следовательно, согласованием слухового и зрительного восприятия; оптимизацией слухового восприятия пространства (объема) за счет увеличения в некоторых залах

длительности реверберационного процесса и формирования, таким образом, ощущения пространственности; возможностью воспроизведения тех или иных звуковых фрагментов в желаемой зоне зала, включая и панорамирование.

Рассмотрев задачи и требования, предъявляемые к системам звукоусиления, хотелось бы отметить их важнейшие достоинства:

- Расширяется динамический диапазон.
- Появляется возможность точных регулировок, акустики и имеющихся помещений;
- Можно изменять и оптимизировать соотношение громкостей звучания речи, пения и инструментальной музыки.
- Появляются новые художественные средства обработки речевых и музыкальных сигналов, а также формирования пространственных эффектов, различных шумов и звуков с помощью электронных приборов.

На мой взгляд, выбранная мной тема, на сегодняшний день является актуальной не только в мире, но и для Узбекистана.

## ГЛАВА I

### Особенности работы с «ЖИВЫМ ЗВУКОМ»

При посещении концерта впечатления слушателя формируются не только характером прослушанных музыкальных произведений, но и акустической атмосферой в зале.

Основной задачей звукорежиссера при работе с живым звуком является создание для слушателя комфортной акустической атмосферы, наиболее точной передающей художественные цели конкретной программы. Для ее выполнения очевидна необходимость разделения работы звукорежиссера на две основные составляющие: технологическая часть и художественная (творческая). Первая подразумевает обеспечение технически грамотной передачи звука по всему тракту и, как следствие, отсутствие искажений. Вторая остается за рамками данной работы. Скажем лишь, что поставленные творческие задачи зачастую предъявляют требования к техническому обеспечению проводимой программы. В связи с этим представляется целесообразным обозначить основные виды программ с которыми приходится работать в условиях живого звука:

- Театральный спектакль
- Оркестр
- Концерт современной музыки (использующей электромузыкальные инструменты)

Концерт является наиболее сложным, включающим в себя (технологически) все элементы других типов программ, действием. Если театральному спектаклю свойственно комбинированное использование петличных и стационарно закрепленных микрофонов, то многие певцы используют так называемые head-set микрофоны (в технологии использования не отличающиеся от петличных), что сочетается со стационарно закрепленными микрофонами на сцене, используемыми для подзвучивания инструментов. В различных случаях, вышеуказанные типы программ могут быть представлены

в разных условиях, рассчитанных на разное количество зрителей.

Залы могут отличаться площадью озвучивания, формой, материалом отделки и, соответственно, разными акустическими параметрами и, как следствие, различными требованиями к звукоусилительной аппаратуре. Если для речи важнейшим параметром является ее разборчивость, то для музыки высокое качество звучания определяется факторами, которые в какой-то степени могут быть охарактеризованы с помощью понятий уровня громкости, прозрачности, пространственного впечатления, тембральной окраски звучания, баланса и тому подобных субъективных критериев. Если мы говорим о закрытом зале то необходимо помнить, что звук, который достигает слушателя в любом помещении прослушивания содержит информацию как о параметрах звука, созданных музыкальным инструментом, певцом и т.п., так и о свойствах помещения, в котором этот звук воспроизводится.

Помещение прослушивания является своего рода линейным фильтром, который производит обработку поступившего в него звукового сигнала, изменяя его временную структуру, изменяя его спектр, что, соответственно, приводит к изменению его тембра и определяет качество звучания. Обусловлено это, прежде всего, тем, что в помещении, наряду с прямым звуком, к слушателю приходят многочисленные отражения, которые и формируют структуру реверберационного процесса, характерную для каждого вида помещения - она зависит от его размера, формы, отделки, наличия слушателей и др.

Если речь идет об открытой площадке, то здесь очевидна необходимость создания искусственной реверберации, во избежании «сухости» звука.

### **Выводы к главе I**

Учитывая особенности и характеристики различного рода концертных залов, работа с живым звуком будет отличаться. Но независимо в каких условиях и каких помещениях проводится концерт, основной задачей звукорежиссера будет являться, создание для слушателя комфортной акустической атмосферы, наиболее точной передающей художественные цели конкретной программы.

## **ГЛАВА II.**

### **КЛАССИФИКАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ**

#### **Введение**

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

#### **Элементы системы**

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

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

## 2.1 Вход (микрофоны, распределительные коробки, мультикоры и сценические коммутаторы).

### Введение

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

### Микрофоны

Микрофон - электроакустический прибор, преобразовывающий звуковые колебания в колебания электрического тока, устройство ввода. Служит первичным звеном в цепочке звукозаписывающего тракта или звукоусиления.

#### Устройство микрофона

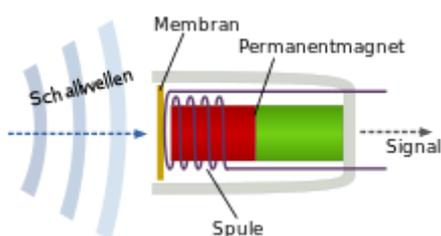


Рис 2.1.1

#### Принцип действия микрофона с подвижной катушкой

Принцип работы микрофона заключается в том, что давление звуковых колебаний воздуха, воды или твёрдого вещества действует на тонкую мембрану микрофона. В свою очередь, колебания мембраны возбуждают электрические колебания; в зависимости от типа микрофона для этого используются явление электромагнитной индукции, изменение ёмкости конденсаторов или пьезоэлектрический эффект.

Свойства акустико-механической системы сильно зависят от того, воздействует ли звуковое давление на одну сторону диафрагмы (микрофон давления) или на обе стороны, а во втором случае от того, симметрично ли это воздействие (микрофон градиента давления) или на одну из сторон диафрагмы действуют колебания, непосредственно возбуждающие её, а на вторую — прошедшие через какое-либо механическое или акустическое сопротивление или систему задержки времени (асимметричный микрофон градиента давления).

### Классификация микрофонов



Рис 2.1.2 Конденсаторный МК-319



Рис 2.1.3 Динамический м-фон

### Типы микрофонов по принципу действия

- Динамический микрофон
  - Катушечный
  - Ленточный микрофон
- Конденсаторный микрофон
  - Электретный микрофон — разновидность конденсаторного микрофона.
- Угольный микрофон
- Пьезомикрофон

## Функциональные виды микрофонов

- Студийный микрофон
- Сценический микрофон
- Измерительный микрофон («искусственное ухо»)
- Микрофон для применения в радиогарнитурах

## Характеристики микрофонов

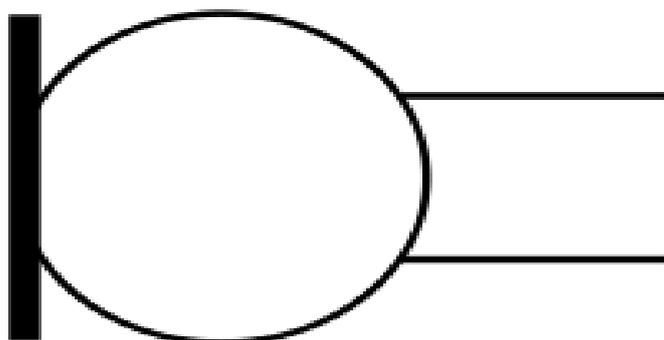


Рис 2.1.4

*Схематическое обозначение микрофона*

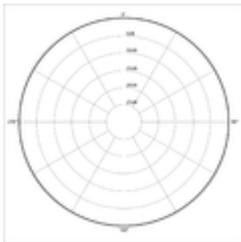
Микрофоны любого типа оцениваются следующими характеристиками:

1. чувствительность
2. амплитудно-частотная характеристика
3. акустическая характеристика микрофона
4. характеристика направленности
5. уровень собственных шумов микрофона

## Характеристика направленности

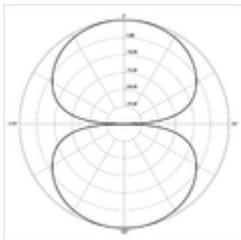
### Направленность микрофонов. Представление в полярных координатах

#### приемники давления



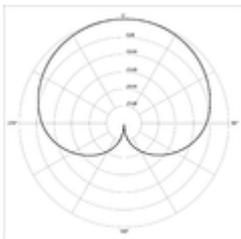
Ненаправленный

#### приемники градиента давления

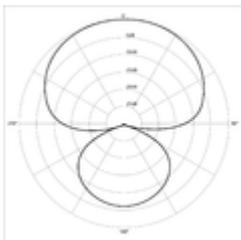


Двунаправленный  
«Восьмерка»

#### комбинированные



Кардиоид



Гиперкардиоид

Характеристикой направленности называют зависимость чувствительности микрофона от направления падения звуковой волны по отношению к оси микрофона.

### Ненаправленные микрофоны

В ненаправленных микрофонах - приёмниках давления, сила, действующая на диафрагму, определяется звуковым давлением у поверхности диафрагмы. Звуковое поле может действовать только на одну сторону диафрагмы. Вторая сторона конструктивно защищена. Если размеры микрофона малы по сравнению с длиной звуковой волны, то микрофон не изменяет звукового поля. Если размеры соизмеримы с длиной волны, тогда за счёт дифракции звуковых волн микрофон приобретает направленность. На частотах от 5000 Гц и ниже такие микрофоны являются ненаправленными. Преимуществом ненаправленных микрофонов является простота конструкции, расчёта капсуля и стабильности характеристик с течением времени. Ненаправленные капсули часто используют в составе измерительных микрофонов, в быту могут быть использованы для записи разговора людей, сидящих за круглым столом.

### **Микрофоны двустороннего направления**

В микрофонах - приёмниках градиента давления сила, действующая на движущуюся систему микрофона, определяется разностью звуковых давлений на двух сторонах диафрагмы. То есть, звуковое поле действует на две стороны диафрагмы. Характеристика направленности имеет вид восьмёрки.

Двусторонние микрофоны удобны, например, для записи разговора двух собеседников, сидящих друг напротив друга.

### **Микрофоны одностороннего направления**

Односторонняя направленность достигается в микрофонах комбинированного типа. Их диаграммы направленности близки по форме к кардиоиде, поэтому нередко их называют кардиоидными. Модификации микрофонов, имеющих ещё меньшую направленность, чем кардиоидные, называют суперкардиоидными и гиперкардиоидными, однако эти разновидности, в отличие от кардиоидного микрофона, также чувствительны к сигналам с противоположной стороны.

Эти микрофоны имеют определённые преимущества в эксплуатации: источник звука располагается с одной стороны микрофона в пределах достаточно широкого пространственного угла, а звуки, распространяющиеся за его пределами, микрофон не воспринимает.

### **Радиомикрофоны**

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

### **Распределительные коробки (DI boxes)**

Большинство систем звукоусиления имеют источники звука, которые необходимо озвучивать с помощью микрофонов. Это не относится к клавишным и гитарным системам с прямым выходом и другому подобному оборудованию. В большинстве сценических коммутаторов (stage boxes) используются



Рис 2.1.5

микрофонные сбалансированные входы, поэтому необходимы специальные средства для подключения к ним источников сигнала линейного уровня. Неприятательные распределительные коробки (direct injection boxes) согласуют входные/выходные разъемы, электрические параметры, а также защищают аппаратуру исполнителей от влияния фантомного питания.

Пассивные и активные распределительные коробки

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

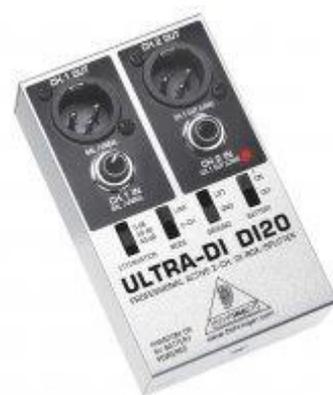


Рис 2.1.6(активный)

Активные распределительные коробки разрешают проблемы согласования с помощью активных (питаемых из вне) электронных контуров. Однако плохая электроника портит сигнал гораздо сильнее, чем хороший трансформатор, так что в условиях ограниченного бюджета выбор неоднозначен. Лучшие из моделей активных



Рис 2.1.7(пассивный)

распределительных коробок могут питаться как от внутренней батарейки, так и от фантомного питания.

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



Рис 2.1.8

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

### Сплиттеры

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

Для того, чтобы получить два выхода с одного микрофона, применяются сплиттеры. Они обычно представляют собой трансформатор со двоянным выходом (или выполнены в виде электронной схемы). Сплиттеры, обеспечивают буферизованное питание и компенсируют рассогласование сопротивлений.



Рис 2.1.9

в этом случае возрастает

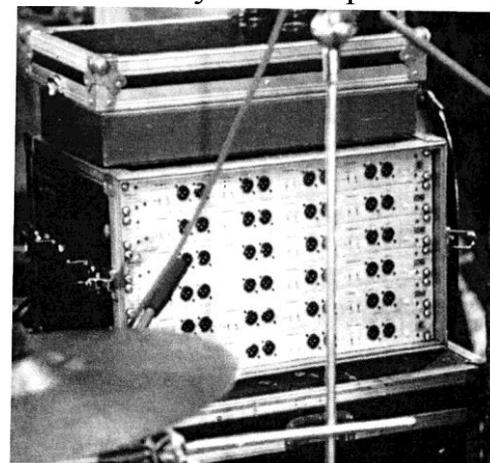


Рис 2.1.10

По своей сути сплиттер принимает микрофонные и/или линейные сигналы и размножает каждый сигнал для передачи их на другие приборы звукового тракта. При этом для борьбы с факторами, которые обуславливают снижение уровня сигнала и приводят к появлению постороннего шума и интерференций, должны применяться другие решения. В список этих факторов входит количество разветвлений сигнала и длина кабеля, а также изначально низкий уровень микрофонного сигнала и многочисленные контуры заземления в звуковом тракте.

### **Мультикор**

Мультикор - это просто броское название группы кабелей, объединенной под одной обшивкой в толстую "косичку" и имеющих соответствующую маркировку.

Применение мультикора вместо одиночных кабелей позволяет существенно сократить время прокладки и трассировки. К недостаткам мультикора следует отнести отсутствие возможности



Рис 2.1.11

наращивать его мощность и восстанавливать повреждения. По этой причине лучше приобретать мультикор с заведомо большим количеством кабелей, нежели это продиктовано текущими потребностями

### **Коммутационная панель**

Коммутационная панель – одна из составляющих структурированной кабельной системы. Это панель со множеством разъемов, располагаются они на передней ее части, на задней подведены контакты для фиксирования соединений с кабелями, соединенные электрически с разъемами. Коммутационная панель – пассивное коммутационное оборудование. Они

могут быть наборными и фиксированными. В наборной панели есть возможность создания разных типов соединения, т.е. собрать гибридную коммутационную панель с различными типами разъемов, а в фиксированной только однотипное соединение. Устанавливаемые типы соединений зависят от поставленных задач.

## **2.2 УПРАВЛЕНИЕ И МАРШРУТИЗАЦИЯ (пульт, обеспечивающий усиление, необходимые уровни сигналов, эквализацию и маршрутизацию).**

### **Введение**

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

Микшерный пульт («микшер», или «микшерная консоль», от англ. «mixing console») — электронное устройство, предназначенное для



сведения звуковых сигналов:

Рис 2.2.1

суммирования нескольких источников в один или более выходов. Также при помощи микшерного пульта осуществляется маршрутизация сигналов. Микшерный пульт используют при звукозаписи, сведении и концертном звукоусилении. Существуют аналоговые и цифровые микшерные пульта, и у каждого из этих видов существуют свои сторонники и противники, так как оба вида имеют свои очевидные преимущества и недостатки. Также микшерные пульта различаются по количеству входов и выходов. Профессиональные концертные и студийные микшерные консоли, как правило, имеют не менее 32

входов, более 6 Аух-шин, мощный эквалайзер на входах, 4 или более подгрупп, а также оснащаются высокоточными и длинноходными фейдерами. В свою очередь компактные и бюджетные микшеры имеют малое количество каналов, более скудные эквалайзеры, и нередко лишены фейдеров (которые заменяются обычными потенциометрами).

Существует отдельный класс микшерных пультов, предназначенных для работы диджея. Основное отличие DJ-пульта состоит в меньшем количестве входных каналов (например, один микрофонный и два стерео канала), наличии кроссфейдера, с помощью которого диджей плавно сводит сигналы входных каналов, а также наличие блока специальных звуковых эффектов.

### **Структура микшерного пульта**

В целом, любой микшерный пульт имеет секцию входов и секцию выходов. Секция входов состоит из определенного количества входных каналов (ячеек) — монофонических и стереофонических. Как правило, количество входных каналов на пультах кратно двум. Вход каждого моно канала обычно оформлен двумя гнездами: для микрофона (тип XLR) или линейного источника сигнала (TRS или RCA).

Каждый входной канал состоит из нескольких блоков обработки и маршрутизации сигнала. Основные из них:

Предварительный усилитель с регулировкой чувствительности (Gain или Trim), позволяющий оптимально задать рабочий уровень входного сигнала. Подавляющее большинство микшерных пультов имеют на входе источник «фантомного» питания, которое необходимо при использовании конденсаторных микрофонов или некоторых ди-боксов.

Многополосный эквалайзер, позволяющий откорректировать частотную характеристику сигнала. Профессиональные микшерные пульта оснащаются полупараметрической регулировкой полос, количество которых может достигать шести.

Блок маршрутизации входного сигнала на дополнительные шины (Aux), которые можно использовать для обработки сигнала внешним (или встроенным) процессором эффектов, либо для отправки его на отдельную мониторную линию. В зависимости от конфигурации микшерной консоли, Aux-шин может быть от двух до двенадцати. Любая Aux-шина может работать в двух режимах: Pre и Post — они определяют зависимость уровня сигнала в шине от положения фэйдера громкости. Таким образом, в Aux-шине можно создать индивидуальный микс (баланс) входных источников.

Регулятор панорамирования, с помощью которого определяется положение сигнала в звуковой стерео картине.

Фэйдер громкости входного сигнала, определяющий его уровень в общем балансе всех каналов.

Входы некоторых микшерных пультов оснащаются «точкой разрыва» (Insert), которая находится до предусилителя. Данное гнездо представляет собой одновременно вход и выход данного канала, который можно использовать для индивидуального подключения какого-либо устройства обработки сигнала, например, компрессор.

Секция выходов микшерного пульта представляет собой систему управления и маршрутизации всех присутствующих на пульте выходов. Данная секция может состоять из:

- Фэйдеров уровня общего (главного) выхода.
- Ячеек подгрупп, которые представляют собой универсальные шины, позволяющие объединять входные сигналы для определенной цели и управлять такой группой одним фэйдером, или даже отправить группу на отдельный выход. Например, можно объединить все сигналы ударной установки в одну подгруппу.

Регуляторов уровня выхода Aux-шин. Помимо выходов для Aux-шин, многие микшерные пульты имеют Aux-входы (т. н. «возврат»), которые, по сути, являются дополнительными входами. Обычно

система «посыл-возврат» используется для обработки сигнала Аух-шины внешним процессором эффектов.

- Дополнительные функций, таких как: общий эквалайзер, сумматор общего стерео-выхода в моно-сигнал, матрица (дополнительный набор универсальных шин), блоки прослушивания отдельных каналов в наушниках без вмешательства в основной баланс и многое другое.

### Применение и разнообразие микшерных пультов

На сегодняшний день микшеры применяются во всех сферах звукового усиления — студии звукозаписи, концертное



оборудование, трансляционное

Рис 2.2.2

оборудование, радиостанции и т. д. Существуют микшерные пульты со встроенными усилителями мощности (т. н. «активные микшеры»), которые идеально подходят для компактных и мобильных звуковых комплектов. Некоторые профессиональные студийные и концертные микшерные консоли оснащаются электронной моторикой всех регуляторов, что позволяет управлять ими с компьютера, при этом сама консоль остается аналоговой, однако их применение ограничивается довольно высокой стоимостью.

Отдельного внимания заслуживают цифровые микшерные пульты, основные преимущества которых заключаются в более функциональных блоках обработки и маршрутизации, возможностью сохранения всех настроек в пресеты, а также в гораздо более компактных размерах. Однако оцифровка входных сигналов и обратное преобразование цифрового сигнала в аналоговый

привело к появлению большого количества противников этой технологии. Кроме того, в отличие от традиционных микшерных консолей, где все функции и органы управления понятны любому звукорежиссеру, цифровые микшеры требуют определенного времени на их изучение.

Другой класс микшерных пультов составляют консоли для вещательных студий радиостанций. Данные микшеры, как правило, оснащаются высококачественными и сверхнадежными компонентами и фейдерами, а также так называемыми «телефонными гибридами», которые представляют собой ячейку, преобразующую телефонный сигнал в обычный звуковой.

## **2.3 ЭФФЕКТЫ И ОБРАБОТКА**

### **Введение**

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

### **Эквализация**

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

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

Фильтры типа LPF позволяют отделить от сигнала шипящие и свистящие шумы, однако не стоит забывать, что чрезмерное увлечение подобной

фильтрацией срезает также и полезные высокие частоты звука. Даже инструменты басового регистра, такие как бочка или бас-гитара, имеют много высокочастотных гармоник (до 10-15 kHz).

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

Полосовые обрезающие фильтры, называемые режекторными, используются для удаления какой-либо полосы из частотного спектра сигнала.

Диапазон подавляемых частот обычно очень узкий, так что они не оказывают заметного влияния на остальную часть сигнала.

Как мы увидим далее фильтры подобного типа довольно часто применяют в борьбе с самовозбуждением системы.

### **Компрессия**

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

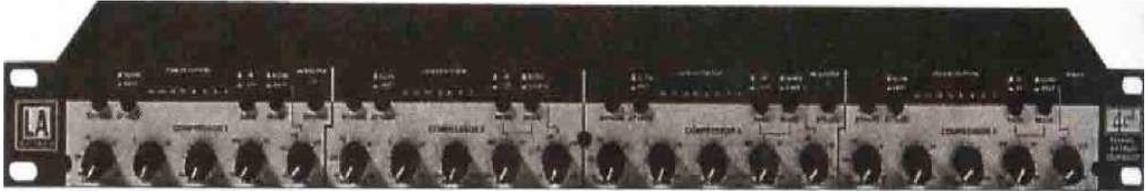


Рис 2.3.1

### **Порог (threshold )**

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

### **Время атаки (attack time)**

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

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

### Время восстановления (release time)

Это время, за которое компрессор выходит из активного состояния после падения уровня сигнала ниже порогового. Если время восстановления большое, то компрессор будет дольше находиться в активном состоянии, постоянно воздействуя на динамический диапазон входного сигнала, что может привести к ощутимой на слух пульсации, поскольку компрессия уже не приводит к его сглаживанию. Малое время восстановления способствует более сильному сглаживанию, но может привести к эффекту "захлебывания", если уровень сигнала постоянно колеблется в районе порогового значения. Таким образом, установка значения времени восстановления - это поиск компромисса между коротким, эффективным,

ощутимым на слух и длинным, менее эффективным, мягким значениями. Некоторые приборы имеют возможность автоматической установки времен атаки и восстановления. В ряде случаев это, конечно, очень удобно, но все же желательно,

чтобы прибор можно было настраивать и вручную, поскольку заводские установки не могут учесть разнообразия условий, в которых будет использоваться аппаратура.

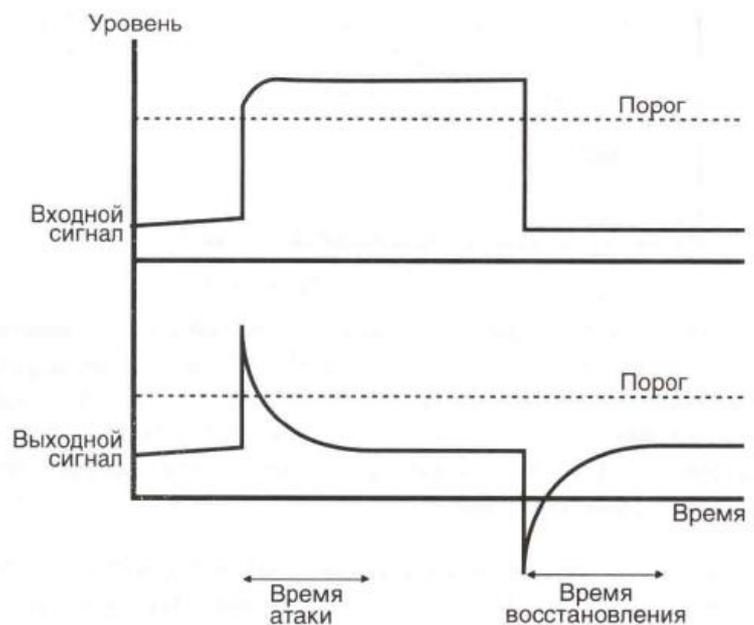


Рис 2.3.2

### **Коэффициент сжатия (compression ratio)**

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

Коэффициент компрессии 2:1 уменьшает уровень сигнала, превысившего значение порогового, в соотношении **2:1**.

### **Компенсирующее усиление (makeup gain)**

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

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

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

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

### **Стереосвязь (stereo link)**

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

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

## **Боковой канал (side chain)**

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

В боковой канал можно заводить и другие сигналы. Например, можно управлять компрессией музыки с помощью уровня речевой программы. При этом сигнал, входящий через боковой канал компрессора, будет понижать уровень музыкального материала (подобный алгоритм часто используется в D1-консолях). Такая система позволяет поддерживать максимальный уровень, не затушевывая при этом вокал или речь.

## **Индикация**

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

оказывает сильное воздействие на сигнал, попробуйте уменьшить коэффициент сжатия.

### **Жесткая и мягкая компрессия (hard/soft knee)**

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

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

Клавишные инструменты обычно являются заведомо скомпрессированными источниками звука, хотя клавишник имеет массу возможностей обмануть звукорежиссера, понижая уровень громкости во время контрольной проверки звука или поднимая уровень в субмикшере. Характер многих синтезированных звуков зависит от громкости. Компрессия 8:1 поможет управлять громкостью этих сигналов и обеспечит их читаемость в общем миксе.

## Реверберация

Эхосигнал представляет отражённую от препятствия звуковую волну. Явление реверберации состоит в суперпозиции различных эхосигналов от одного источника звука. Эффект реверберации можно наблюдать в закрытых помещениях после выключения источника звука. Художественно-эстетическое впечатление, создаваемое реверберацией, зависит от контекста звукового произведения и определяется в высших отделах головного мозга. Обычно избыточная длительность реверберации приводит к неприятной гулкости, «пустоте» помещения, а недостаточная — к резкому отрывистому звучанию, лишённому музыкальной «сочности». Искусственно создаваемая реверберация в определённых пределах способствует улучшению качества звучания, создавая ощущение приятного «резонанса» помещения.

При записи речи, пения, музыки, а также создания различных шумовых эффектов использование искусственной реверберации является составной частью общей обработки аудиосигнала. Такой вид обработки определяется как техническими условиями проведения записи, так и художественно-эстетическими задачами. Реверберацию используют для улучшения и подчёркивания художественной выразительности речи, пения, звучания отдельных музыкальных инструментов. Так, например, при записи музыкальных программ в помещении с неудовлетворительной акустикой или малого для данного состава исполнителей объёма обычно не удаётся получить необходимое соотношение между гулкостью и чёткостью звучания. В этом случае применение искусственной реверберации позволяет добиться улучшения качества звучания музыкальной программы. Аналогично, реверберация помогает создать необходимую акустическую окраску голоса или инструмента при записи вокалиста или солирующего инструмента, когда он «тонет» в звучании сопровождающего ансамбля.

С помощью реверберации можно создать эффект приближения и удаления источника звука. Для этого постепенно изменяют уровень реверберации,

создавая иллюзию изменения акустического отношения, а значит, и впечатление изменения звукового плана. При озвучивании видеофильма или звуковом оформлении презентации нередко возникает потребность подчеркнуть акустическую обстановку того или иного места действия. Для этого также используют эффект реверберации.

Эффект реверберации может нести не только характер внешнего оформления, но и использоваться как средство усиления драматического действия. Известно, например, какое действие производит шёпот, записанный с большим временем реверберации. Необходимо также помнить, что на фоне музыки, записанной с реверберацией, наблюдается более чёткая разборчивость речи, чем при наложении на музыку, записанную без реверберации. Однако следует избегать чрезмерного увлечения реверберацией, так как это может отразиться на чёткости звучания.

### **Описание эффектов**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## 2.4 УСИЛИТЕЛИ МОЩНОСТИ

Задача усилителя проста, но чрезвычайно важна - усиливать громкость звука. Однако этот процесс никогда не бывает обособленным, напротив - на качество усиления влияет множество факторов.

Первые усилители применяли ламповую технологию и были сущим кошмаром для гастролирующих музыкантов. Они состояли из множества хрупких стеклянных ламп, которые



Рис 2.4.1

имели склонность к перегреву и довольно быстро старели, но надо отдать должное их приятному и теплomu звуку. Современные транзисторные усилители обладают чистым, свободным от шумов звуком. Позднее появились комплементарные полевые транзисторы (MOSFET). Усилители, работающие на этой элементной базе, соединили в себе достоинства звука ламповых усилителей с надежностью обыкновенных транзисторных аналогов. При этом они стоят гораздо дешевле ламповых, обладают чистым звуком и зачастую более качественно отрабатывают сигналы с короткой атакой, чем их обычные транзисторные аналоги.

В зависимости от режима работы выходного каскада усилители делятся на:

- класс, или режим «А» — режим работы, в котором каждый активный прибор (лампа или транзистор) выходного каскада всегда работает в линейном режиме. При воспроизведении гармонических сигналов угол отсечки активного прибора равен  $360^\circ$ : прибор никогда не закрывается и, как правило, никогда не переходит в режим насыщения или ограничения тока. Все линейные одноктактные усилители работают в режиме А.
- класс «АВ» — режим работы двухтактного каскада, промежуточный между режимами А и В. Угол отсечки каждого активного прибора существенно больше  $180^\circ$ , но меньше  $360^\circ$ .
- класс «В» — режим работы двухтактного каскада, в котором каждый активный прибор воспроизводит с минимальными искажениями сигнал одной полярности (либо только положительные, либо только отрицательные значения входного напряжения). При воспроизведении гармонических сигналов угол отсечки активного прибора равен  $180^\circ$  или несколько превышает это значение. Для уменьшения нелинейных искажений при переходе сигнала через ноль выходные лампы или транзисторы работают с небольшими, но не нулевыми токами покоя.

Установка нулевого тока покоя переводит каскад из режима В в режим С: угол отсечки уменьшается до менее  $180^\circ$ , при переходе через ноль оба плеча двухтактной схемы находятся в отсечке. Режим С в звуковой технике не применяется из-за недопустимо высоких искажений.

- класс «D» — режим работы двухтактного каскада, в котором каждый активный прибор работает в ключевом режиме. Управляющая схема преобразует входной аналоговый сигнал в последовательность импульсов промодулированных по ширине (ШИМ), управляющих мощными выходными ключами. Выходной LC-фильтр, включенный между ключами и нагрузкой, демодулирует импульсы выходного тока.

По типу применения в конструкции усилителя активных элементов:

- ламповые — на электронных лампах. Составляли основу всего парка УНЧ до 70-х годов. В 60-х годах выпускались ламповые усилители очень большой мощности (до десятков киловатт). В настоящее время используются в качестве инструментальных усилителей и в качестве звуковоспроизводящих усилителей. Составляют львиную долю аппаратуры класса HI-END. А также занимают большую долю рынка профессиональной и полупрофессиональной гитарной усилительной аппаратуры.
- транзисторные — на биполярных или полевых транзисторах. Такая конструкция оконечного каскада усилителя является достаточно популярной, благодаря своей простоте и возможности достижения большой выходной мощности, хотя в последнее время активно вытесняется усилителями на базе интегральных микросхем.
- интегральные — на интегральных микросхемах (ИМС). Существуют микросхемы, содержащие на одном кристалле как предварительные усилители, так и оконечные усилители мощности, построенные по различным схемам и работающие в различных классах. Из преимуществ — минимальное количество элементов и, соответственно, малые габариты.

- гибридные — часть каскадов собрана на полупроводниковых элементах, а часть на электронных лампах. Иногда гибридными также называют усилители, которые частично собраны на интегральных микросхемах, а частично на транзисторах или электронных лампах.
- на магнитных усилителях. В качестве усилителей звуковых частот большой мощности предлагались, как альтернатива электронным лампам в 30 - 50 годы американскими и немецкими инженерами. В настоящее время являются "забытой" технологией

## Кроссоверы

Кроссовер - предназначен для разделения спектра акустического сигнала на несколько частотных полос. Многополосная система звуковоспроизведения состоит из нескольких отдельных усилителей мощности, каждый из которых нагружен на собственные акустические громкоговорители.

Конструкция каждого канала многополосной системы звуковоспроизведения оптимизируется на качественное и эффективное воспроизведение полосы частотного диапазона.

Пограничные частоты полос выбираются так, чтобы при интерференции полос получить полный диапазон спектра акустического сигнала без взаимного наложения или провалов.



Рис 2.4.2

**Активные кроссоверы** используют дополнительные источники напряжения для питания активных фильтров, из которых они состоят.

Активные фильтры кроссовера позволяют разделять спектр сигнала без потери первоначального уровня сигнала, компенсируя потери дополнительным усилением.

Активные кроссоверы применяются для разделения на частотные полосы маломощных сигналов, позволяя включать их перед усилителями мощности отдельных частотных каналов.

**Пассивный кроссовер** представляет собой набор разделяющих пассивных фильтров, частоты разделения которых фиксированно согласованы между собой.

Рассчитываются на большой ток и включаются в выходную цепь усилителя мощности, разделяя выходной сигнал усилителя на отдельные частотные полосы внутри акустической системы.

Пассивные кроссоверы применяются для дополнительного разделения отдельных полос на более узкие, что позволяет, превратить трехполосную систему в четырехполосную, используя только три усилителя.

Для этого обычно применяют специальные высокочастотные акустические системы, которые подключаются в дополнение к обычным высокочастотным системам. Такие высокочастотные акустические системы, называемые твитерами.

Все акустические системы многополосной системы хорошо воспроизводят одни частоты и гораздо хуже или вообще не воспроизводят другие. В большинстве случаев они сконструированы так, что могут качественно воспроизводить звук только тогда, когда в поданном на них сигнале отсутствуют частоты соседних полос.

Частотная полоса сигнала, подаваемая на тот или иной громкоговоритель, должна в точности соответствовать его рабочему диапазону частот. Качественная работа любого громкоговорителя возможна только в пределах его рабочего диапазона частот.

Правильно настроенный кроссовер позволяет получить предельно качественный звук с максимально возможным для системы уровнем громкости и минимумом искажений, так как, удаляя из сигнала систем все частоты,

создающие искажения, кроссовер повышает удельную мощность основных рабочих частот этой системы.

### **Процессоры управления систем звуковоспроизведения**

Процессоры управления систем звуковоспроизведения - представляют собой комбинацию различных систем кроссоверов, эквалайзеров, лимитеров, линий задержки и устройств управления параметрами сигналов системы звуковоспроизведения и предназначены для решения задачи - повышения отдачи системы звуко-воспроизведения. Процессоры управления системами звуковоспроизведения используют для анализа выходные сигналы усилителей мощности отдельных полос, производя коррекцию отдельно в каждой из этих полос.

Эти сигналы подаются на анализирующие входы процессора непосредственно с выхода усилителей мощности. Если ток превысит предельное значение, процессор управления произведет ограничение сигнала.

## **2.5. ВЫХОД ЗВУКА**

Акустические системы (в простонародье — акустика или колонки) являются неотъемлемой составной частью звукового комплекса. Рассмотрим основные разновидности акустических систем:

1. Широкополосные акустические системы (состоящие из одного корпуса с необходимым количеством динамиков)

Двухполосные (СЧ+НЧ\ВЧ)- имеют одну фиксированную частоту раздела, состоят из двух динамиков, больший из которых выполняет функцию воспроизведения СЧ + НЧ, а второй только ВЧ.

Трехполосные (НЧ/СЧ/ВЧ)- имеют две фиксированных частоты раздела, как правило состоят



Рис 2.5.1

из трех динамиков, каждый из которых отвечает за воспроизведение своей частоты.

2. Многополосные акустические системы (кабинет- корпус «колонки» с динамиком, иногда с со встроенным фильтром), чаще с активным частотным разделением через кроссовер (прибор, позволяющий разделять звуковой сигнал до 5 частотных полос с возможностью оперативного вмешательства в настройку прохождения звукового сигнала в каждой из полос). Из всего многообразия многополосных систем следует выделить наиболее часто встречающиеся разновидности (комплектация):

- Сателлиты — акустические системы, предназначенные для воспроизведения сч\вч звукового сигнала (полоса частот от 100 до 18 000 гц)
- Сабвуферы - (в простонародье субы, низкочастотные кабинеты (акустические системы) с частотой раздела 40-150 гц)
- 2) ВЧ кабинеты, СЧ кабинеты ( иногда с возможностью раздела на два кабинета — так называемая «высокая середина» и «низкая середина»), Сабвуферы, Инфрасубы (с частотой раздела 20-40 гц)

Следует помнить о том, что все разновидности акустических систем могут быть двух категорий: пассивными и активными.

*Пассивные акустические системы* получают звуковой сигнал от внешних усилителей (устройств, усиливающих звуковой сигнал, поступающий с пульта, в десятки и сотни раз).

*Активные акустические системы* получают звуковой сигнал от встроенных в корпус системы усилителей.

Огромное количество литературы посвящено этому компоненту системы звукоусиления, но единственное, что необходимо нам знать на данный момент - есть два типа колонок: порталы (для аудитории) и мониторы (для исполнителей).

**Понятие звукового портала** — совокупность акустических систем, отвечающих за воспроизведение звуковой информации н-р левого(правого) канала (в примере с комплектом 5 квт — 2,5 квт тоже можно назвать порталом). Чаще порталом называют совокупность стеков числом более двух.

Часто используют еще один термин — кластер, это комплекс акустических систем, используемых в подвесе по центру большой сценической площадки и часто воспроизводящий суммированный сигнал от левого и правого каналов и направляется на партер. Это делается для того, чтобы, при наличии огромной ширины сцены зрители, стоящие вблизи сцены, адекватно слышали музыкальную программу, ведь левый и правый порталы не в состоянии так широко озвучить площадь перед большой сценой.

При озвучивании огромных пространств — аэродромов, городских площадей и т.д. для лучшей разборчивости музыкального сигнала используются так называемые башни дилей (дилей- задержка звука). Как известно, звук имеет определенную скорость распространения. Поэтому зрители, находящиеся на почтительном расстоянии от сцены (более 30 м) будут слышать звуковой сигнал с



Рис 2.5.2

задержкой. Чтобы этого не происходило, и строятся башни дилей. Электронными приборами эта естественная задержка звука исправляется. В качестве акустики в них может находиться любой из перечисленных выше типов акустических систем.

### **Следующий термин — линейный массив.**

Понятие линейный массив- система звуковых акустических узконаправленных кабинетов, позволяющая, в силу способности гибкой

настройки, максимально качественно озвучивать акустически сложные мероприятия (дворцы спорта, стадионы, незамкнутые акустические настройки,

максимально качественно озвучивать акустически сложные мероприятия (дворцы спорта, стадионы, незамкнутые акустические пространства). Чаще всего используется в подвесе, реже в виде обычного портала на сцене, но с возможностью создания нужного направления распространения звука для сч\вч\ кабинетов.

Следует помнить, что не все акустические системы, для которых используется подвес, являются линейным массивом. Это всего лишь зрительный обман для заказчика. Однако подвес акустических систем, не являющихся линейным массивом, во многих случаях является единственным способом относительно качественно озвучить сложную акустически площадку.

**Мониторы** — акустические системы сценической подзвучки, чаще всего двухполосные и со встроенным фильтром. Встречаются мониторы с активны разделением ВЧ и НЧ динамиков.



Рис2.5.3

**Прострелы (сайдфиллы)**- системы акустические, предназначенные для более качественного (прострельного) озвучивания сценической площадки с расстоянием между порталами более 10 м, с большим количеством музыкантов и со сложным сценическим оборудованием типа подзвученной ударной установки, гитарных и басовых комбо и т.д



Рис 2.5.4

## Выводы к главе 2

В этой главе мы провели анализ профессиональной звуковой техники, которую в настоящее время используют в музыкальном мире.

Профессиональная аппаратура, в свою очередь отличается от повседневного музыкального оборудования, с которой мы часто сталкиваемся.

Подводя итог этой главы, можно сделать выводы, что для качественного проведения музыкально-развлекательных мероприятий и концертов, требуется хорошая акустическая система озвучки.

## ГЛАВА III

### МОНТАЖ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ЖИВЫХ ВЫСТУПЛЕНИЙ

#### Введение

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

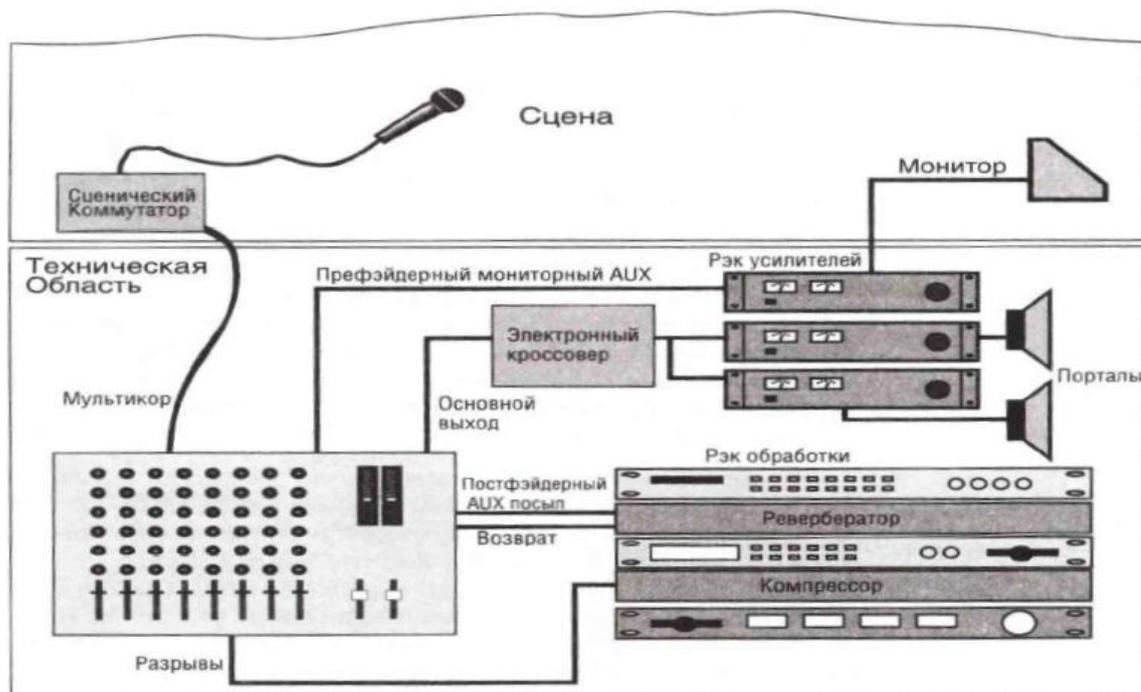


Рис 3.1.1

Многие звукоинженеры недооценивают роль сценического мониторинга в условиях "живого" исполнения. Эта немаловажная деталь позволяет устанавливать требуемый баланс и устраняет необходимость утомительной и порой безрезультатной борьбы с уровнем громкости аккомпанирующих инструментов. Музыканты оценивают работу

звукоинженера по качеству звука на сцене. Создание условий, позволяющих исполнителю слышать самого себя, в значительной мере обуславливает требуемый уровень аккомпанимента.

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

### **Для начала разберемся с расположением звука в зале.**

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

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

Такая расстановка создает очевидную проблему - как добиться высокого уровня громкости в конце зала, не оглушив людей, сидящих перед сценой.

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

В качестве альтернативного варианта можно воспользоваться множеством широкополосных колонок с узкой дисперсией, монтируемых в задней части зала. Такая конструкция позволяет избежать отражений сигнала от поверхностей. Основной недостаток этого метода состоит в том, что для

перекрытия всего пространства требуется большое число колонок и, если не уделить этой проблеме пристального внимания возможно возникновение интерференционных явлений между ними

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

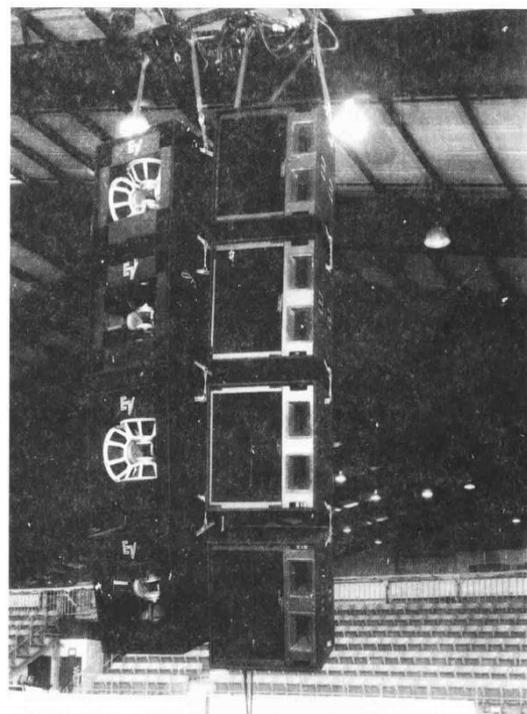


Рис 3.1.2

Подвешенные стеки громкоговорителей позволяют направлять звук в различные части зала.

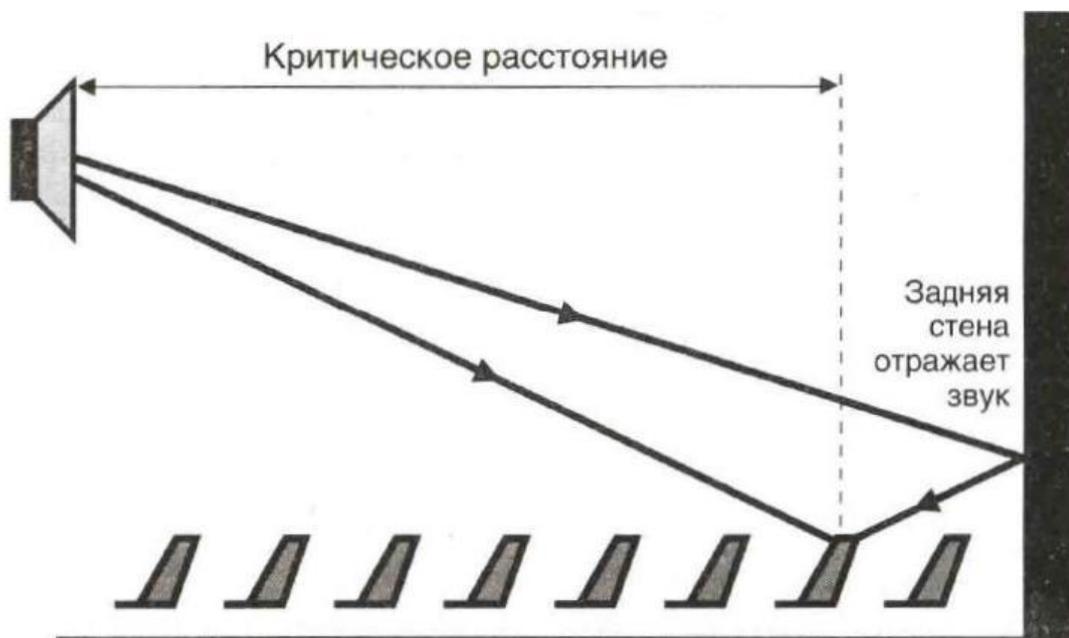


Рис 3.1.3

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

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



Рис 3.1.4



Рис 3.1.5

отраженный сигналы имеют одинаковую мощность.

Есть два пути решения этой проблемы. Первый - изменить акустические свойства зала, снизив количество отраженных сигналов. Здесь трудность состоит в том, что это необходимо сделать для всего частотного спектра сигнала, а не только для его высокочастотной составляющей, поэтому маловероятно, что вам помогут занавески.

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

### **Компрессионные драйверы**

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

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

Существует множество разновидностей компрессионных динамиков, так что не составляет особого труда подобрать идеально подходящий для конкретных

условий (дисперсия и расстояние). Для озвучивания близлежащих областей зала используются компрессионные динамики с большей дисперсией, уменьшающейся по мере увеличения расстояния. Естественно, необходимо помнить об интерференционных явлениях, однако возможность их возникновения можно довольно легко определить на глаз (проводя мысленную линию по прямой части рупора), на слух (выводя каждый из рупоров в режим соло) или с помощью специальных тестирующих приборов. При инсталляции системы следует принимать во внимание тот факт, что акустические свойства зала меняются. Например, степень поглощения высокочастотной составляющей звука увеличивается по мере заполнения зала. Коррективы приходится проводить в рабочем порядке, поскольку аудитория не предрасположена слушать розовый шум тестирующего сигнала и вряд ли отнесется с пониманием к просьбе покинуть зал для проведения контрольных измерений звука.

### **Мониторы первого плана, второго плана и прострелы**

Обычно корпуса мониторных колонок имеют форму трапеции, что позволяет располагать их на полу и направлять непосредственно на исполнителя, избегая излишнего загромаждения сцены колонками и снижая уровень акустических отражений. Динамики мониторов должны обладать узкой дисперсией. Мощности усилителя в 100-250 W вполне достаточно для озвучивания сцены, а некоторые из моделей выполнены в виде активных колонок. Это значительно упрощает инсталляцию системы, хотя и не способствует гибкости перекрестной коммутации в случае возникновения неполадок.

Применение прострелов - еще один метод увеличения уровня громкости звука на сцене. При этом



Рис 3.1.6

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



Рис 3.1.7

Для снижения вероятности самовозбуждения необходимо уводить

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

### **С системой звука разобрались и переходим к расстановке микрофонов для музыкантов**

Чтобы лучше понять особенности работы монтажа звука, рассмотрим классический вариант озвучки инструментов.

Все составляющие барабанной установки снимаются отдельным микрофоном.

Для большого барабана (бас-барабан, бочка) необходим динамический (т.к. он лучше выдерживает большое акустическое давление) микрофон с большой мембраной (для более точной передачи низкочастотных составляющих), например Shure beta 52, или AKG D112.

Микрофон устанавливается перед отверстием в заднем пластике барабана таким образом, чтобы плоскость мембраны совпадала с плоскостью пластика. Также имеет успех использование PZM микрофонов, как самостоятельно, так и в паре с динамическими. Эти микрофоны просто кладутся внутрь барабана на какую-нибудь демпфирующую поверхность.

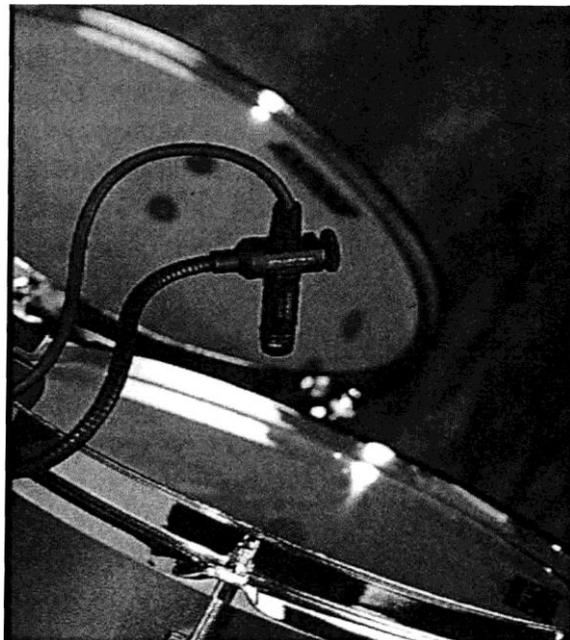


Рис 3.1.8

Малый барабан (рабочий, snare (англ.)) снимается также динамическим, но с малой мембраной, микрофоном, например Shure SM57. При его установке нужно соблюдать следующие принципы: мембрана микрофона должна быть параллельна пластику барабана и направлена на его центр. Очевидно, что это невозможно, ибо создает трудности для исполнителя. Поиск разумного компромисса в этой ситуации - задача звукорежиссера. Также возможно использование второго (конденсаторного, т.к. у него расширена частотная характеристика в области ВЧ) микрофона (Shure SM 81), который устанавливается у заднего пластика малого барабана и снимает пружину.

Томы (теноровый, альтовый, баритоновый) также снимаются динамическими микрофонами, например Shure SM 57, SM 56, Sennheiser 421.

Хай-хэт снимается конденсаторным микрофоном, например Shure SM 81. Наиболее распространенными вариантами установки являются расположение микрофона сверху края верхней тарелки хай-хэта и направленного под

углом к плоскости тарелки, либо установка микрофона сбоку от хай-хэта таким образом, чтобы плоскость мембраны была перпендикулярна плоскости инструмента.

Пример установки конденсаторного микрофона при озвучивании хай-хэта



Рис 3.1.9

Тарелки снимаются конденсаторными микрофонами и тут открывается огромное поле для экспериментов в смысле расстановки, типов микрофонов, их количества. Ограничимся рамками концертной работы и опишем две наиболее часто встречающиеся ситуации. В одной из них, над тарелками вешаются два микрофона, один над крэшем (crash) и хай-хэтом, другой над крэш-райдом (crash-ride) и райдом (ride). При установке неплохо помнить о том, что ось диаграммы направленности излучения тарелок перпендикулярна их плоскости. При этом возможно включение этих микрофонов в противофазе для устранения паразитных низкочастотных составляющих, а также для уменьшения уровня попадания в них сигналов от других барабанов. Во втором случае на стойку, под каждую тарелку вешают миниатюрный микрофон, например Shure beta 98, направляя его так, чтобы мембрана была параллельна плоскости тарелки и на некотором удалении от ее центра.

микрофоны Shure SM 57, 56 и их аналоги. (В студии для снятия звука электрогитары используют большее количество преобразователей 3-4 с привлечением парка конденсаторных микрофонов)

Бас-гитара обычно снимается с комбо-усилителя либо динамическим микрофоном с большой мембраной того же типа, что и для бас-барабана, либо с линейного выхода усилителя проводом в пульт.

Исключение составляют клавишные инструменты. Они снимаются либо прямо в пульт с выхода инструмента, в этом случае обязательно использование DI box'a (прибор для превращения несимметричного сигнала в симметричный), т.к. низкоомный выход клавишных будет служить причиной значительных наводок даже при небольшой длине кабеля. Либо с линейного выхода клавишного комбика, который обладая более высоким сопротивлением уменьшает вероятность появления помех.

Для озвучивания вокала в концертных условиях лучше всего подходят специальные динамические вокальные микрофоны, например Shure SM 58, AKG D 880 и их аналоги. Преимущество динамического микрофона перед конденсаторным в данном случае заключается в том, что первый больше устойчив к механическим воздействиям и обладает меньшей чувствительностью, что в концертных условиях скорее плюс, нежели минус. Все микрофоны, предназначенные для концертного использования обладают кардиоидной или супер-кардиоидной характеристикой направленности для уменьшения проникновения в микрофон посторонних звуков.

### **Система из нескольких микрофонов**

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

необходимо либо совмещать микрофоны, направляя их под различными углами, либо располагать их в соотношении 3:1 (закон установки микрофонов "3:1" означает, что расстояние между микрофонами должно в три раза превышать расстояние от них до источника звука). Придерживаясь этих правил, вы избежите проблем, обусловленных интерференцией между микрофонами.

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

### **Методы стереофонического размещения микрофонов**

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

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

## Совмещенные XY

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

## Разнесенные XY

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

## Разнесенные АВ микрофоны

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

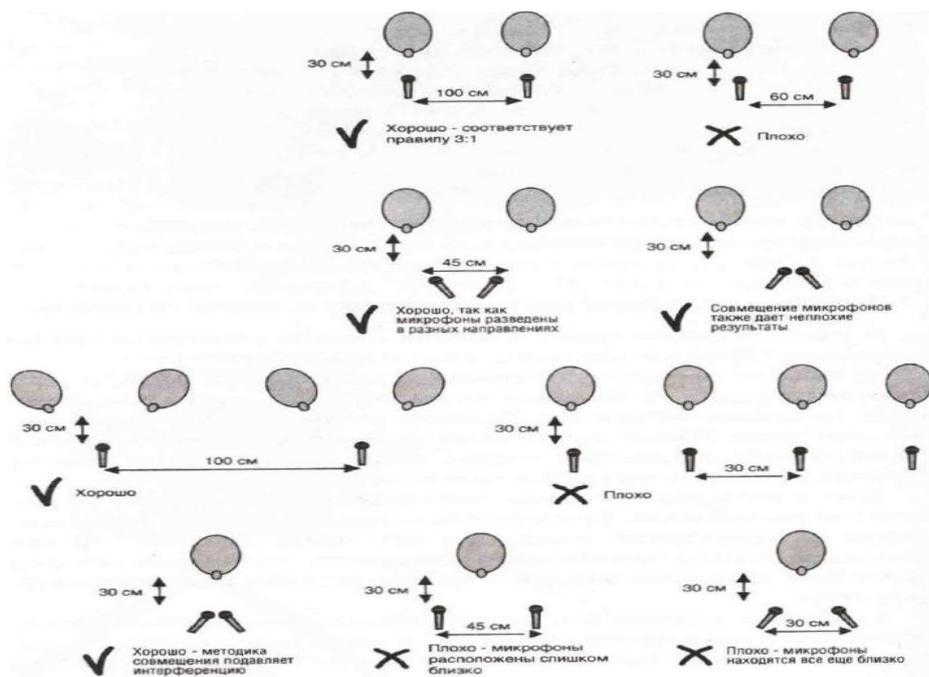


Рис 3.1.10

## **Коммутация оборудования**

При монтаже оборудования надо прокладывать коммутацию наиболее оптимальным путем.

Надо укладывать коммутацию так, чтобы ни один из кабелей не проходил под ногами, а также через рабочее пространство сцены.

Всегда при раскладке и подключении кабелей надо подобрать их правильную длину. Не допускать укладки проводов “внатяг” и, в тоже время, избегать их избыточной длины. Первое позволит избежать проблем с нехваткой длины кабеля при перестановке оборудования, а второе облегчит задачу приведения в порядок всей коммутации.

При большом количестве проводов на сцене, надо использовать небольшие мультикоры-сабснэйки для того чтобы уменьшить количество проводов, идущих к основному мультикору или сплиттеру. Это также позволит уменьшить длину проводов, используемых для коммутации.

Заранее, до прибытия на площадку, надо определиться с размещением мультикоров на сцене. Требуется оставить в каждом из них один-два резервных канала на случай возникновения проблем.

После окончательной расстановки оборудования, желательно зафиксировать все кабели, идущие по полу.

### **Рассмотрим пример подготовки концерта группы БИ-2**

#### **Технический райдер**

#### **Технический райдер для группы БИ-2**

#### **РАЗМЕЩЕНИЕ ПУЛЬТА.**

Пульт зала (F.O.H.) должен находиться в центре зала на уровне стоячих мест партера БЕЗ подиума. Пульт зала размещается в позиции, из которой видно всю сцену спереди и слышно громкоговорители зала (РА), на расстоянии 20-30 м от сцены.

## **ОБОРУДОВАНИЕ.**

### ***ФОН MIXING DESK (ПУЛЬТ):***

Цифровые консоли

DiGiCo/DIGIDESIGN/SondCraft/MIDAS/YAMAHA/Allen&Heath

Аналоговые YAMAHA/MIDAS/SOUNDCRAFT/Allen&Heath и т.п. . .

### ***ОБОРУДОВАНИЕ У ФОН ПУЛЬТА:***

DBX 166 / DBX 160 / BSS DPR504

DBX 266XL / BSS DPR402

KLARK DN360 / BSS FCS966/ DBX2231/ ХТА в разрывах мастер выходов  
TC D2

SPX90/ SPX2000

В случае использования цифрового пульта никакого дополнительного оборудования не требуется.

### ***4.4. МОНИТОРЫ СЦЕНЫ.***

12 X 600W напольных мониторов (6 линий)

+ 6 X KLARK DN300/DBX2031 (см. STAGEPLAN)

2 X 1000W SIDEFILL мониторов (моно-посыл)

+ 1 X KLARK DN360/BSS FCS966/DBX2231 (см. STAGEPLAN)

2 X FRONTFILL мониторов для озвучивания первых рядов партера, если необходимо.

## **5. ОБОРУДОВАНИЕ СЦЕНЫ (BACKLINE).**

Комбик басовый	Marshall, Gallien Krueger, Hartke, мощность от 400 Вт
Усилитель гитарный + колонка GUITAR 1	<b>Гитарный усилитель предоставляет группа.</b> Требуется колонка MARSHALL 4X12"

	guitar cabinet и коммутация к ней. <i>Наличие усилителя к колонке, в качестве резерва, желательно.</i>
Усилитель гитарный + колонка GUITAR 2	MARSHALL JSM800/900/2000 + 4X12" guitar cabinet
Усилитель гитарный + колонка GUITAR 3	<b>Гитарный усилитель предоставляет группа.</b> Требуется колонка MARSHALL 4X12" guitar cabinet и коммутация к ней.
Комплект барабанов DW / SONOR / GRETSCHE / TAMA starclassic (наличие новых пластиков на всех барабанах очень и очень желательно)	KICK DRUM 22" (pinstripe) + PEDAL SNARE DRUM 14"/5,5" + STAND RACK TOM 12"/14" + напольная стойка FLOOR TOM 14"/14" FLOOR TOM 16"/16" WD/YAMAHA/MAPEX DRUM THRONE DRUM LIFT 2m X 3m X 0,4m + CARPET 2X2m WD/YAMAHA HIHAT STAND + LOCK 5 X CYMBAL STAND + LOCKS
DI box	5 X BSS/RADIAL/KLOTZ/KLARK
Гитарные/микрофонные стойки	4 X гитарные, в т.ч. для акустики и баса. Комплект микрофонных стоек для барабанов. Микрофонные стойки для комбиков, 4 шт. Микрофонные стойки для вокальных микрофонов, 2 шт. <i>Микрофонную стойку для вокального микрофона VOX 1 предоставляет группа.</i>

**6. Лист коммутации дополнительных посылов AUX SENDS:**

- 01 premon mix 1
- 02 premon mix 2
- 03 premon mix 3
- 04 premon mix 4
- 05 premon mix 5
- 06 premon mix 6
- 07 presidefill mix 7
- 08 post       SPX90/SPX2000
- 09 post       TC D2
- 10 post       SPX90/SPX2000

**ЛИСТ ВХОДОВ (INPUT LIST).**

<b>Ch.</b>	<b>Источник сигнала</b>	<b>Mic/DI/XLR</b>	<b>Компрессор/гейт</b>
01	KICK FRONT	Beta52/AKG112/M88/ND868	GATE+COMP
02	KICK BEATER	D6/sm91/e901	
03	SNARE TOP	ATM23/e604/e904	
04	SNARE BTM	ATM23/e604/e904	
05	RACK TOM*	beta98/e604	GATE+COMP
06	FLOOR TOM 14''	beta98/e604	GATE+COMP
07	FLOOR TOM 16''	beta98/e604	GATE+COMP

08	HIHAT	C451/sm81/sm94	
09	OH L	AT4050/sm94/sm81/e614	COMP
11	Ride	AT4050/sm94/sm81/e614	
12	BASS DI	DI	COMP
13	BASS MIC	**	
14	GUITAR 1	**	
15	GUITAR 2	E609/e906	
16	GUITAR 3	**	
17	PORTO	DI	
18	KEY 1	DI	
19	KEY 1	DI	
20	KEY 2	DI	
21	KEY 2	DI	
22	VOX KEY	XLR ***	
23	Acoustic Guitar	XLR	COMP
24	VOX 1	XLR ***	
25	VOX 2	XLR ***	
26	VOX 2 split****		
27	HALL SPX ret L	SPX90/SPX2000	
28	HALL SPX ret R	SPX90/SPX2000	
29	DLY ret	TC D2	
30	ROOM SPX ret L	SPX90/SPX2000	
31	ROOM SPX ret R	SPX90/SPX2000	

**БИ-2  
ПЛАН СЦЕНЫ.**

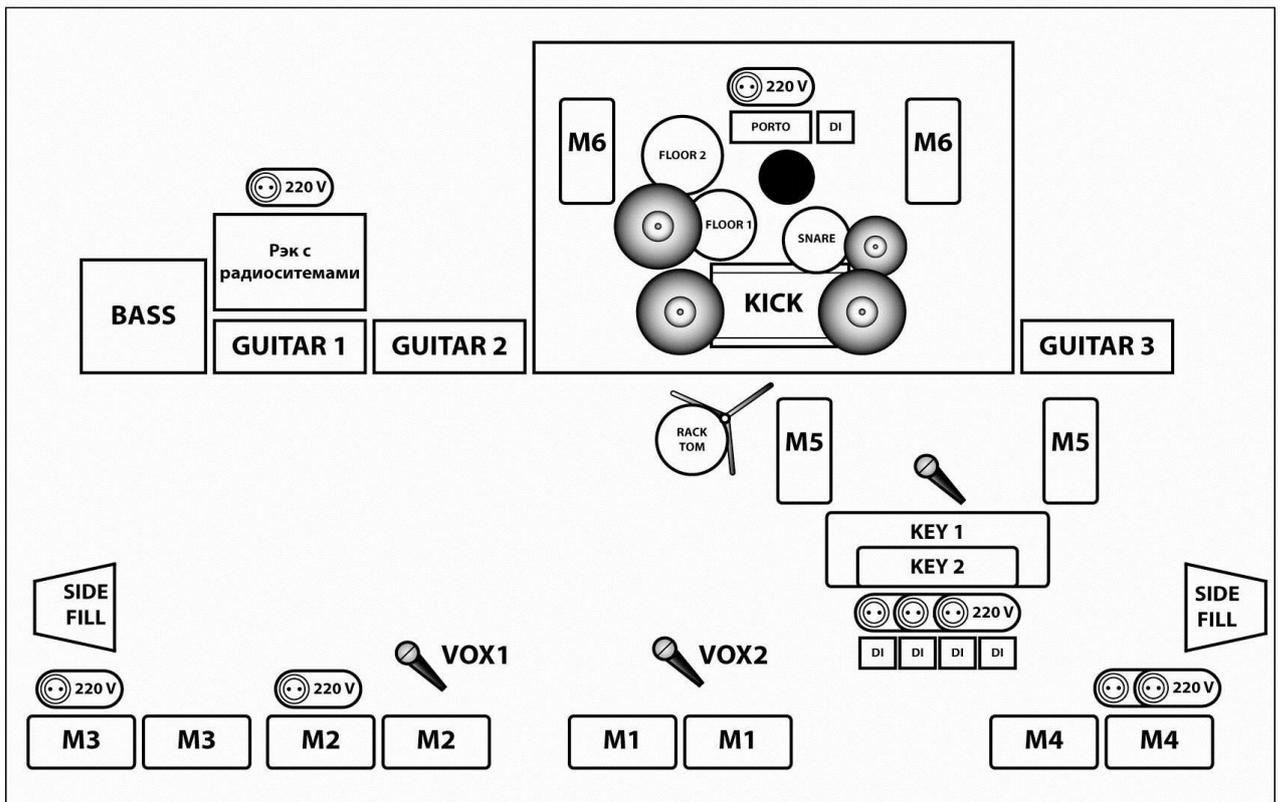


Рис 3.1.11

### 3.2 ОТКРЫТАЯ ПЛОЩАДКА.

В целом монтаж звука в закрытых помещениях и открытой площадке мало чем отличается, разве что мощность аппаратуры должна быть на порядок выше чем в закрытом помещении.

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

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

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

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

### **3.3. Выводы к главе 3**

При анализе и сравнении проведения живых выступлений в закрытом помещении и на открытых площадках, можно сделать выводы, что работа на открытом воздухе имеет свои трудности и свою специфику.

Надо искусственно создать реверберацию, иначе звук будет казаться сухим; Требуется больше мощности усилителей и порталов.

Работа со звуком в закрытом помещении тоже имеет свои недостатки.

Звук отражаясь от стен и различного рода преград, возвращается к источнику и создает неблагоприятное ощущение слушателям.

Данная глава посвящена технике монтажа звука и проведению различного рода мероприятий на концертных площадках г. Ташкента.

## **МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЗВУКООПЕРАТОРА НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ**

### **Постановка задачи**

В ходе разработки дипломного проекта рассматривается концертная площадка. Комплекс укомплектован различным звукотехническим оборудованием (звуковые микшерские пульта, микрофоны, CD проигрыватели, устройства динамической обработки сигнала, системами акустического контроля).

Целью данного раздела является анализ условий эксплуатации проектируемой системы. Если рабочее место звукооператора не представляет собой конструктивно законченного узла, а состоит из набора отдельных технических средств, то говорят о рабочих зонах звукооператора. Для таких зон характерна гибкость, наращивание функций технических средств при их эксплуатации.

В данном разделе проводится оценка условий труда, перечисляются требования к факторам трудового процесса, даются рекомендации по организации рабочего места для эффективного, качественного и плодотворного труда.

### **Влияние режима и условий труда на трудоспособность звукооператора**

Условия труда – совокупность факторов производственной среды и трудового процесса, оказывающих влияние на работоспособность и здоровье человека. К потенциальным факторам, влияющим на повышенную утомляемость и усталость, снижение производительности труда, относятся следующие: наличие шума, неблагоприятный микроклимат, загрязнённость помещения, недостаточная освещённость, так же важным фактором является график работы, необходимые и допустимые параметры

яркостных, временных и пространственных характеристик воспринимаемой информации.

### **Требования к уровню шума и вибрации**

Допустимый уровень шума при умственном труде, требующем сосредоточенности составляет –50дБ.

Особенность работы звукооператора в условиях проведения эфирных программ – значительное звуковое давление в головных телефонах закрытого типа Beyerdynamic DT-770. При этом акустические колебания не классифицируются как шум, так как несут основную информацию при работе звукооператора. Тем не менее, избыточное звуковое давление может негативно сказаться на здоровье и работе: привести к ослаблению слухового восприятия, повысить утомляемость, снизить работоспособность и может привести к уменьшению концентрации внимания. Важной мерой защиты здоровья звукооператора от данного вредного фактора является нормирование времени проведения эфирной программы, составление графика посменной работы.

### **Микроклимат**

Наиболее значительным фактором, влияющим на производительность и безопасность труда, является производственный микроклимат, который характеризуется температурой, влажностью и скоростью движения воздуха, и должен соответствовать ГОСТу.

Исследования показали, что высокая температура в сочетании с высокой влажностью воздуха оказывают большое влияние на работоспособность звукооператора. При таких условиях резко увеличивается время сенсомоторных реакций, нарушается координация движений, увеличивается количество ошибок. Высокая температура отрицательно сказывается и на ряде психологических функций человека. Уменьшается

объём запоминаемой информации, резко снижается способность к ассоциациям, ухудшаются ассоциативные и счётные операции, понижается внимание.

Относительная влажность в пределах 40-60% мало сказывается на состоянии человека. При влажности 99-100% практически выключается регулирующий механизм потоотделения и быстро наступает перегревание.

Для поддержания необходимых температуры и влажности, студии радиовещательного комплекса оснащены системами отопления и кондиционирования, обеспечивающие постоянный, равномерный нагрев и циркуляцию воздуха.

### **Освещенность рабочего места**

При проектировании рабочего места должна быть решена проблема как искусственного, так и естественного освещения. Поскольку естественное освещение используется редко, то речь пойдёт только об искусственном. Освещение не только необходимо для выполнения производственных задач, но ещё и влияет на психическое и физическое состояние работающего за пультом звукооператора. Требования к рациональной освещённости производственных помещений сводятся, к следующим:

1. Правильный выбор источников света и системы освещения;
2. Создание необходимого уровня освещённости рабочих поверхностей;
3. Устранение бликов, обеспечение равномерного освещения;
4. Ограничение или устранение колебаний светового потока во времени.

При недостаточной освещённости и напряжении зрения состояние зрительных функций находится на низком функциональном уровне, в процессе выполнения работы развивается утомление зрения, понижается

общая работоспособность и производительность труда, возрастает количество ошибок.

Так, освещённость при работе с дисплеем должна быть 200лк., а в сочетании с работой с документами - 400лк.

Равномерное освещение понимается как отношение интенсивностей наименьшего и наибольшего световых потоков. Отношение освещённостей рабочей поверхности к полной освещённости окружающего пространства не должно превышать 10:1, так как при переводе взгляда с ярко на слабоосвещённую поверхность глаз вынужден адаптироваться, что ведёт к развитию утомления зрения и затрудняет выполнение производственных задач.

Применение искусственного освещения помогает создать оптимальный световой режим. В помещении записи установлены подвесные потолки, в которые врезаны потолочные светильники Robust, удовлетворяющие требованиям СНиПа. Светильники рассчитаны на компактные люминесцентные лампы DULUX D и DULUX T. Жаропрочный корпус из термопластика с анодированным алюминиевым отражателем на байонетном креплении. Легко устанавливается с помощью инновационного фиксирующего зажима без применения инструментов. Технические характеристики приведены в таблице 6.2.3.1., внешний вид светильника представлен на рис. 6.2.3.1., распределение силы света ламп «Dulux D» светильника Robust D изображены на рис.6.2.3.2.

Таблица

Технические характеристики светильника

Арт.	Тип светильника	Кол-во ламп	Мощность ламп, Вт	Цоколь	Напряжение питания, В
Robust D 13W	Врезной светильник	1	13	G24d-1	220-250

## Распределение силы света ламп Dulux D светильника Robust D

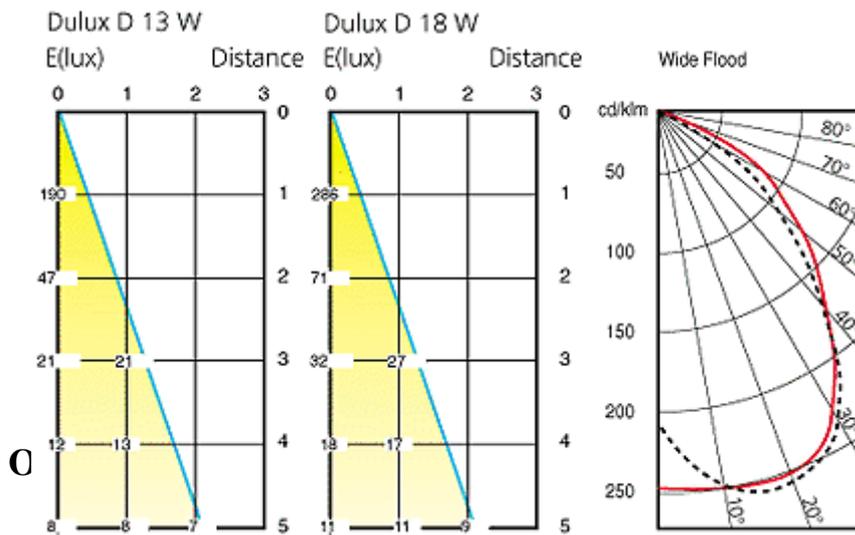


Рис 4.1.1

### 1. Принцип минимального рабочего усилия.

Человек должен выполнять только ту физическую работу, которая необходима, но не может быть выполнена системой. Данный аспект предъявляет соответствующие требования и к рабочей документации. Она должна обладать доступностью, полнотой, целенаправленностью на решение определённой задачи или комплекса задач, структурированностью.

### 2. Принцип максимального взаимопонимания.

Система обеспечивает полную поддержку звукооператору, то есть он не должен заниматься поиском информации; выдаваемая на визуальное устройство информация не требует интерпретации или перекодировки.

### 3. Принцип минимального объёма оперативной памяти пользователя.

От звукооператора требуется, чтобы он запомнил как можно меньше. Это объясняется тем, что скорость переработки информации человеком и его пропускная способность ограничены. На них влияет множество факторов, начиная от качества средства взаимодействия человека с техническими

напряжённости звукооператорской деятельности и общим психофизическим состоянием человека.

#### 4. Принцип учёта профессиональных навыков.

В процессе эргономического обеспечения системы в ранних этапах проектирования предусматриваются и проводятся мероприятия, учитывающие облик некоторого абстрактного человека, который планируется разработчиками к взаимодействию с компонентами системы.

#### 5. Принцип максимального различия человеческих характеров.

Мышления людей и их характеры различны, поэтому терминальная информация по-разному может восприниматься пользователями. Поэтому целесообразно, чтобы система содержала, к примеру, способы как наглядного, так и слухового воздействия на конкретного звукооператора, различимые пользователем.

#### 6. Принцип максимального контроля со стороны звукооператора.

Данный принцип можно охарактеризовать следующими требованиями к функционированию звукооператора: пользователь должен иметь возможность изменить очередность обработки, выполняемой системой; пользователь должен контролировать последовательность работы и особенно там, где нет последовательно определённых действий и операций.

### **Требования к органам управления оборудованием на рабочем месте**

Органы управления, средства сигнализации необходимо размещать в соответствии с требованиями ГОСТов и, должны быть снабжены символами или надписями, характеризующими состояние объекта управления.

Надписи должны быть краткими и понятными, сокращения должны быть общепринятыми, шрифты для поясняющих надписей. Конструкция

органов управления должна исключать самопроизвольного включения и выключения устройств.

Для световых сигналов высокочастотных, среднечастотных и ультразвуковых устройств или цветовой индикации следует применять цвета:

1. красный - для обозначения аварийных и отключающих органов управления и для сигнальных элементов, извещающих о нарушении работы устройств, отдельных элементов или условий безопасности;

2. зелёный - для сигнальных ламп, извещающих о нормальной работе устройств.

### **Эргономические требования к системам отображения информации**

Эргономические требования определяют необходимые параметры яркостных, временных и пространственных характеристик зрительной информации.

Оценка яркостного режима включает нормирование уровня яркости, её перепадов в поле зрения человека для достижения требуемых показателей эффективности восприятия зрительной информации. Оптимальным считается такое значение уровня яркости, при котором обеспечивается максимальное проявление конкретной чувствительности. При установке оптимального диапазона яркостей, находящихся в поле зрения звукооператора, необходимо обеспечить перепад яркостей, близкий к уровню адаптации. Максимально допустимый перепад яркостей в поле зрения звукооператора не должен превышать 1:100. Оптимальными же являются соотношения 20:1 между источником света и ближайшим окружением и 40:1 между самым светлым и самым тёмным участками индикации. Контраст между системой отображения информации и его непосредственным окружением не должен превышать соотношения 3:1.

индикации. Контраст между системой отображения информации и его непосредственным окружением не должен превышать соотношения 3:1.

Средства отображения информации должны отвечать следующим техническим требованиям:

1. яркость свечения светодиода не менее 100Кд/м<sup>2</sup>;
2. контрастность индикации не менее 0.8;
3. частота мельканий не менее 72 Гц;
4. расстояние от глаза звукооператора до индикаторов 40-80 см.

#### **4.2. Организация рабочего места звукооператора в концертном зале.**

На комфортность работы звукооператора влияют организация рабочего места, средства отображения информации, органы управления. Они должны быть максимально удобны для человека, чтобы не создавать помех и чувства дискомфорта в процессе работы, а также способствовать наименьшей утомляемости. Основным способом обеспечения условий комфортной работы звукооператора является организация его рабочего места. Под рабочим местом звукооператора понимается зона трудовой деятельности, оснащённая техническими средствами и вспомогательным оборудованием, необходимым для реализации и проведения записи и концертных программ.

Рабочее место звукооператора необходимо организовывать в соответствии с требованиями стандартов и технических условий по безопасности труда. При взаимном расположении элементов рабочего места учитывается:

1. Рабочая поза звукооператора;
2. Пространство для размещения звукооператора, позволяющее осуществлять все необходимые движения;
3. Физические, зрительные и слуховые связи между звукооператором и оборудованием;

#### 4. Возможность обзора пространства за пределами рабочего места.

Конструктивное и внешнее оформление оборудования создаёт условия для минимальной утомляемости. Конструкция рабочей мебели должна обеспечивать возможность индивидуальной регулировки соответственно росту работающего звукооператора для поддержания удобной позы и соответствовать требованиям ГОСТа.

#### Зона трудовой деятельности звукооператора

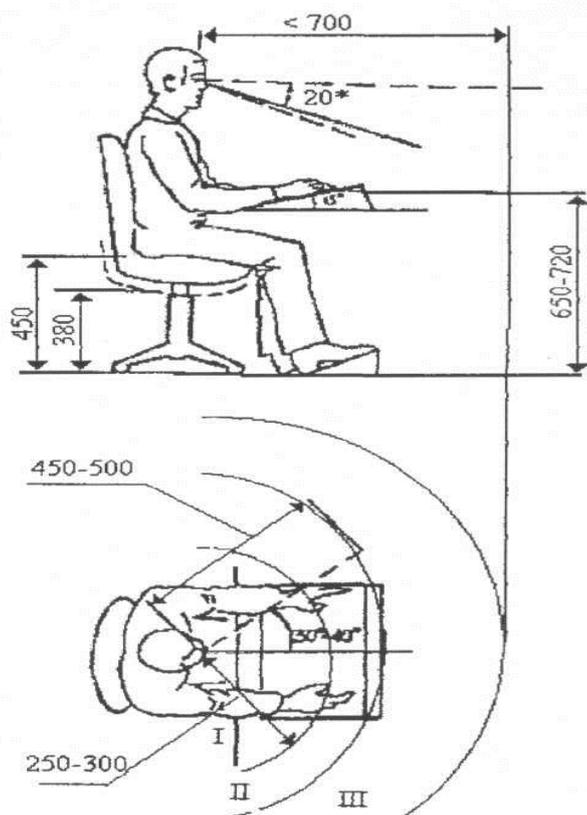


Рис 4.2.1

#### Эргономические требования к рабочему месту звукооператора

Рабочее место звукооператора складывается из :

1. Пространства, занимаемого оборудованием;
2. Пространства необходимого для технического обслуживания;

4. Сенсомоторного пространства (части пространства рабочего места, в котором осуществляется двигательная и сенсорная работа человека).

Пространственные и размерные соотношения между элементами рабочего места должны быть достаточными для :

1. Размещения звукооператора с учётом его рабочих движений и перемещений согласно технологическому процессу;
2. Расположения средств управления в пределах максимальной и минимальной границ моторного пространства;
3. Оптимального обзора визуальной информации;
4. Смены рабочего положения;
5. Свободного доступа к оборудованию при ремонте и наладке;
6. Рационального размещения основных и вспомогательных средств труда.

В общем случае в типовой состав рабочей зоны включают:

1. Средства отображения информации индивидуального пользования;
2. Средства управления и ввода информации;
3. Вспомогательное оборудование;
4. Стол и кресло звукооператора.

Конструкция рабочего места и взаимное расположение всех его элементов (сиденье, органы управления, средства отображения информации) должны соответствовать антропометрическим, физиологическим и психологическим требованиям, а также характеру выполняемой работы.

### **Выводы**

В данной главе были проанализированы опасные и вредные факторы, влияющие на здоровье и работоспособность человека. Особое внимание уделялось организации освещения и планировке эргономичного рабочего места звукооператора. Проведён анализ условий эксплуатации проектируемой системы.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Для выполнения этой работы были изучены материалы по организации концертов и прочих мероприятий. Подробно ознакомились с профессиональным музыкальным оборудованием, и техникой монтажа всего комплекса.

Выяснили что одним из наиболее важных элементов звукового тракта является микшерный пульт. Мы используем его для организации сигналов, поступающих к записывающему устройству, чтобы организовать то, что мы должны услышать впоследствии при воспроизведении, управлять воспроизведением фонограммы с DAT-устройства, компьютера, двухдорожечных или других стереоисточников, и добавить необходимые эффекты.

Для ознакомления с этим направлением была изложена различного рода литература, были рассмотрены проекты различных выступлений и проведен общий анализ описанного материала.

В данном дипломном проекте, была рассмотрена тема, которая на мой взгляд является актуальной в наши дни.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Журнал «Звукорежиссер» №4 2000г.
2. Журнал «Звукорежиссер» № 3 2000г.
3. Журнал «Звукорежиссер» № 9 1999г.
4. Журнал «Звукорежиссер» № 8 2000г.
5. Журнал «Звукорежиссер» №9 2000г.
6. Журнал «Звукорежиссер» № 5 2000г.
7. Журнал «Звукорежиссер» № 0 1998г.
8. Журнал «Звукорежиссер» № 10 2000г.
9. Duncan R. Fry "Live sound mixing" (библиотека журнала IN/OUT)
10. Алек Нисбетт. Звуковая студия (пер. с английского) – М.: ред. “IN/OUT”, 1997 год.
11. Ковалгин И.А. Радиовещание и электроакустика “Радио и связь”, 1989 г.
12. [www.625-net.ru](http://www.625-net.ru) Журнал “Звукорежиссёр”
13. П. Бьюик “Живой звук ”
14. М.А. Сапожников. Акустика. Справочник. -М.: ”Радио и связь”,1989.
15. Ю.П. Щевьев. Физические основы архитектурно-строительной акустики.СПб.,2001.
16. Инженерная психология. Ред. Г.К. Середа.
17. Основы эргономики. В.П. Зинченко, В. М. Мунилов.
18. Методические указания по оформлению дипломных работ(проектов). СПб.:СПИКиТ,1993.
19. <http://ru.wikipedia.org/wiki/Микрофон>
20. [http://superzanaves.ru/catalog/9-kommutacionnoe\\_oborudovanie.html](http://superzanaves.ru/catalog/9-kommutacionnoe_oborudovanie.html)
21. [http://ru.wikipedia.org/wiki/Микшерный\\_пульт](http://ru.wikipedia.org/wiki/Микшерный_пульт)
22. [http://ru.wikipedia.org/wiki/Усилитель\\_звуковых\\_частот](http://ru.wikipedia.org/wiki/Усилитель_звуковых_частот)
23. [http://avmarket.com.ua/gloss\\_info.php?articles\\_id=246](http://avmarket.com.ua/gloss_info.php?articles_id=246)

24. [http://www.google.co.uz/imgres?imgurl=http://img.alibaba.com/photo/608486268/S2750\\_2U\\_Professional\\_Power\\_Amplifier.jpg&imgrefurl=http://russian.alibaba.com/product-gs/s2750-2u-professional-power-amplifier-608486268](http://www.google.co.uz/imgres?imgurl=http://img.alibaba.com/photo/608486268/S2750_2U_Professional_Power_Amplifier.jpg&imgrefurl=http://russian.alibaba.com/product-gs/s2750-2u-professional-power-amplifier-608486268)
25. <http://ru.wikipedia.org/wiki/Динамики>
26. <http://eventika.md/article/zakazyvaem-zvuk---vse-ili-pochti-vse-ob-akusticheskix-sistemax.html>
27. [http://www.e-reading-lib.org/bookreader.php/130805/Zhivoii\\_zvuk.pdf](http://www.e-reading-lib.org/bookreader.php/130805/Zhivoii_zvuk.pdf)