

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

Кафедра радиоэлектроники и защиты информации (РЗИ)

# **Изучение передаточных характеристик громкоговорителей**

Руководство к лабораторной работе по дисциплине «Акустика»

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 |

# 1. Цель работы

Целью настоящей лабораторной работы является изучение передаточных характеристик громкоговорителя, а именно амплитудно-частотной, переходной, импульсной характеристик и коэффициента гармоник.

## 2. Требования к компьютеру

Для выполнения лабораторной работы компьютер должен быть оснащен 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 записи (дважды щелкните левой кнопкой мыши по пиктограмме громкоговорителя в левом нижнем углу панели задач, в меню "Параметры / Свойства" установите галочку «Запись» и нажмите ОК). Выберите микрофонный вход для записи.
2. 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.
3. Измерьте коэффициент гармоник громкоговорителя на частоте 1 кГц.
  1. Включите окно отображения спектра (View / Spectrum) и переключитесь в него (Window / Spectrum). Включите окно отображения коэффициента гармоник (Utilites / Total Harmonic Distortion (THD)).
  2. Нажатием клавиши F11 (или установкой галочки в пункте меню Utilities / Signal Generator) откройте окно генератора сигналов. Выберите тип сигнала "1 kHz Tone".
  3. Запустите программу нажатием кнопки "Run" в основном окне программы. В микшере записи установите 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"). Отображаемый коэффициент гармоник является коэффициентом гармоник системы "ЦАП звуковой карты – микрофон – громкоговоритель – АЦП звуковой карты". Его можно приближенно считать равным коэффициенту гармоник громкоговорителя, поскольку коэффициент гармоник остальных звеньев значительно ниже. Регулируя громкость, наблюдайте изменение коэффициента гармоник. Оставьте наибольшую громкость, при которой коэффициент гармоник не превышает 1...3 %. Для снижения уровня шумов измените установки усреднения (Averaging settings): Exponential, Infinite.

4. Проанализируйте спектральный состав гармонических искажений громкоговорителя.
4. Измерьте амплитудно-частотную характеристику (АЧХ) громкоговорителя.
  1. Включите окно отображения спектра (View / Spectrum) и переключитесь в него (Window / Spectrum).
  2. Измените оконную функцию (Smoothing Window): Uniform.
  3. Нажмите клавишу F5 (или войдите в раздел меню Options / Scaling) и установите масштаб по оси частот (Frequency Axis) Octave: 1/24.
  4. Нажатием клавиши F11 (или установкой галочки в пункте меню Utilities / Signal Generator) откройте окно генератора сигналов. Выберите тип сигнала – определяемый пользователем (User Defined). Нажмите кнопку "Details" и выберите файл frequency\_sweep\_left.wav, если микрофон установлен возле левого громкоговорителя и frequency\_sweep\_right.wav, если возле правого.
  5. Запустите программу нажатием на кнопку "Run" в основном окне программы.
  6. Отображаемая при этом на графике кривая является 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. Сопоставьте ее со слуховым ощущением звука громкоговорителя.
5. Измерьте уровень шума измерительной системы. Для этого запустите программу при отключенном громкоговорителе, при этом микрофон будет фиксировать акустические шумы в помещении. Исходя из измеренного уровня шума, оцените диапазон частот, в котором измерение является достоверным.
6. Измерьте амплитудно-частотную характеристику громкоговорителя в полосах 1/9 октавы. Для этого установите масштаб по частотной оси Octave: 1/9. Сопоставьте ее с измеренной в полосах 1/24 октавы и со слуховым ощущением звука громкоговорителя.
7. Измерьте амплитудно-частотную характеристику громкоговорителя в полосах 1/6 октавы. Для этого установите масштаб по частотной оси Octave: 1/6. Сопоставьте ее с измеренной в полосах 1/24 октавы и со слуховым ощущением звука громкоговорителя.
8. Измерьте амплитудно-частотную характеристику громкоговорителя в третьоктавных полосах. Для этого установите масштаб по частотной оси Octave: 1/3. Сопоставьте ее с измеренной в полосах 1/24 октавы и со слуховым ощущением звука громкоговорителя.
9. Измерьте амплитудно-частотную характеристику громкоговорителя в октавных полосах. Для этого установите масштаб по частотной оси Octave: 1/1. Сопоставьте ее с измеренной в полосах 1/24 октавы и со слуховым ощущением звука громкоговорителя.
10. Измерьте переходную характеристику громкоговорителя.
  1. Включите окно отображения временной формы сигнала (View / Time Series) и переключитесь в него (Window / Time Series).
  2. Установите линейный масштаб по вертикальной оси. Для этого дважды щелкните левой клавишей мыши по области слева или справа от графика (или выберите пункт меню Options / Time Series) и в области "Plot Options" выберите пункт "Amplitude (linear)".
  3. Выберите тип сигнала генератора сигналов "Square". Нажмите кнопку "Details" и установите частоту повторения (Frequency) 5 Гц и длительность импульса (Duty Cycle) 50% от длительности периода.

4. Запустите программу нажатием кнопки "Run" и через несколько секунд остановите нажатием на кнопку "Stop".
  5. Отрегулируйте горизонтальный масштаб таким образом, чтобы просматривался отклик громкоговорителя на единственный фронт тестового импульса. Первый импульс на графике отклика должен быть положительным.
11. Измерьте импульсную характеристику громкоговорителя.
1. Включите окно отображения временной формы сигнала (View / Time Series) и переключитесь в него (Window / Time Series).
  2. Выберите тип сигнала генератора сигналов "Pulse". Нажмите кнопку "Details" и установите длительность импульса (Pulse Width) 21 мкс и период повторения (Repetition Interval) 100000 мкс.
  3. Запустите программу нажатием кнопки "Run" и через несколько секунд остановите нажатием на кнопку "Stop".
  4. Отрегулируйте горизонтальный масштаб таким образом, чтобы просматривался отклик громкоговорителя на единственный тестовый импульс.
12. Выполните сравнительный анализ полученных результатов.

## **4. Оформление отчета**

Отчет должен содержать следующее.

1. Титульный лист.
2. Цель работы.
3. 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.
4. Анализ результатов и выводы.