ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ФАЗОВЫХ ИСКАЖЕНИЙ АУДИОАППАРАТУРЫ НА КАЧЕСТВО ЗВУЧАНИЯ

Тушев В.О.
Научный руководитель – к.т.н., доц. Шейко С.А.
Харьковский национальный университет радиоэлектроники
(61166, Харьков, пр. Науки,14, каф. МИРЭС, тел. (057) 702-15-87)
e-mail: d_res@nure.ua

The influence of phase distortions on the sound quality by the method of expert evaluations was investigated. As the initial sound fragments were chosen guitar, cymbals, soprano, tenor, pop music and symphony orchestra. A set of PFCs corresponding to run time differences from 10 to 160 ms at the LF and from 1 to 16 ms at the HF was generated. Listening was conducted in the studio through studio sound monitors. Dependences of an estimation of quality of sounding on size of phase distortions are received.

В оценке качества аудиоаппаратуры решающую роль играют искажения, которые имеют место при записи и воспроизведении звука. Традиционно большое внимание уделяют нелинейным и амплитудно-частотным искажениям [1,2]. Однако, фазовые искажения влияют на качество звучания не меньше, а в ряде случаев – даже больше, чем коэффициент гармоник и неравномерность АЧХ. В результате фазовых искажений сигналы разных частот сдвигаются один относительно другого во времени и форма результирующего сложного колебания искажается. Увеличение времени пробега ВЧ составляющих воспринимается как своеобразная «размытость» звучания. Фазовые искажения НЧ составляющих менее заметны на слух.

В данной работе описываются условия и результаты исследований влияния фазовых искажений на качество звучания методом экспертных оценок.

Сравниваемые звуковые фрагменты имели совершенно одинаковые характеристики, кроме характеристики группового времени запаздывания $t_{гр}$ и разницы времени пробега Δt

$$t_{гр}(\omega) = \frac{d\phi(\omega)}{d\omega}, \quad \Delta t_н = \left|\frac{d\phi}{d\omega}\right|_{\omega_н} - \left|\frac{d\phi}{d\omega}\right|_{\omega_{ср}}, \quad \Delta t_в = \left|\frac{d\phi}{d\omega}\right|_{\omega_в} - \left|\frac{d\phi}{d\omega}\right|_{\omega_{ср}}.$$

где $\phi(\omega)$ – фазо-частотная характеристика (ФЧХ), согласно рекомендации МККТТ выбрана средняя частота 800 Гц.

В среде MATLAB был сформирован набор ФЧХ, соответствующих $\Delta t_н = 10$ мс, 20 мс, 40 мс, 80 мс, 160 мс и $\Delta t_в = 1$ мс, 2 мс, 4 мс, 8 мс, 16 мс. В качестве исходных звуковых фрагментов были выбраны как отдельные дорожки записи музыкальных инструментов, голоса, так и сведенные музыкальные композиции различных жанров. А именно: гитара, тарелки, сопрано, тенор, поп-музыка и симфонический оркестр. Таким образом

было подготовлено 6 исходных звуковых файлов и 60 файлов с фазовыми искажениями.

В качестве экспертов привлекались 10 студентов первого курса специальности "Системы, технологии и компьютерные средства мультимедиа", имеющие хороший музыкальный слух и интересующиеся звукозаписью. Прослушивание проводилось в студии телецентра ХНУРЭ через студийные звуковые мониторы.

Оценка качества фонограмм производилась по таким параметрам: пространственное впечатление; прозрачность; тембр; стереофоничность. Звуковые фрагменты демонстрировались вразброс, вне зависимости от величины фазовых искажений. Результаты экспертизы заносились в специальные протоколы, имеющие графы, соответствующие всем перечисленным параметрам. Оценка качества звучания производилась по пятибалльной шкале. Для формирования обобщённой оценки группы экспертов рассчитывалась средняя оценка (рис.1).

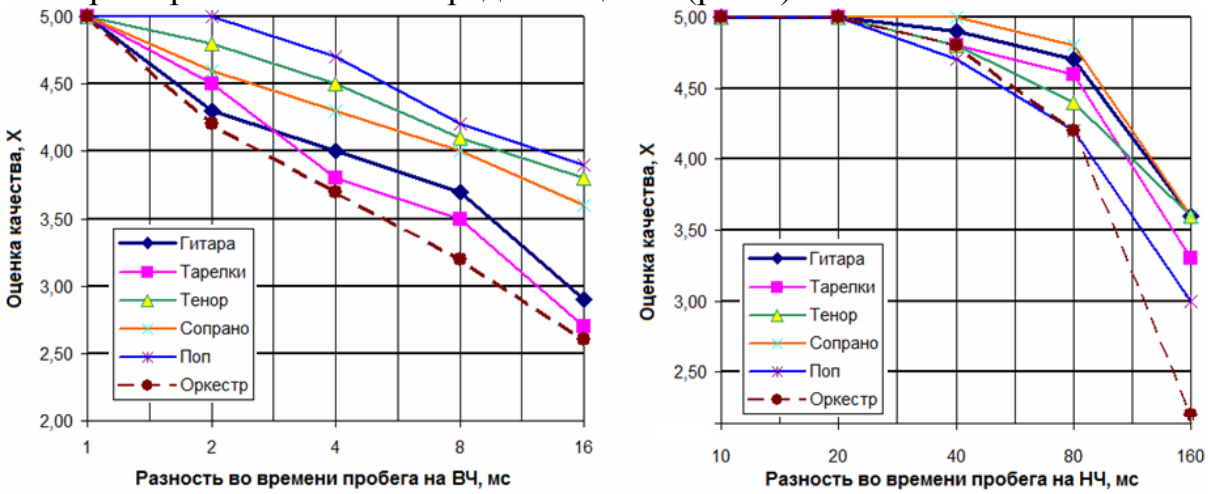

Рис.1. Обобщённые экспертные оценки качества звучания

Анализируя полученные графики, можно сделать следующие выводы. Порогом заметности фазовых искажений можно считать разницу во времени пробега более 1 мс на ВЧ и более 40 мс на НЧ. Фазовые искажения наиболее заметны на звуковых фрагментах, содержащих большое количество ВЧ: это тарелки музыкальных инструментов, женский вокал, симфонический оркестр. Жанр поп-музыки допускает больший уровень фазовых искажений без заметного ухудшения качества. Заметность фазовых искажений на НЧ для поп-музыки (на втором месте после симфонического оркестра) можно объяснить тем, что в исследуемой композиции присутствовало большое количество синтезированных НЧ звуков, неискажённое звучание которых было хорошо известно экспертам.

Список источников: 1. Радиовещание и электроакустика / [С.И. Алябьев, А.В. Выходец, Р. Гермер и др.]; под ред. Ю.А. Ковалгина. – М.: Радио и связь, 2000. – 792 с. 2. Алдошина И.А. Электроакустика и звуковое вещание / И.А. Алдошина, Э.И. Вологдин, А.П. Ефимов. – М.: Радио и связь, 2007. – 872 с.