

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

Кафедра радиоэлектроники и защиты информации (РЗИ)

# **Изучение явления реверберации**

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	4


# 1. Цель работы

Целью лабораторной работы является изучение явления реверберации, а именно характеристик длительности реверберации, акустического отношения, радиуса гулкости и их связи с параметрами помещения прослушивания.

## 2. Требования к компьютеру

Для выполнения лабораторной работы компьютер должен быть оснащен звуковой картой или аудиокодеком. Необходим также микрофон.

## 3. Последовательность выполнения работы

1. Подключите микрофон к системному блоку персонального компьютера, вход для микрофона обычно обозначается "mic" на задней стороне системного блока компьютера. 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.
3. Измерьте стандартное время реверберации.
  - Включите окно отображения формы сигнала (View / Time Series) и переключитесь в него (Window / Time Series). Установите логарифмический 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 "Energy (logarithmic)".
  - Запустите программу нажатием кнопки "Run" в основном окне программы.
  - Отойдите от микрофона на расстояние 1,5...2 м и громко хлопните в ладоши.
  - 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").
  - При помощи клавиши "Zoom in along time axis"  отрегулируйте масштаб по оси времени для оптимального отображения всплеска уровня, вызванного хлопком.
  - Отрегулируйте вертикальный масштаб, дважды щелкнув левой клавишей мыши по области слева или справа от графика и установив параметры "Plot Top" (верхняя граница) и "Plot Range" (отображаемый диапазон).
  - Оцените функциональный вид зависимости уровня реверберационного сигнала от времени. Результат отметьте в выводах.
  - Оцените угол наклона той части графика, которая отображает спад уровня после хлопка – выберите интервал времени  $dt$  в течение которого график спада не замаскирован шумами и определите изменение уровня сигнала  $dN$  за это время.
  - Вычислите стандартное время реверберации по формуле:  $T_p = 60 * dt / dN$ .
4. Измерьте акустическое отношение.
  - Запустите программу нажатием кнопки "Run" в основном окне программы.

- Хлопните в ладоши на расстоянии  $r=30$  см от микрофона.
- Измерьте величину скачка уровня сигнала  $N$  после исчезновения прямого звука (см. рис. 1).

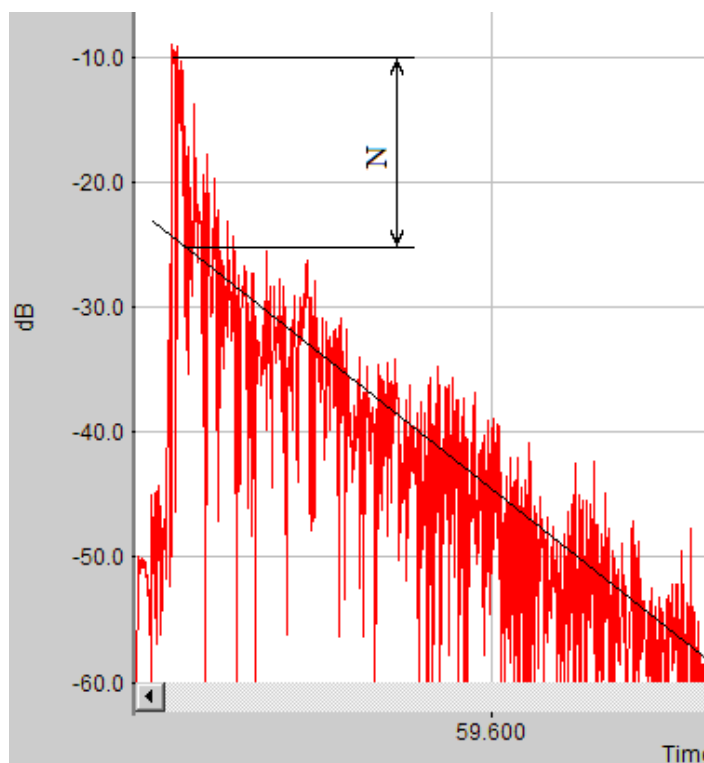


Рис. 1. Спад уровня сигнала при малом акустическом отношении

- По формуле  $R=1/(10^{N/10}-1)$  вычислите акустическое отношение.
  - По части графика после окончания прямого звука вычислите стандартное время реверберации. Сопоставьте полученный результат, а также функциональный вид спада уровня после окончания прямого звука, с аналогичными характеристиками, исследованными по п.3.
5. По формуле  $r_{гуд}=r/(R^{1/2})$ , вычислите радиус гулкости.
  6. По формуле  $T_{эп}=1,2T_p/\{1,2+T_p \lg[(1+R)/R]\}$  вычислите эквивалентное время реверберации.
  7. В предположении наличия только основного фонда звукопоглощения и зная размеры помещения вычислите средний коэффициент звукопоглощения.
  8. Выясните стандартное время реверберации, эквивалентное время реверберации, акустическое отношение и радиус гулкости, которые получили несколько других подгрупп (не менее четырех) в разных точках помещения. Найдите среднее арифметическое и стандартное отклонение этих характеристик.

## 4. Оформление отчета

Отчет должен содержать следующее.

1. Титульный лист.
2. Цель работы.
3. Результаты измерений и вычисленные на их основе характеристики реверберации. 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.