

АКУСТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОРКЕСТРА

Home » Акустика музыкальных инструментов. Акустика речи и пения » АКУСТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОРКЕСТРА

Музыкальная акустика

- История развития
- Физические свойства звука
- Восприятие звука
- Акустика музыкальных инструментов
- Акустика помещений
- Принципы построения систем звукозаписи, звукопередачи и звуковоспроизведения
- Электромusикальные инструменты и компьютерные технологии создания звука

Реклама

В магазине bready.ru продается носимый аварийный запас для сложной ситуации.

Статьи

Музыка

- Психоакустика и все, что с ней связано

Акустика и звукотехника

- Акустика музыкальных инструментов
- Анализ, синтез и восприятие речи
- Бытовая электроакустическая аппаратура
- Бытовые акустические системы
- Введение в физическую акустику
- Введение в цифровую

Оркестр может быть определен как «группа музыкальных инструментов, предназначенных для совместного исполнения музыкальных произведений» [7]. Современный оркестр включает в себя несколько основных секций инструментов: струнные, духовые (деревянные и медные) и ударные. Слово «оркестр» происходит от древнегреческого названия полукруглой площадки в театре между сценой и зрителями, на которой размещался хор («орхестра»).

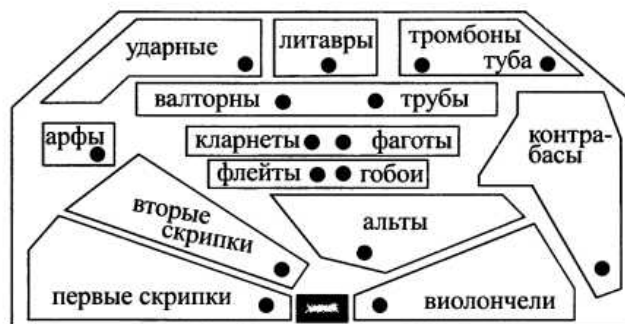
Зарождение оркестра современного типа относится к периоду с 1600 по 1750 год, когда в Италии начала активно развиваться светская музыка и стали возникать такие жанры музыкального искусства, как опера, концерт, оратория и др.. Первоначально в оркестрах использовались в основном струнные инструменты, позднее начали широко применяться духовые, и в начале XX века значительную роль среди инструментов оркестра стали выполнять ударные. До конца XVIII века оркестр обычно включал 20-30 человек, к началу XX века численность больших оркестров достигла 100 человек и более. В XIX веке устанавливается состав большого симфонического оркестра, оркестровая техника достигает в этот период своего высочайшего развития. Такие выдающиеся композиторы, как Берлиоз, Чайковский, Вагнер, позднее Малер, Штраус, Стравинский и многие другие внесли огромный вклад в развитие оркестровой музыки и техники. Для исполнения симфонической музыки были созданы профессиональные коллективы музыкантов и построены специальные концертные залы с великолепной акустикой. Подробнее с историей развития оркестров можно ознакомиться в специальной литературе.

В настоящее время существует большое разнообразие оркестров по жанру исполняемой музыки и количеству музыкантов: большой симфонический, оперный, эстрадный, духовой и др. В данном разделе будут рассмотрены акустические характеристики только симфонического оркестра.

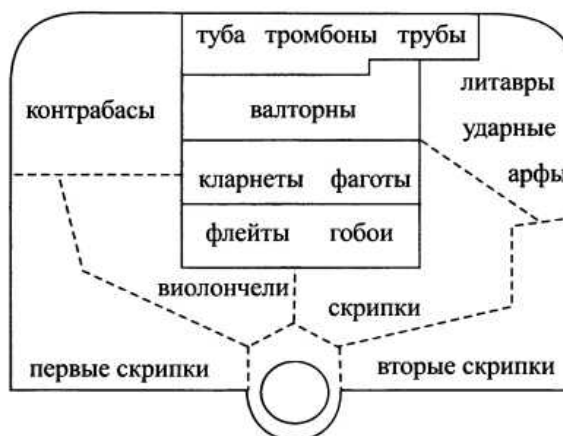
Состав симфонического оркестра в различные периоды развития музыки существенно менялся. В настоящее время состав большого симфонического оркестра в основном тройной (по числу деревянных духовых инструментов в каждой группе), однако имеются четверные и выше составы. Он включает в себя: скрипки первые — 12-16, скрипки вторые — 10-14; альты — 8-12; виолончели — 6-10, контрабасы — 6-10, флейты — 3, гобои — 3, кларнеты — 3, фаготы — 3, валторны — 4, трубы — 3, тромбоны — 3, туба — 1; кроме того, литавры — 1, ударные — 1-5, арфы — 2; и другие, например роаль.

Имеются существенные различия и в расположении музыкальных инструментов в оркестре. Наиболее распространенные схемы, принятые в настоящее время для симфонического оркестра, показаны на рис. Подбор, размещение и выбор количества музыкальных инструментов в симфоническом оркестре связаны в первую очередь с задачей достижения музыкальной выразительности, однако с акустической точки зрения они в значительной степени определяются проблемами звукового баланса. Отдельные виды инструментов значительно отличаются по своему динамическому и частотному диапазону, характеристикам направленности, тембру и другим параметрам, как было показано в предыдущих разделах. Такое большое различие в свойствах неизбежно привело бы к маскировке одной группы инструментов другими, поэтому оказался необходимым пропорциональный подбор их количества и правильный выбор их размещения на сцене.

- Введение в цифровую звукотехнику
- Курс электроакустики
- Курс электроакустики-2
- Общая акустика
- Основные виды искажений в акустических системах
- Теория электроакустических преобразователей
- Электроакустика
- Электроакустика и радиовещание
- Электроакустика и усилительные устройства
- Электроакустика-2
- Электроакустическая аппаратура



а



б



в

Рис. Схема расположения инструментов симфонического оркестра: а — немецкая; б, в — американская

С позиций слушателей «оркестр представляет собой единый пространственно распределенный звуковой источник с таким составом и численностью инструментов, который обеспечивает музыкальный баланс звучания во всех точках зала, включающий баланс по громкости, по тембру и по различимости (четкости)».

Разумеется, обеспечение этих требований в значительной степени зависит от акустических характеристик концертных залов. Принципиально важным является также обеспечение необходимого баланса как для слушателей, так и для музыкантов в оркестре, в противном случае они не смогут слышать звучание своего инструмента или звучание других инструментов (аналогичные проблемы возникают при хоровом пении).

Если рассматривать симфонический оркестр как единый пространственный звуковой источник, то можно оценить его общие акустические параметры, основные из которых следующие.

Частотный диапазон симфонического оркестра занимает область от низшей частоты самого низкочастотного инструмента до высшей наиболее высокочастотного. Частотные диапазоны основных музыкальных инструментов, входящих в оркестр, показаны на рис. Например, низшая частота основного тона кон-

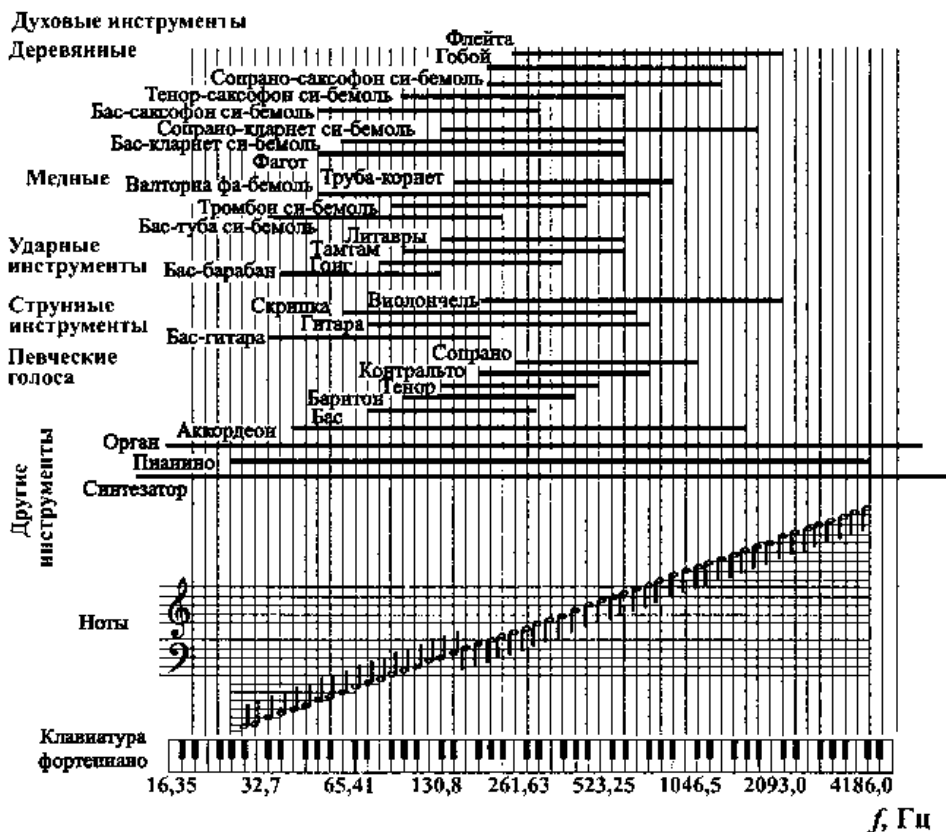


Рис. Частотные диапазоны основных музыкальных инструментов

трафогота равна A2 — 27,5 Гц, высшая частота основного тона флейты-пиколло составляет C5 — 4186 Гц. Однако за счет наличия обертонов, шумовых призвуков, использования таких ударных инструментов как тарелки, треугольники и др. с большим уровнем высокочастотного шума в спектре, частотный диапазон может расширяться до 16-17 кГц. В результате частотный диапазон большого симфонического оркестра составляет 30-16000 Гц.

Усредненный спектр симфонического оркестра показан на рис. 4.5.3 (в процентах указана вероятность превышения данного уровня). Область максимальных уровней находится в диапазоне 500-1000 Гц; выше 4-5 кГц и ниже 250 Гц происходит спад примерно 10 дБ/окт. Следует отметить, что такое распределение характерно для классического симфонического оркестра, для современных джаз- и рок-ансамблей, особенно с использованием электронных инструментов, спектральная область пиковых значений сместилась в диапазон более высоких частот (2-8 кГц), что

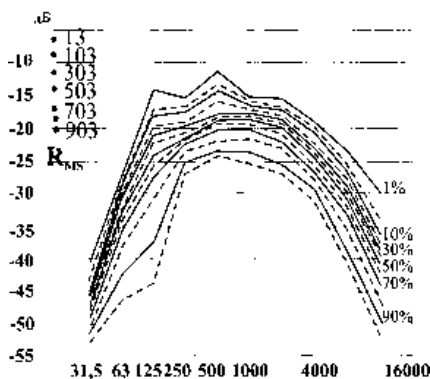


Рис. Спектральное распределение пиковых уровней для симфонического оркестра

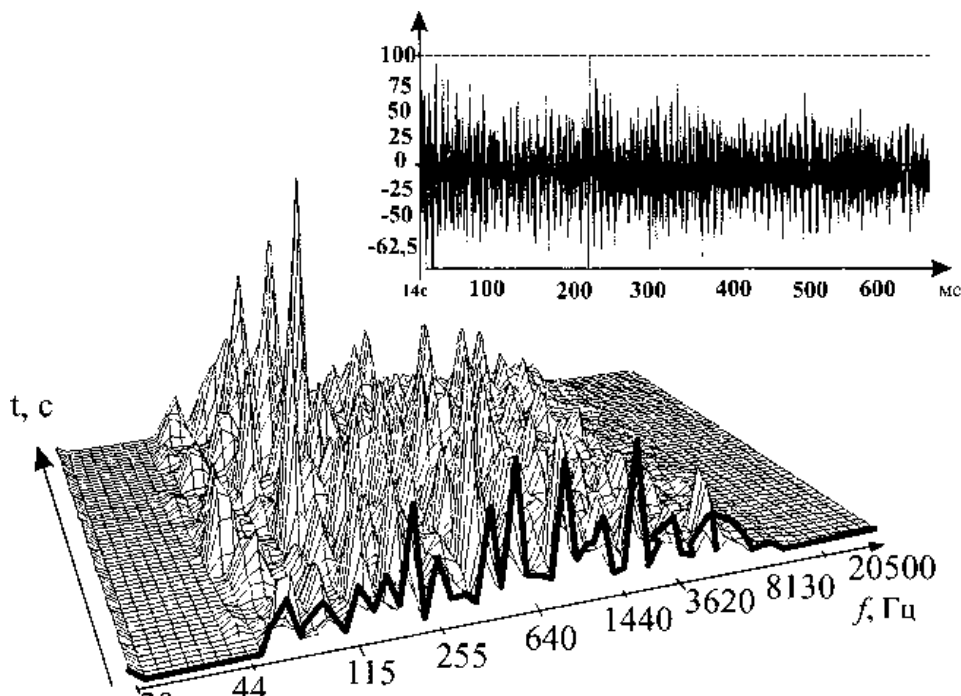


Рис. а — уровнеграмма, б — трехмерный спектр симфонического оркестра

создает определенные проблемы для современной звуковоспроизводящей аппаратуры [19].

На рис. показан пример распределения уровней звукового давления во времени (уровнеграмма) большого симфонического оркестра и трехмерный спектр выделенного отрывка, который позволяет судить о его сложнейшей спектрально-временной структуре.

Динамический диапазон: для обеспечения баланса по громкости в современном симфоническом оркестре группа струнных составляет около 70% от всего количества инструментов (доля скрипок - 35%, альтов - 15%, виолончелей и контрабасов по 10%), группа деревянных духовых инструментов - 12%, группа медных ~ 10% и ударных ~ 5%. Струнные инструменты имеют небольшой динамический диапазон (в среднем 30-35 дБ), деревянные и медные духовые в среднем 35-45 дБ, ударные до 80 дБ. Динамические диапазоны некоторых инструментов, используемых в оркестре, показаны на рис.

Полный динамический диапазон для большого симфонического оркестра при указанном выше соотношении количества инструментов достигает 75-80 дБ. Для разных типов оркестров динамические диапазоны существенно различаются от 40 до 70 дБ.

Акустическая мощность современного оркестра составляет в среднем примерно 1 Вт, на пиках она может достигать значения 20 Вт и даже 70 Вт. Распределение по частоте уровней акустической мощности для различных групп инструментов при исполнении на уровне показано на рис. Максимальные уровни мощности находятся в частотных областях 250 Гц — 2 кГц. Между разными типами инструментов имеются

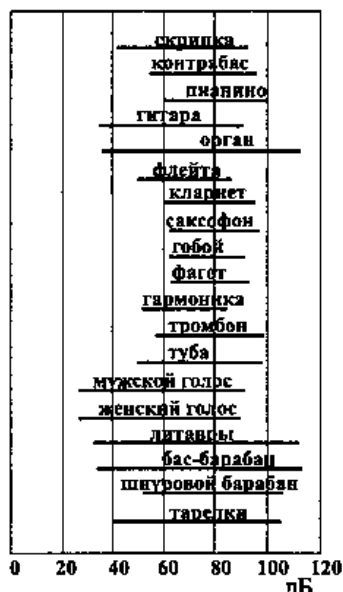


Рис. Динамические диапазоны инструментов

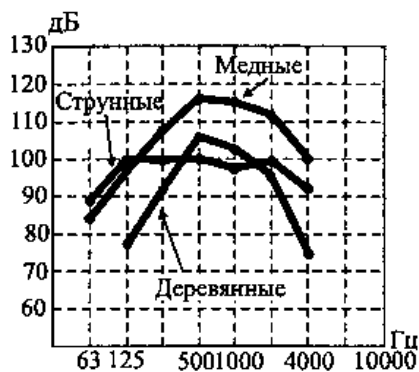


Рис. Распределение уровней акустической мощности для различных групп инструментов

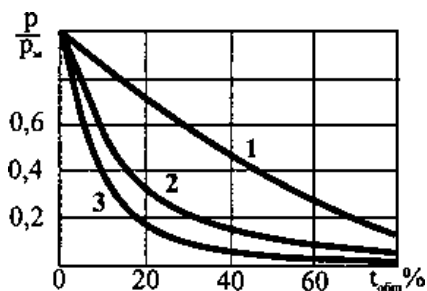


Рис. Временное распределение звукового давления для симфонического (1), эстрадного (2) оркестров и фортепиано (3)

большие различия в излучаемой акустической мощности: например, контрабас — 0,16 Вт, кларнет — 0,05 Вт, труба — 0,3 Вт, рояль — 0,44 Вт, тромбон — 6,4 Вт, тарелки — 9,5 Вт, большой барабан — 25 Вт и т. д. [57, 86].

Распределение максимальных уровней звукового давления в звучании симфонического, эстрадного оркестров и фортепиано показано рис. 4.5.7. Из него следует, что для эстрадного оркестра исполнение на повышенном уровне звукового давления (не менее чем 0,4-0,6 от максимального) составляет 50% общего времени, тогда как для симфонического оркестра исполнение на таких уровнях занимает только 18% от общего времени исполнения, для фортепиано только 10%, т. е. основную часть времени оркестр играет на уровнях значительно ниже максимальных.

Большие максимальные уровни звукового давления, доступные симфоническому оркестру, обеспечивают пик-фактор 27 дБ. Это предъявляет особые требования к аппаратуре звукозаписи, которая должна иметь большие запасы по мощности, с тем чтобы не было клипирования пиков при записи звучания симфонического оркестра.

Для слушателей в зале средний уровень обычно составляет 70-90 дБ SPL. В то же время внутри оркестра уровни звукового давления могут быть значительно выше: в одном метре от медных инструментов уровень может достигать 130 дБ, внутри струнной группы до 90-100 дБ (для сравнения: внутри хоровых ансамблей уровень достигает значения 80-100 дБ, на кафедре органиста до 100 дБ и т. д.). В современных джаз- и рок-ансамблях звуковое давление на сцене может быть на уровне болевых порогов (до 140 дБ). Работа на таких звуковых уровнях должна быть строго ограничена по времени.

Статистические данные позволили установить примерное соответствие реально измеренных уровней звукового давления в зале при звучании симфонического оркестра и уровней громкости, указанных в партитуре:

Переходные процессы: процессы атаки и спада звука сильно отличаются у каждой группы инструментов в зависимости от их конструктивных особенностей и системы звукоизвлечения. Общая структура переходных процессов для разных типов инструментов показана на рис. Для струнных щипковых и ударных инструментов (гитара, арфа, рояль и др.) характерно короткое время атаки (10-50 мс), почти полное отсутствие стационарной части и длительное время затухания колебаний; при использовании демпферов, например, в рояле оно может быть существенно уменьшено. У струнных смычковых (скрипка, альт, виолончель и др.) время атаки также короткое (50 мс), но значительно более длительная стационарная часть звучания. Органные трубы имеют длительное время атаки (до 100-300 мс), длительный стационарный участок и достаточно длительный спад (до 5-6 с). Все духовые инструменты имеют очень короткое время атаки (10-30 мс) и очень короткий спад; наконец, для ударных инструментов (е, ж) характерны короткая атака (3-10 мс), длинный спад (например, у колокола до 50 с) и почти полное отсутствие

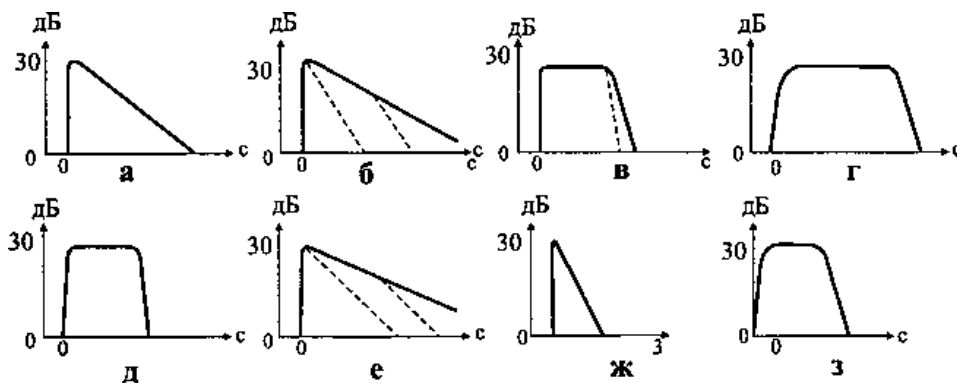


Рис. Общая структура переходных процессов для разных групп инструментов: а — щипковые струнные; б — ударные струнные; в — смычковые струнные; г — органные лабиальные трубы; д — духовые; е — ударные; ж — колокол

— барабаны; з — гласные звуки голоса.

стационарной части; у голосового аппарата характер переходных процессов аналогичен духовым инструментам.

Тембр: обеспечение баланса звучания оркестра по тембру и четкости (различимости) зависит от искусства дирижера и музыкантов, музыкального содержания произведения, выбора количества инструментов и их размещения на сцене, а также, как было отмечено выше, в значительной степени определяется акустикой залов и сцены. Вопросам влияния акустических характеристик залов и сцены на тембральные свойства звучания оркестра посвящено большое количество публикаций.

Симфонический оркестр обладает огромными тембральными и динамическими возможностями и по праву считается вершиной музыкально-исполнительского искусства [7].

[< МАЛЫЕ БАРАБАНЫ](#)

up

[СОСТАВ И КЛАССИФИКАЦИЯ МУЗЫКАЛЬНЫХ
ИНСТРУМЕНТОВ >](#)
