

08, август 2017

УДК 534.3

Методы и технологии создания и воспроизведения объемного звука

Бараишкова Е.С., студентка

*Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана,
кафедра «Системы обработки информации и управления»*

berillka@mail.ru

*Научный руководитель: Белоногов И.Б., старший преподаватель
Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана*

Аннотация: В данной статье описываются основные особенности объемного звука, правила расстановки воспроизводящих устройств и колонок при прослушивании трехмерного звука, как записывают, какие компании представляют аппаратуру для работы, записи и воспроизведения объемного звука. А также какие биологические особенности человеческого уха, и почему все-таки создается эффект присутствия при записи.

Ключевые слова: звук (sound), слушатель (listener), колонка (column), наушники (headphones), запись (recording).

В современном мире сложно придумать более популярный и используемый аксессуар к техническому устройству, чем наушники. Большинство молодежи не проводит и дня, хоть раз их не использовав. Наушники тысяч фирм-производителей и абсолютно любых форм, размеров и цветов завоевали мир еще с конца XIX века, с момента изобретения радио.

Однако многое изменилось с того времени. Как внутреннее устройство самих наушников, так и звук, который через них слушают. Становится все более популярным формат 3D-звuka или объемного звука. С утра и до вечера наушники сопровождают нас в кармане одежды или в сумке. Так как многие используют их именно в транспорте, то громкость звука достаточно высока. К сожалению, это пагубно влияет на слух человека. Несмотря на это, люди не отказываются от них, а все также активно используют. Кроме того, что объемный звук более эмоционально воздействует на слушателя, создает эффект присутствия при записи композиции, также при прослушивании музыки в

многоканальном объемном формате происходит меньшая нагрузка на слух человека, слушатель ощущает меньшую усталость, чем со стереоформатом.

Конечно, в музыке очень важно погружение в композицию, но прежде всего эффект объемного звука создавался для кинематографа. Киностудии все чаще выпускают фильмы в современных форматах, например, 3D, IMAX 3D и так далее. Важно учитывать не только видео, но и аудиодорожку, ведь она не меньше влияет на общий эффект погружения. Многоканальные звуковые системы Surround Sound используются в кинотеатрах и создают эффект, что слушатель находится в центре звукового поля, а источники вокруг него. Такие системы начинают появляться уже в общем доступе.

При распределении звуков основную часть располагают спереди, поскольку она несет в себе информационную нагрузку. На задние каналы передаются второстепенные звуки, которые придают дополнительный объем, а также для создания эффектов.

Наиболее активно используемый метод имитации объемного звука – бинауральный метод. Он используется для создания иллюзии естественного звучания, однако при воспроизведении бинаурального сигнала через акустические системы, возникают помехи и перекрестные искажения из-за улавливания каналов, предназначенных для противоположного уха. Поэтому наилучший способ прослушивания данных записей – через наушники. Однако специальные устройства под названием трансауральные процессоры способны устранить эти недостатки практически полностью. Трансауральный и бинауральный методы отличаются только способом воспроизведения. Для прослушивания таких записей достаточно пары колонок [4]. Данный способ представлен на рис.1.

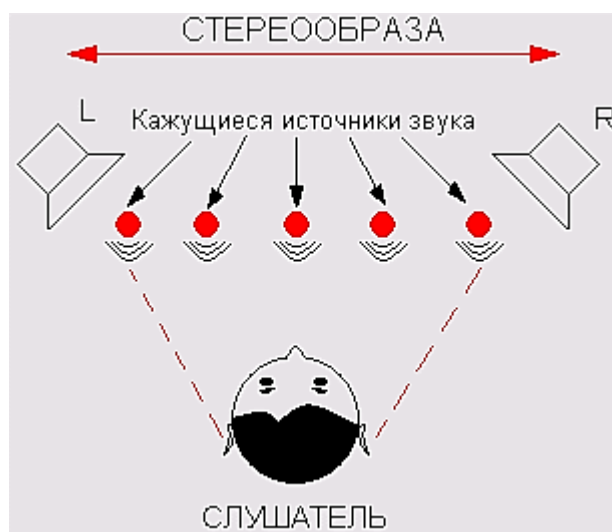


Рис.1. Воспроизведение бинаурального и трансаурального сигнала.

Еще одним из способов улучшения пространственного звучания являются разные процессоры, которые имитируют реальную звуковую картину. Для этого эффекта они изменяют как амплитуду, так и время, и тембр звука. Существует два вида данных процессоров. Одни из них создают объемный звук на стадии записи, что позволяет прослушивать композицию на любых стереосистемах без дополнительной обработки. Другие обрабатывают дорожку на стадии воспроизведения. Однако они не являются взаимоисключающими, некоторые из них специально предназначены для совмещенной работы. Ни одна система не может на сто процентов гарантировать создание трехмерного звука, ведь все зависит от местонахождения слушателя. Но процессоры увеличивают и расширяют звуковые панорамы, а также создают эффект точного расположения некоторых источников звуков в пространстве.

Что касается технологии, используемой в процессоре, можно выделить несколько наиболее распространенных. После долгих исследований восприятия человеком разных звуков и миллионов тестов были созданы специальные устройства и программы, позволяющие имитировать присутствие при записи. Так, например, технология QSound, используемая в устройствах QSystem, позволяет распределить звук в пределах полукруга перед слушателем. Поэтому она преимущественно используется для воспроизведения звука через наушники и две колонки [3].

EAX от компании Creative Labs через четыре или более колонок посылает слушателю дополнительные сигналы, которые более точно помогают определить источник звука в пространстве. Компания Creative также занимается разработкой улучшенной реверберации, хотя пока они могут похвастаться достижениями лишь в определенных помещениях и плавными переходами звука при передвижении слушателя в 3D мире. Следующим этапом развития станут эксперименты и разработки в области геометрии акустики. Из-за многократного отражения звука от стен помещения и других предметов, окружающих слушателя, может создаваться даже эффект эха или просто может дезориентировать (рис. 2):

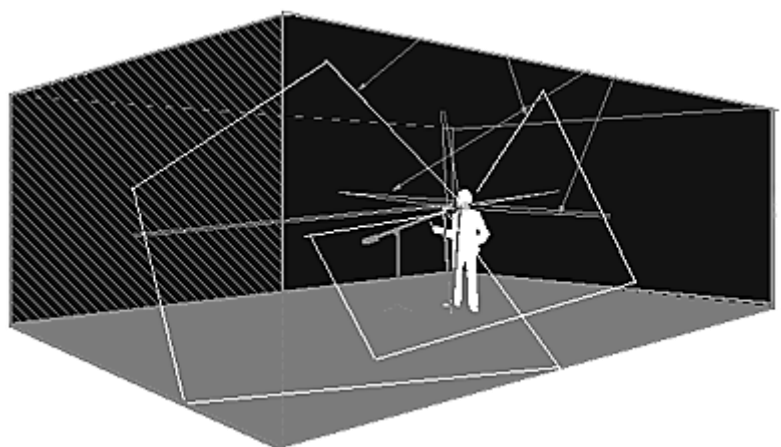


Рис. 2. Отражение звука в помещении.

По сравнению с другими, IAS от EAR работает с любым аппаратным обеспечением и любой платформой. Это достоинство помогает использовать данный продукт, как и со старыми системами с двумя колонками, так и с любой домашней системой. IAS позволяет воспроизводить звук с помощью любой техники, не требует никакой дополнительной модернизации, но при этом качество самого звука может страдать.

Технология Roland RSS использует комбинацию из бинаурального и трансаурального методов. Также разработана технология для коррекции воспроизведения звука с учетом обстановки и типов помещений.

Еще одна из главных и конкурентоспособных компаний – Aureal. Они используют панорамирование на задних колонках, благодаря отсутствию строгих ограничений на расположение колонок. Aureal привнесли свою технику Wavetracing в индустрию работы с 3D звуком. В этой технологии производится упрощенный анализ геометрии окружающего пространства и расчете всех параметров распространения звука в помещении. Но, не смотря на постоянную адаптацию устройств к окружающему помещению, остаются недостатки в воспроизведении звука, а также использование только основных и наиболее выделенных звуков без шумов. На данный момент компания работает над усовершенствованием функций своей продукции, над мощностью реверберации, увеличением количества подключаемых колонок [5]. А также выпуском собственных колонок и карт, плат для записи, создания или воспроизведения звука.

Одна из самых известных компаний, выпускающих средства для записи файлов с эффектом объема, это Dolby Laboratories. К наиболее популярным разработкам этой фирмы относятся: Dolby Surround Pro Logic и Dolby Surround Digital. Dolby Surround Pro Logic – четырехканальная звуковая система, которая буквально окружает слушателя. Правый и левый канал передают основные звуки, передний или центральный для диалогов, если они есть, а тыловой – для специальных эффектов, иногда тыловой разделяется еще на два динамика: правый задний и левый задний. Dolby Surround Digital состоит из шести каналов. Передний и два боковых канала, как и в предыдущей системе, предназначены для главных звуков, для тыловых эффектов используется два задних канала: правый и левый. А шестой канал предназначен для сверхнизких частот. Запись для системы выполняется в виде цифровой оптической фонограммы на киноплёнке. Такие системы представлена на рис. 3.

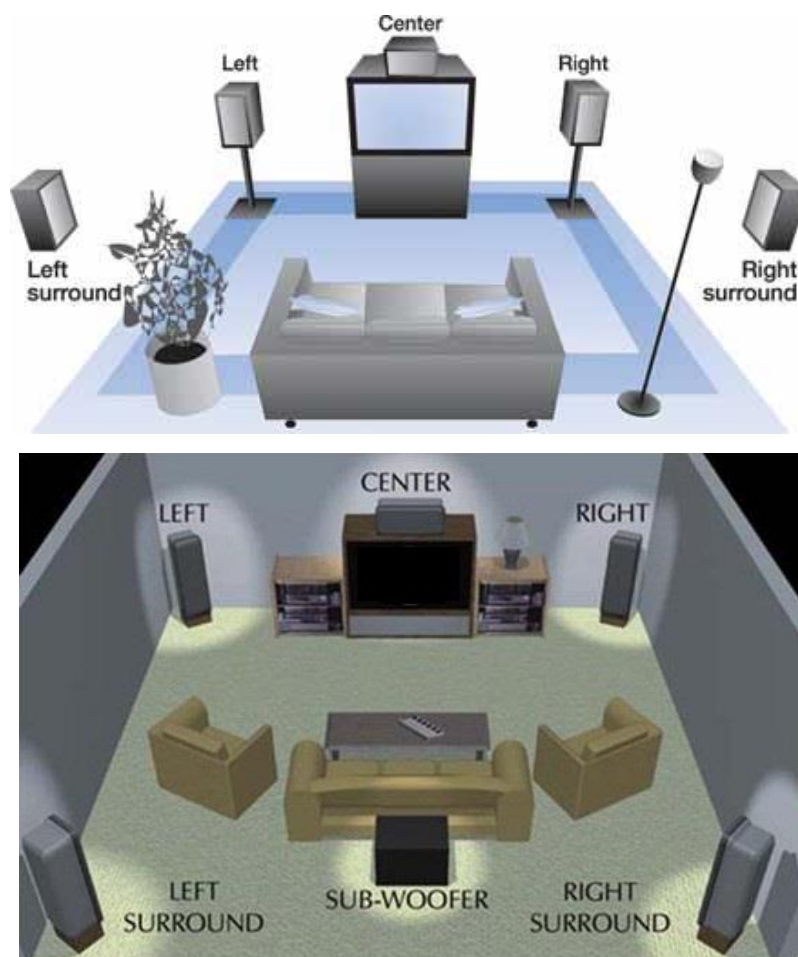


Рис. 3. Пространственная расстановка колонок

Существует два вида записи звука: оптическая и магнитная запись. Оба способа применяются до сих пор. Суть оптической фонограммы заключается в том, что чередование прозрачных и непрозрачных участков соответствует записываемому звуку. Затем эта технология стала использоваться в аналоговых и цифровых оптических фонограммах, которым соответствует запись электрических колебаний и прозрачных участков, подобным двоичным битам. Что касается магнитной записи, на носителе создается переменное магнитное поле, что оставляет след остаточного намагничивания, это соответствует желаемой звуковой дорожке. Магнитная фонограмма считалась более дешевой, также у нее был более высокий динамический диапазон. Однако со временем, оптический способ записи звука практически вытеснил магнитный, поскольку он более надежный и долговечный, кроме того были исправлены старые недостатки [8]. Поэтому в наше время наибольшую популярность, например, в кинематографе имеют аналоговые и цифровые оптические фонограммы.

Для получения объемного звука производится специальная обработка фаз сигналов, сдвиг фаз входных сигналов относительно исходного. Это делается с учетом

способности человеческого мозга определять положение источника звука путем анализа соотношения амплитуд и фаз звукового сигнала, поступающего на каждое ухо. С помощью специальной системы слушатель ощущает эффект объемного звука. Кроме сдвига фаз для создания эффекта хора, размножения источника звука используется добавление копий к основному сигналу, сдвинутых во времени на небольшие величины в пределах 20 мс. Если сдвиг больше, получается эффект эха [2].

Трудности создания «реального» трехмерного звука заключаются не только в воспроизведении, но и в записи. Самостоятельно практически невозможно создать чистую звуковую дорожку для видео, которая не будет резать слух, не будет отвлекающих, заглушающих посторонних шумов, что же говорить об объемном звуке. При создании кино студии идут на разные хитрости.

Каждый звук представляет из себя определенное соотношение амплитуд и частот, которые определяют тембр и разборчивость голоса. С помощью изменения этих параметров можно менять голоса, четкость и предполагаемую дальность до источника звука. Такая обработка называется мастерингом [2]. Это очень тонкое и трудоемкое занятие, так как любые маленькие детали или неточности могут сильно повлиять на восприятие человека, может создаться ложный эффект или вообще непонятная смесь звуков, приводящая слушателя в замешательство. Но даже при соблюдении всех правил мастеринга не стоит забывать, что любая композиция звучит по-разному через наушники и акустические системы, поэтому советуют при обработке прослушивать звуковую дорожку через системы, так как там слышно больше деталей, а в наушниках она будет проигрываться еще лучше и четче. Помимо этого, создается проблема заглушения посторонних звуков. Дело не только в громкости, но и последующем монтаже, ведь иногда картинка и звуковое к ней сопровождение отличаются, и чтобы не было путаницы в сознании зрителя, приходится убирать или понижать второстепенные шумы [6]. Если это делать только с помощью компьютерных программ, то пропадает реалистичность в голосе актеров, слова становятся размытыми и тихими. Поэтому техническую обработку применяют для небольших отрывков звуковой дорожки или в тех моментах, где это пойдет скорее на пользу, чем во вред.

Профессиональные звукорежиссеры вместе со всей съемочной площадкой старательно готовятся к процессу записи. При съемках на улице иногда используются дополнительные микрофоны, например, на «удочке» или прикрепленные под одеждой. Однако помимо того, что отдельные звуки могут не восприниматься микрофонами из-за

того, что они скрыты одеждой, так и передаваемые на базу сигналы могут глушиться, если поблизости находятся, например, государственные организации.

Несмотря на недостатки, без микрофонов невозможно обойтись в современном кинематографе, поэтому надо разумно подходить к их подбору. Даже если не задумываться о внутреннем устройстве аппаратов, следует знать об их особенностях. Многие не задумываются о таком важном параметре, как направленность. Их делят на три группы: ненаправленные, односторонне направленные и двусторонне направленные [1]. Микрофон с ненаправленным действием не зависит от местонахождения источника звука, однако четкость звука напрямую связана с частотой. Что касается двух других, они более чувствительны, но с определенного направления. Односторонне направленные микрофоны чувствительны лишь к фронтальным звуковым колебаниям. А двусторонне направленные микрофоны в свою очередь воспринимают звук только с фронтальной и тыловой сторон. Все три вида микрофонов показаны на рис. 4.

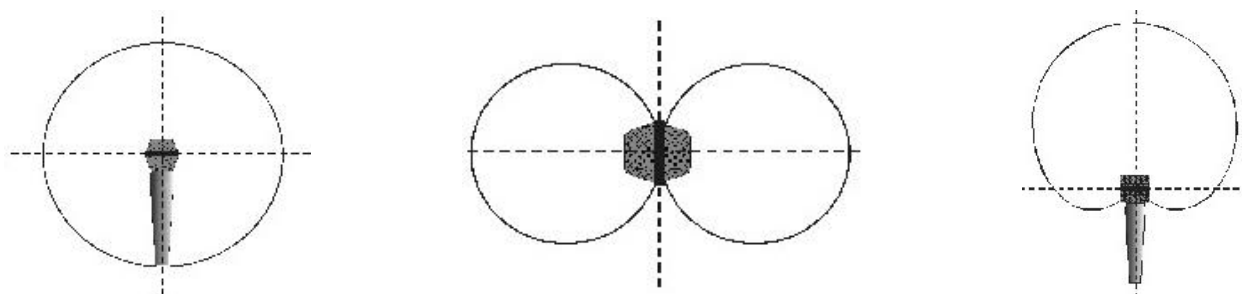


Рис. 4. Ненаправленный, односторонне направленный и двусторонне направленный микрофоны.

При простом действии можно записать диалоги в специальной студии, а после при монтаже наложить на уже имеющийся фон. Если съемка проводится в помещении, то все проще. Режиссеры стараются максимально убрать любые второстепенные шумы, которые могут издавать актеры, съемочная группа или реквизит. Подавляются любые, даже незначительные звуки, такие как шаги актеров, любой скрип, даже отраженные помехи от стен. Все помещение обивается звукопоглощающими материалами, на обувь крепится мягкое, упругое покрытие, на ножки стульев клеятся прослойки из войлока. Возможно, на данный момент это один из наилучших подходов к процессу записи. Но, несмотря на любые сложные придумки костюмеров, постановщиков и режиссеров, основная нагрузка лежит на монтажерах, которые представляют нам конечный результат.

Человеческое ухо устроено таким образом, что с помощью оценки звука, прошедшего через тело, голову, другие препятствия, отразившегося от стен или задержавшегося где-либо, определяет местонахождение источника звука. Этот процесс

называется HRTF (передаточная функция головы) [7]. Ухо воспринимает давление на барабанную перепонку, а уже мозг обрабатывает собранную информацию. Человеческий слуховой аппарат способен легко создавать фантомные образы для звуков, особенно если они находятся перед ним. Но способность снижается, если предполагаемый источник звука находится сбоку или сзади от слушателя. Зрение – одно из самых важных способов восприятия человеком информации. Поэтому оно тесно связано со слухом и звуковым восприятием. Мозг всячески пытается связать получаемую информацию, из-за этого возникает ощущение присутствия при записи. Поэтому эффект трехмерного звука лучше всего воспринимается в наушниках или при определенном положении головы слушателя, как например, в кинотеатре или в машине. К тому же направление исследований объемного звука активно используется для компьютерных игр и виртуальной реальности.

Однако, несмотря на давние и активные исследования в области воссоздания объемного звука, огромное количество экспериментов, невозможно на сто процентов обеспечить восприятие слушателем нужной картины, так как многое зависит от конкретного человека и особенностей его организма. Немалую роль также играет и обстановка помещения, расположение колонок, точность настройки устройства и, конечно, качество записи. Многие компании стремятся все более усовершенствовать свои продукты, привнося на рынок устройства как для записи, так и для обработки и воспроизведения звука. Но всегда можно найти какие-то недостатки любой системы, ведь искусственное влияние на человеческий слух всегда будет отличаться от естественного, но в скором времени эти различия сможет уловить лишь профессионал.

Список литературы

- [1]. Блауэрт Й. Пространственный слух: Пер. с нем. М.: Энергия. 1979. 224 с.
- [2]. Мастеринг с Ozone. Принципы, приемы и техники. iZotope, 2015. 68 с. Режим доступа: <https://www.izotope.com/> (дата обращения 21.03.2017).
- [3]. Колесников С. Технологии и форматы 3D-звука. // Компьютер-Информ. Спб: ИКТ СПб и Ленобласти. Режим доступа: http://old.ci.ru/inform21_04/p_24.htm (дата обращения 21.03.2017).
- [4]. Вишнякова Н. Системы обработки и воспроизведения аудиоинформации // Компьютер с нуля. Режим доступа: http://komputernulja.ru/vivid_inf/sistemy-obrabotki-i-vosproizvedeniya-audioinformacii (дата обращения 23.03.2017).

- [5]. Технологии и средства обработки звуковой информации. 2014.12.01. Режим доступа: http://life-prog.ru/1_59363_tehnologii-i-sredstva-obrabotki-zvukovoy-informatsii.html // сайт life-prog.ru (дата обращения 24.03.2017).
- [6]. Соколов П. Технологии создания позиционируемого 3D звука. 1999. Режим доступа: http://www.tiflocomp.ru/games/design/sound_games/3d_overview.php (дата обращения 24.03.2017).
- [7]. Бабушкин В.Б. Звук в кино. Выбор микрофона. Режим доступа: http://звукорежиссеры.пф/article_microphones.html (дата обращения 30.03.2017).
- [8]. Звук на киноплёнке. // Основы электроакустики. Режим доступа: <http://audioakustika.ru/node/1258> (дата обращения 04.04.2017).