

Спектральный анализ акустических сигналов на основе платформы GNU Radio

С.В. Гусенков¹, А.Н. Котов²

¹Муромский институт (филиал) ФГБОУВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирской обл., ул. Орловская, 23

²Муромский завод радиоизмерительных приборов,
602267, г. Муром, Карачаровское ш., 2

Рассматривается система спектрального анализа акустических шумов, построенная на основе пакета программ GNU Radio. Приведён пример практического применения программы для анализа ослабления акустического шума защитным экраном. Программа может быть использована в учебном процессе при изучении шумозащитных средств или исследовании ослабления акустических сигналов.

В настоящее время актуальной становится задача создания простых, доступных в работе студентам, средств анализа шумовых характеристик разнообразных шумовых сигналов на базе известных вычислительных программ с использованием общедоступных периферийных устройств и систем.

Задачей, решаемой в данном докладе, является разработка простой системы полного спектрально анализа акустического шума с возможностью графического представления спектра.

Программа построена на основе известного пакета программ GNU Radio, представляющего свободную платформу цифровой обработки сигналов, состоящего из набора программ и библиотек, обеспечивающего создание различного рода систем формирования, передачи и обработки сигналов. Принципы формирования и обработки задаются программно, а для захвата и генерации сигналов применяются простейшие аппаратные устройства [1].

Код большинства компонентов GNU Radio написан на языке Python, а части, критические к быстродействию и времени задержки, написаны на языке C++, что позволяет использовать пакет при решении задач в режиме реального времени.

В состав пакета входят наборы фильтров, канальных кодеков, модулей синхронизации, демодуляторов, эквалайзеров, голосовых кодеков, декодеров и других элементов, необходимых для создания разнообразных систем. Пакет может использовать и различные аппаратные компоненты для ввода и вывода сигналов, например, доступны драйверы для звуковых карт.

Разработанная программа анализа акустических сигналов является двухканальной. Такое решение позволяет производить параллельный анализ двух независимых или связанных сигналов.

Также возможна внешняя калибровка системы использованием акустического калибратора микрофона, который на короткий период калибровки подаёт через микрофон акустический сигнал определённого уровня.

Структура системы показана на рис.1.

Интерфейс программы с примером практического применения показан на рис.2. Для проведения измерений использовалась простейшая акустическая камера настольного типа, оборудованная источником аудиосигнала (электродинамический излучатель) и направляющими для установки акустического защитного экрана [1]. Один из микрофонов располагался перед излучателем (до экрана) второй – после экрана. Соответственно, первый (FFT 1) фиксировал исходный УЗД, создаваемый

источником сигнала (в данном случае – белого шума), второй (FFT 2) позволял оценить УЗД шума, ослабленного защитным экраном.

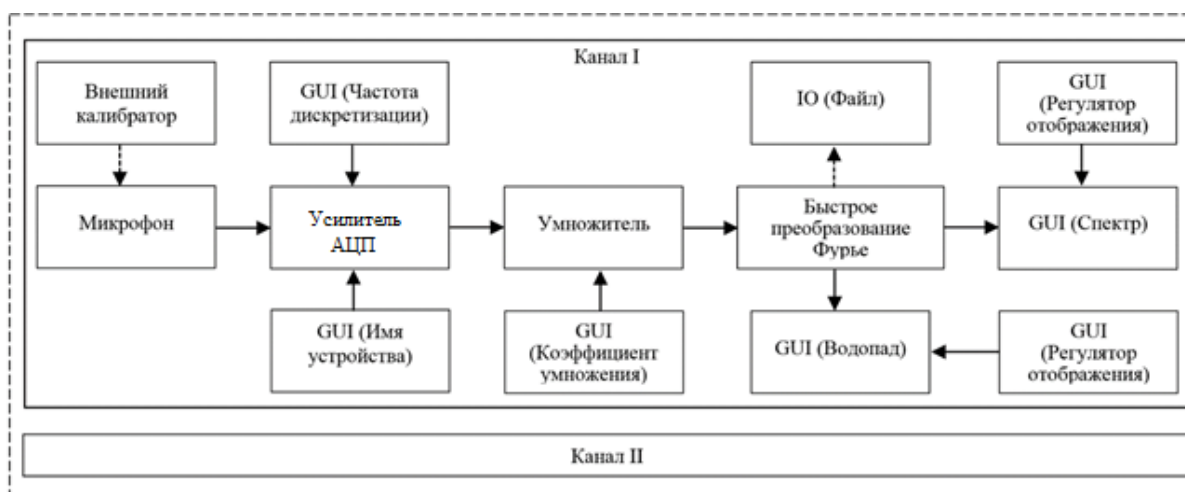


Рис.1. Структурная схема системы спектрального анализа акустического шума

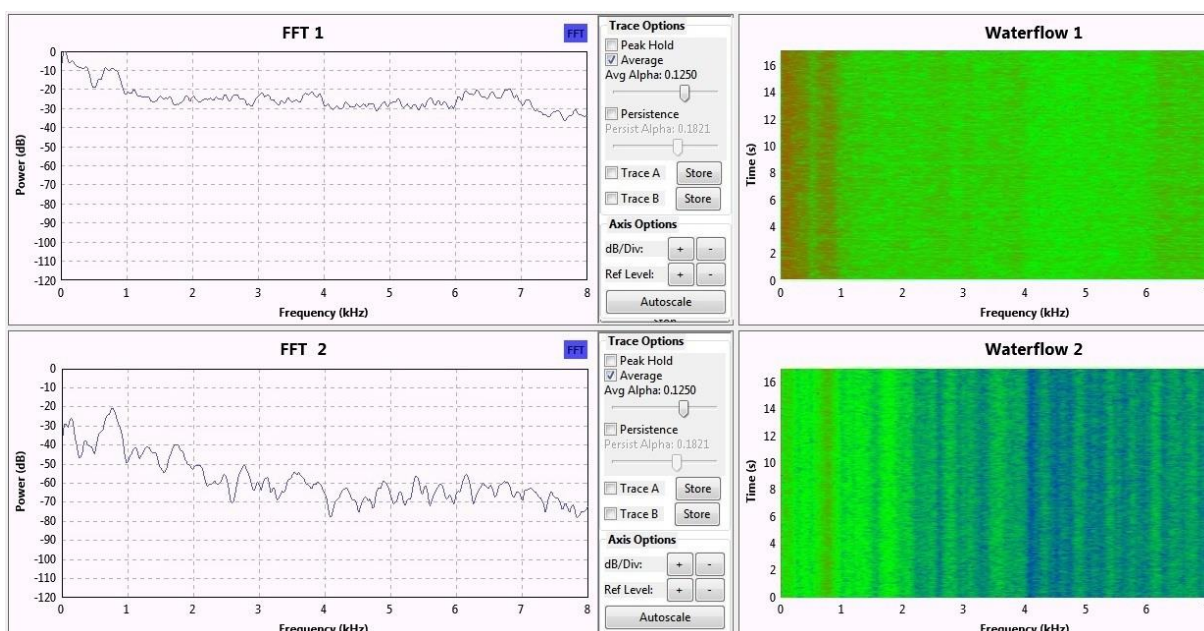


Рис.2. Интерфейс программы с результатами анализа двух источников шума

На рисунке хорошо видно, как изменяется спектр сигнала после экрана. Наличие некоторой периодичности (т.н. «гребёнчатости») на втором изображении может быть связано с тем, что использовавшийся в данном случае экран представлял собой лист фанеры (толщина 10 мм) с регулярной перфорацией, распределённой по всей площади экрана.

При анализе визуального представления анализируемого шума «Водопад» также хорошо просматривается «гребёнчатость» прошедшего через экран шума (Water flow 2). Красные вкрапления в левой части изображения на аналогичном представлении шума до экрана (Water flow 1) совпадают с входящим до 120 дБ УЗД в низкочастотной части спектра (FFT 1).

На основании полученных результатов сделаны выводы о принципиальной возможности применения разработанной программы в учебном процессе при изучении средств защиты от шума или, например, при анализе изменения характеристик

акустического сигнала при прохождении по трассе распространения (например, при анализе затухания шума в коридорах сложного архитектурного профиля) и т.п. Обсуждаются возможные направления дальнейшего совершенствования системы.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 1838-00909.

Литература

1. Введение в GNU Radio и основы SDR / CRAFTING.BE. -Режим доступа: <https://crafting.be/2014/01/sdr-gnuradio-intro/>.
2. Электромагнитная и акустическая безопасность. Часть 1: Практикум для студентов образовательной программы 20.03.01 Техносферная безопасность / сост. Булкин В.В. [Электронный ресурс]. –Муром: МИ ВлГУ, 2016. - № госрегистрации 0321604091.