

Министерство образования и науки РФ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники»

Кафедра радиоэлектроники и защиты информации (РЗИ)

Изучение методов и средств выравнивания амплитудно-частотных характеристик

Руководство к лабораторной работе по дисциплине "Аудиотехника"

Разработчик:
доцент каф. РЗИ, к.т.н.
_____ Э.В. Семенов

Содержание

1. Цель работы	3
2. Требования к компьютеру	3
3. Последовательность выполнения работы	3
4. Оформление отчета	5
5. Благодарности	5

1. Цель работы

Целью лабораторной работы является изучение методов и средств выравнивания частотных характеристик на примере выравнивания амплитудно-частотной характеристики громкоговорителя.

2. Требования к компьютеру

Для выполнения лабораторной работы компьютер должен быть оснащен дуплексной звуковой картой или аудиокодеком. Необходимы также микрофон (лучше на гибкой ножке) и громкоговоритель.

Громкоговоритель и микрофон подключаются к персональному компьютеру, который используется в качестве спектроанализатора и генератора сигналов. Вход для микрофона обычно обозначается "mic" на задней стороне системного блока компьютера. Выход для громкоговорителя обозначается, как правило, "out" или "spk".

3. Последовательность выполнения работы

1. Подключите микрофон и громкоговоритель к системному блоку персонального компьютера в соответствующие гнезда. Установите микрофон в непосредственной близости от громкоговорителя (вплотную). Откройте системный микшер воспроизведения (дважды щелкните левой кнопкой мыши по пиктограмме громкоговорителя в правом нижнем углу панели задач). Отключите воспроизведение сигнала с микрофона. Желательно также отключить другие неиспользуемые входы. Откройте микшер записи (в открытом окне микшера в меню "Параметры / Свойства" установите галочку "Запись" и нажмите ОК). Выберите микрофонный вход для записи.
2. Установите подходящие для измерения амплитудно-частотной характеристики громкость звука и чувствительность микрофонного входа.
 1. Запустите программный пакет SpectraLAB. Установите режим "Real Time" в меню "Mode". Нажмите клавишу F4 и в соответствующем окошке установите частоту дискретизации (Sampling rate) 48 кГц и размер временного окна спектрального преобразования (FFT size) 65536 отсчетов, оконная функция (Smoothing Window) - Hanning, установки усреднения (Averaging settings) - Exponential, 1.
 2. Включите окно отображения спектра (View / Spectrum) и переключитесь в него (Window / Spectrum). Нажмите клавишу F5 (или войдите в раздел меню "Options / Scaling") и установите масштаб по оси частот (Frequency Axis) "Logarithmic". Включите окно отображения коэффициента гармоник (Utilities / Total Harmonic Distortion (THD)).
 3. Нажатием клавиши F11 (или установкой галочки в пункте меню "Utilities / Signal Generator") откройте окно генератора сигналов. Выберите тип сигнала "1 kHz Tone". Установите уровень сигнала: нажмите кнопку "Level" и в окне "Output Level" наберите -20 (справа в окне "Units" должно быть "dB Full Scale", снизу в окне "The Full Scale output level of my sound card is:" должна быть установлена галочка "I don't know").
 4. Запустите программу нажатием кнопки "Run" в основном окне программы. В микшере записи установите наибольший уровень записи, при котором еще не происходит ограничения сигнала (при ограничении сигнала

индикатор уровня в левом нижнем углу программы SpectraLAB становится красным с надписью "overload"). Регулируя громкость звука, наблюдайте изменение коэффициента гармоник. Оставьте наибольшую громкость, при которой коэффициент гармоник не превышает 1...3 %. Снова установите наибольший уровень записи, при котором еще не происходит ограничения сигнала.

3. Измерьте амплитудно-частотную характеристику (АЧХ) громкоговорителя.
 1. Запустите программный пакет Cool Edit Pro 1.2. Расположите основные окна программ Cool Edit Pro и SpectraLAB таким образом, чтобы можно было наблюдать их одновременно. Откройте файл скользящего тона frequency_sweep_left_-20_dB.wav, если микрофон установлен возле левого громкоговорителя и frequency_sweep_right_-20_dB.wav, если возле правого.
 2. В программе SpectraLAB включите окно отображения спектра (View / Spectrum) и переключитесь в него (Window / Spectrum). Измените оконную функцию (Smoothing Window): Uniform. Нажмите клавишу F5 (или войдите в раздел меню "Options / Scaling") и установите масштаб по оси частот (Frequency Axis) Octave: 1/24. Закройте окно генератора сигналов, если оно открыто.
 3. В программе Cool Edit Pro войдите в меню "Transform / Filters / Graphic Equalizer". Выберите вкладку "30-Bands (1/3 octave)" (30 полосный (третьоктавный) эквалайзер). Установите диапазон регулировки (Range) 36 дБ, среднее усиление (Master Gain) 0 дБ. Нажмите кнопку "Reset All to Zero" (установка всех движков в нулевое положение).
 4. Запустите программу SpectraLAB нажатием на кнопку "Run" в основном окне программы. Если возникает перегрузка (индикатор уровня в левом нижнем углу программы SpectraLAB становится красным с надписью "overload"), уменьшите громкость звука.
 5. Нажатием первой кнопки "Set" в области "Overlays" в основном окне программы SpectraLAB "запомните" график АЧХ. Отображаемая при этом на графике кривая является исходной (некорректированной) АЧХ системы "ЦАП звуковой карты - громкоговоритель - микрофон - АЦП звуковой карты". Поскольку громкоговоритель обладает наибольшей из перечисленных устройств неравномерностью АЧХ, полученную кривую можно в первом приближении считать АЧХ громкоговорителя. Приведите ее в отчете: нажмите клавишу "Print Screen" и вставьте содержимое буфера обмена в файл отчета (не допускается усечение рисунка; должно отображаться все рабочее окно программы SpectraLAB).
 6. Измерьте неравномерность АЧХ в диапазоне 100...10000 Гц (можно использовать перекрестный курсор, появляющийся при нажатии левой клавиши мыши в окне графика). Приведите результаты в отчете.
4. Скорректируйте амплитудно-частотную характеристику громкоговорителя.
 1. В окне эквалайзера и нажмите клавишу "Preview". Запустите программу SpectraLAB нажатием на кнопку "Run" в основном окне программы. Перемещайте движки эквалайзера таким образом, чтобы приблизить отображаемую программой SpectraLAB АЧХ к равномерной. Имейте в виду, что АЧХ изменяется только после того, как Вы, переместив движок эквалайзера, отпустите клавишу мыши.
 2. Нажатием второй кнопки "Set" в области "Overlays" в основном окне программы SpectraLAB "запомните" график АЧХ. Отображаемая кривая является скорректированной АЧХ системы "ЦАП звуковой карты - громкоговоритель - микрофон - АЦП звуковой карты". Эту кривую можно в первом приближении считать скорректированной АЧХ громкоговорителя.

- Приведите ее в отчете. На этом же графике должна быть отражена исходная АЧХ громкоговорителя.
3. Измерьте неравномерность АЧХ в диапазоне 100...10000 Гц. Приведите результаты в отчете. Сопоставьте достигнутую неравномерность АЧХ с неравномерностью исходной (некорректированной) АЧХ. Перечислите основные факторы, которые помешали Вам достигнуть лучших результатов.
 5. Оцените влияние коррекции АЧХ субъективно.
 1. В программе Cool Edit Pro закройте окно эквалайзера нажатием клавиши "Close" (но не "ОК").
 2. Закройте файл со скользящим тоном.
 3. Откройте файл neapolitan_dance.wav. Прослушайте его без применения эквалайзера.
 4. Откройте окно эквалайзера (меню "Transform / Filters / Graphic Equalizer").
 5. Нажмите клавишу "Preview" и прослушайте звук с использованием эквалайзера. Сравните звучание с коррекцией АЧХ громкоговорителей и без. Свои впечатления изложите в отчете.

4. Оформление отчета

Отчет должен содержать следующее.

1. Титульный лист.
2. Цель работы.
3. Описание используемых микрофона и громкоговорителя. Следует привести наименование модели и краткое описание известных Вам свойств: количество полос громкоговорителя, конструктивные особенности головок (купольные, изодинамические) и т.д..
4. Результаты измерений. Получаемые в программе SpectraLAB результаты фиксируются нажатием клавиши "Print Screen" и вставляются в файл отчета. Не допускается усечение рисунка; должно отображаться все рабочее окно программы SpectraLAB.
5. Анализ результатов и выводы.

5. Благодарности

Музыкальная композиция "Неаполитанский танец" из балета П. Чайковского "Лебединое озеро" (файл neapolitan_dance.wav) любезно предоставлена осуществившим данную запись звукоинженером Евгением Цветиковым.