

Лысиков И.А., студ. гр. 516а(і) БГУКИ

Науч. рук. – Смирнова И.А.,

кандидат искусствоведения, доцент

ЦИФРОВОЙ ЗВУК

Во времена СССР многие западные артисты, имеющие огромную мировую популярность, были недоступны для советской публики. Коммунистическая партия стремилась не позволить советским гражданам вкусить плодов «разлагающегося буржуазного общества», а люди, напротив, пытались любыми способами получить аудиозаписи своих кумиров. Как только у кого-то появлялась свежая запись любимого исполнителя, начиналось подпольное тиражирование магнитной ленты. К сожалению, качество звучания копии было хуже оригинала, со временем плёнка растягивалась и могла смяться. Это приводило к значительным искажениям и потере аудиоданных.

Сегодня, мы живем в эпоху цифровых технологий, которая в корне отличается от той, которая была тридцать лет назад. Теперь любая информация, в том числе и звуковая, может быть сохранена в цифровом виде. Такая информация не портится со временем, легко тиражируется и передаётся без потерь и искажений. Подобному технологическому прорыву способствовал ряд обстоятельств.

Как известно, звук распространяется в твердой, жидкой и газообразной среде посредством волн. Эти волны характеризуются спектром частот и амплитудой. В зависимости от частотного спектра волны, находятся такие характеристики звука как высота и тембр, а от амплитуды волны зависит громкость звука.

Человек способен воспринимать и осознавать звук, передаваемый по воздуху, с частотой от 16 Гц до 20 кГц, с возрастом верхняя граница слышимых частот уменьшается [1].

Громкость звука, а именно звуковое давление, измеряется в децибелах (Дб). К примеру, 0Дб – абсолютная тишина, 30Дб – тиканье настенных часов, 65Дб – громкий разговор, 110Дб – шум вертолета, 130Дб – болевой порог [1].

Перед тем как звук записывается, он трансформируется в электрический сигнал с помощью микрофона. Такой сигнал называется аналоговым, потому что он аналогичен исходному сигналу. Аналоговый сигнал непрерывен и может принимать сколь угодно близкие значения в зависимости от функции времени.

Помимо аналогового, существует и цифровой звук. Он плотно вошел в нашу жизнь и теперь трудно представить себе жизнь без него. Когда мы смотрим телевидение, когда мы разговариваем по мобильному телефону – мы сталкиваемся с цифровым звуком.

Появлению цифрового звука мы во многом обязаны изобретению транзистора. Транзистор, полупроводниковый триод – радиоэлектронный компонент из полупроводникового материала, обычно с тремя выводами, позволяющий входным сигналом управлять током в электрической цепи [1].

Появление транзистора позволило создать на его основе первые компьютеры, с помощью которых появилась возможность оцифровывать аналоговый звук.

Компьютер оперирует с цифровыми данными. Поэтому для перевода в компьютер аналоговый звуковой сигнал необходимо преобразовать в цифровой. Этим занимается устройство звуковой карты компьютера, имеющее название АЦП – аналогово-цифровой преобразователь. На вход АЦП подаётся аналоговый электрический сигнал, который после обработки преобразуется в цифровые значения – эти значения и есть цифровой звук. Он представляет собой совокупность отсчетов амплитуды аналогового сигнала через равные промежутки времени. Таким образом, в компьютер поступают координаты звуковой волны. Цифровой звук нельзя услышать, его используют только для передачи, хранения и обработки звуковой информации.

На качество цифровой записи влияют два параметра: 1) Частота, с которой производятся отсчеты – это частота дискретизации. 2) Точность представления каждого отсчета – разрешающая способность. Частота дискретизации измеряется в Герцах, а разрешающая способность – в битах [3].

Для того, чтобы воспроизвести цифровой сигнал, требуется устройство, которое преобразует цифровой сигнал в аналоговый – цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП). В ЦАПе происходит процесс восстановления "промежуточных" значений сигнала между снятыми выборками – интерполяция. Чем качественнее производится интерполяция, тем лучше восстанавливается сигнал.

Советский учёный Владимир Котельников в 1933 году доказал теорему, согласно которой сигнал может быть восстановлен без потерь по отсчетам, взятым с частотой в два раза превышающим самую высокую частоту в спектре этого сигнала [2, 1–19]. Чтобы точно передать самый высокий звук, который может услышать человек – 20 кГц, нужно использовать частоту дискретизации в 40 кГц. Примерно такая частота используется в компакт-дисках Audio CD (40,1 кГц). Разрешающая способность измеряется в битах, она указывает на количество уровней, на которые можно разделить амплитуду сигнала для записи. В компакт-дисках Audio CD используется разрешающая способность 16 бит. Это значит, что для измерения изменений амплитуды сигнала используются 65 536 (2^{16}) значений.

В дисках DVD-audio используется разрешающая способность до 24 бит и частота дискретизации до 192 кГц, что позволяет с высокой точностью восстановить сигналы с частотами до 96 кГц, что в несколько раз перекрывает возможности самого чуткого человеческого уха.

Таким образом, за каждую секунду воспроизведения диска DVD-audio происходит интерполяция 192 000 точек звуковой волны, каждая из которых может принимать 16 777 216 (2^{24}) значений.

Но это далеко не максимум. Существующие на сегодняшний день цифровые устройства способны обрабатывать частоту дискретизации 384 кГц глубиной в 32 бита. Такие аудиоданные могут использоваться в студийной практике для последующей обработки.

Кажется, что это очень много, и никаких потерь информации при таком мелком дроблении быть не может. Однако, как показали последние исследования в области слуха, человеческое ухо способно различить изменения звукового сигнала длительностью всего 0,2 мкс, что в 10 раз меньше доступной на сегодняшний день частоты дискретизации, которая позволяет производить отсчеты один раз в 2 мкс. Необходимость использовать такую мелкую частоту обусловлена тем, что во время записи особо резких звуков за короткое время происходят огромные звуковые всплески. К таким звукам можно отнести атаку различных музыкальных инструментов, выстрелы из оружия, взрывы. К минусам также следует отнести колоссальный размер потенциальной информации, описывающей такие акустические события, к примеру, диск Audio CD сможет вместить всего лишь 4 минуты стерео сигнала 384 кГц глубиной в 32 бит.

Однако, на сегодняшний день, звук, который мы слышим по телефону, передается с частотой дискретизации 8 кГц, а радиостанции вещают аудиопоток с частотой 22,05 кГц. В таком случае, согласно закону В. Котельникова с наибольшей точностью нам передаются частоты до 4 кГц и 11,25 кГц соответственно. По правде говоря, такая ситуация не может не огорчать как минимум потому, что по радио мы не слышим и половины воспринимаемого нами звукового диапазона. А используя телефон, мы не слышим три четверти воспринимаемых нами частот, да и к тому же чаще всего используем только одно ухо.

Почему имея такие передовые технологии, мы так сильно себя ограничиваем? Так сложилось исторически, что с открытием новых средств связи, в особенности интернета, у человека появилась возможность передавать информацию. Правда, скорости передачи информации,

существовавшие на тот момент, не позволяли комфортно передавать большие объёмы данных, поэтому появилась необходимость сжимать информацию. Так появились аудиоформаты, с применением сжатия, такие как APE, FLAC, ogg, знаменитый практически всем формат mp3 и многие другие.

Сегодня мы можем без особых проблем передавать большие объёмы информации за относительно небольшое время. Для этого мы можем использовать мобильные носители информации. Еще десять лет назад никто бы не мог подумать, что на компактный USB-флеш-накопитель можно будет записать до 512 Гб информации. Развитие интернета позволяет передавать большие объёмы информации практически в любую точку Земли. На сегодняшний день цифровой звук является самым совершенным способом для хранения, обработки и передачи аудиоинформации. Такая запись может храниться вечно, она не испортится и не изменится со временем. Копия такой записи неотличима от оригинала. Передача такой информации крайне проста и не накладна. Качество цифровой записи во многом превосходит все способы звукозаписи, существовавшие ранее.

1. Википедия свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. – Wikimedia Foundation, Inc., 2014. – Режим доступа : http://ru.wikipedia.org/wiki/Заглавная_страница. – Дата доступа : 04.10.2013.

2. Котельников, В.А. О пропускной способности «эфира» и проволоки в электросвязи / В.А. Котельников // Всесоюзный энергетический комитет. Материалы к I Всесоюз. съезду по вопросам технической реконструкции дела связи и развития слаботочной промышленности. (По радиосекции) : сб. – М. : Управление связи РККА, 1933. – С. 1–19.

3. Радзишевский, А Ю. WebSound / А.Ю. Радзишевский // авторское некоммерческое периодическое электронное издание [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://websound.ru/index.html>. – Дата доступа : 15.11.2013.