

# СПОСОБ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ЗВУЧАНИЯ АКУСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Вертегел В.В., Сёмин С.В.

Севастопольский национальный технический университет, Украина

E-mail: vertegel@bk.ru, SyominSZ@yandex.ru

**Аннотация** — представлен способ улучшения качества звучания малогабаритных акустических систем на низких частотах, основанный на использовании психоакустических эффектов и цифровой обработки аудиосигналов. Предложен способ генерации гармоник низкочастотных составляющих расширяющий диапазон воспроизводимых частот.

## 1. Введение

Способность качественного излучения низкочастотных звуковых сигналов (басов) является одним из конкурирующих свойств акустических систем современных портативных мультимедийных устройств, ноутбуков, смартфонов и телевизоров. Это обусловлено возрастающим содержанием низкочастотных составляющих сигналов в музыке, звуковом сопровождении художественных фильмов, видеоклипов и компьютерных игр. Низкочастотные компоненты звука повышают качество эмоционального восприятия звуковой информации.

Поскольку, относительно малые геометрические размеры электроакустических преобразователей (динамиков, наушников) портативных устройств определяют нижнюю граничную частоту воспроизводимых частот (порядка 150 ... 200 Гц), а также пониженная чувствительность человеческого уха к звуковым колебаниям с частотой ниже 300 Гц, то возникает необходимость частотной коррекции фонограмм. Распространенным путем частотной коррекции является использование эквалайзеров. Однако такой подход ведет к возрастанию нелинейных искажений, снижению КПД, или даже повреждению электроакустических преобразователей.

## 2. Основная часть

Для улучшения восприятия слушателем низких частот звукового сигнала применяют альтернативный подход, который основан на использовании психоакустических эффектов, происходящих в головном мозге человека при прослушивании фонограммы. Существующие системы *MaxxBass* [1] и *VirtualBass* [2] используют особенности человеческого уха — экстраполяцию отсутствующей первой гармоники низкочастотной составляющей на основе присутствия её высших гармоник. Иными словами, даже если первая гармоника низкочастотной составляющей сигнала отсутствует, то у человека создается иллюзия присутствия этой составляющей при прослушивании её высших гармоник [3]. Алгоритмы обработки звуковых сигналов упомянутых выше систем основаны на фильтрации низкочастотных составляющих, которые акустические системы не способны воспроизвести, и замещении этих составляющих их высшими гармониками. Однако недостатком этих систем является возникновение субгармоник и интермодуляционных искажений, возникающих вследствие нелинейной обработки сигналов.

Устранить этот недостаток позволяет способ генерации высших гармоник, применяемый в фазовых вокодерах. Такой подход позволяет получить фазовую когерентность высших гармоник, что является преимуществом по сравнению с вышеупомянутыми системами. На рис. 1 приведена структурная схема системы цифровой обработки сигналов, реализующая предложенный способ генерации высших гармоник низкочастотных составляющих звукового сигнала.

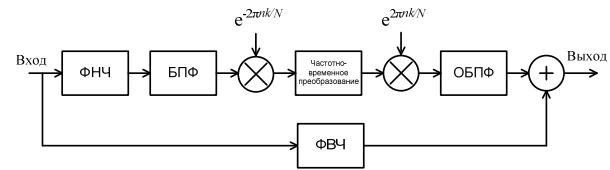


Рис. 1

Система реализует фильтрацию низкочастотной составляющей ниже частоты среза акустической системы, децимацию сигнала, анализ спектра низкочастотной составляющей с использованием алгоритма БПФ и генерацию гармоник для каждого частотного компонента с последующим суммированием с оригинальным сигналом. Кроме того, оригинальный сигнал также проходит через фильтр высоких частот для удаления исходных низкочастотных составляющих.

Фазовый подход к генерации высших гармоник заключается в использовании кратковременного преобразования Фурье (*Short Time Fourier Transform* или *STFT*). Для разбиения сигнала на несколько фреймов используется функция окна. Кратковременное преобразование Фурье является функцией двух переменных — частоты и времени, что дает картину уже в частотно-временной области. Изменение амплитуд и фаз спектральных коэффициентов каждого фрейма позволяет модифицировать низкочастотный сигнал в частотной области, сохраняя фазовую когерентность высших гармоник. Модифицированный спектр сигнала в частотной области затем преобразуется во временную область при помощи обратного дискретного преобразования Фурье, в результате чего формируется новый звуковой низкочастотный сигнал, воспроизводимый акустической системой.

## 3. Заключение

Показана возможность улучшения качества звучания акустических систем на основе фазового подхода к генерации высших гармоник низкочастотных составляющих. Задачей дальнейших исследований является разработка программного обеспечения *DSP*, реализующего предложенный способ.

## 4. Список литературы

- [1] Пат. 5930373 США, Method and System for Enhancing Quality of Sound Signal / M. Shashoua, D. Glotter; заявитель и патентообладатель K.S.Waves LTD. — №08/832,812; заяв. 04.04.1997; опубл. 27.07.1999.
- [2] Arora M. Low Complexity Virtual Bass Enhancement Algorithm for Portable Multimedia Device / M. Arora, H. Moon, S. Jang // Proc. Of AES 29th International Conference. — Seoul, 2006.
- [3] E. Larsen, R. M. Aarts, Audio bandwidth extension / E. Larsen. — West Sussex: Wiley, 2004. — 312 с.

## METHOD FOR THE ENHANCING QUALITY OF THE ACOUSTIC SYSTEMS SOUND

Vertegel V.V., Syomin S.V.

Sevastopol National Technical University, Ukraine

**Abstract** — A psychoacoustical bass enhancement method applied to the enhancement of sound quality in acoustic systems was proposed. New harmonic generation method was proposed and the DSP system block diagram was described.