

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ РАДИОФИЗИКИ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
Кафедра радиофизики и цифровых медиа технологий

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к лабораторной работе по курсу
«Статистическая радиофизика»

по теме

**«Обнаружение гармонического сигнала
в аддитивном белом шуме»**

МИНСК, 2023

Тема: обнаружение гармонического сигнала в аддитивном белом шуме.

Вопросы для самостоятельного изучения: *дискретизация сигнала, спектральный анализ сигналов, отношение сигнал-шум.*

Задание: определить зависимость “надежности” обнаружения гармонического сигнала в шуме от длины выборки анализа, уровня сигнала и уровня шума.

Под надежностью будем понимать разницу между уровнем мощности гармонического сигнала и максимальным пиковым значением мощности шума.

Ход выполнения работы:

1. Запустить программу генерации, обработки и анализа звуковых сигналов «Audacity».
2. Установить частоту дискретизации генерируемых сигналов равной 8кГц. (рис 1)

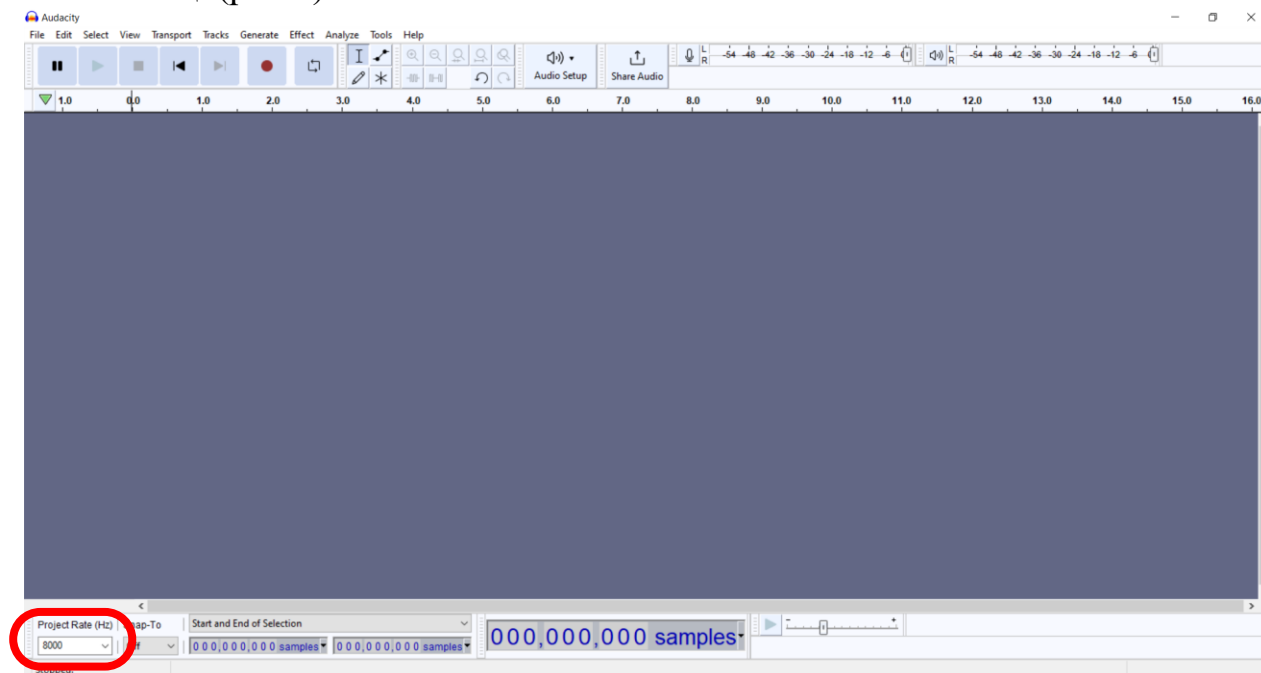


Рисунок 1 – Установка значения частоты дискретизации.

3. Используя пункты меню **Generate –> Tone...** сгенерировать гармонический сигнал длиной 1 секунда заданной частоты и амплитуды (**ЗАДАЕТСЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ**, рис. 2,3).

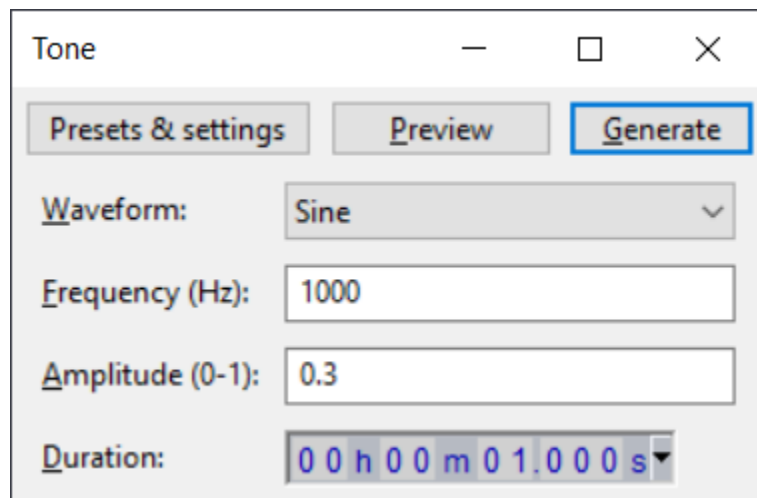


Рисунок 2 – Генерация гармонического сигнала частотой 1кГц, амплитудой 0.3 и длиной 1 секунда.

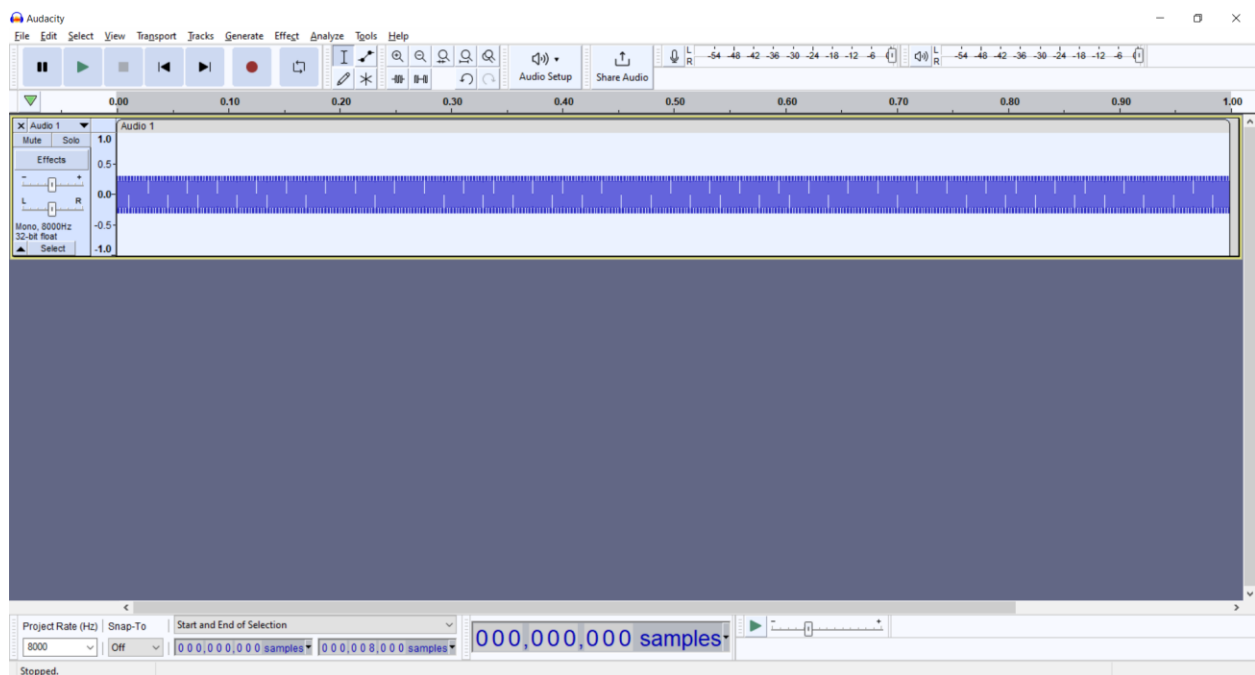


Рисунок 3 – Сгенерированный гармонический сигнал.

4. Выделить весь сигнал, и используя пункты меню **Analyze—>Plot Spectrum...** построить оценку спектральной плотности гармонического сигнала, убедиться в наличии пика на заданной частоте (рис. 4).

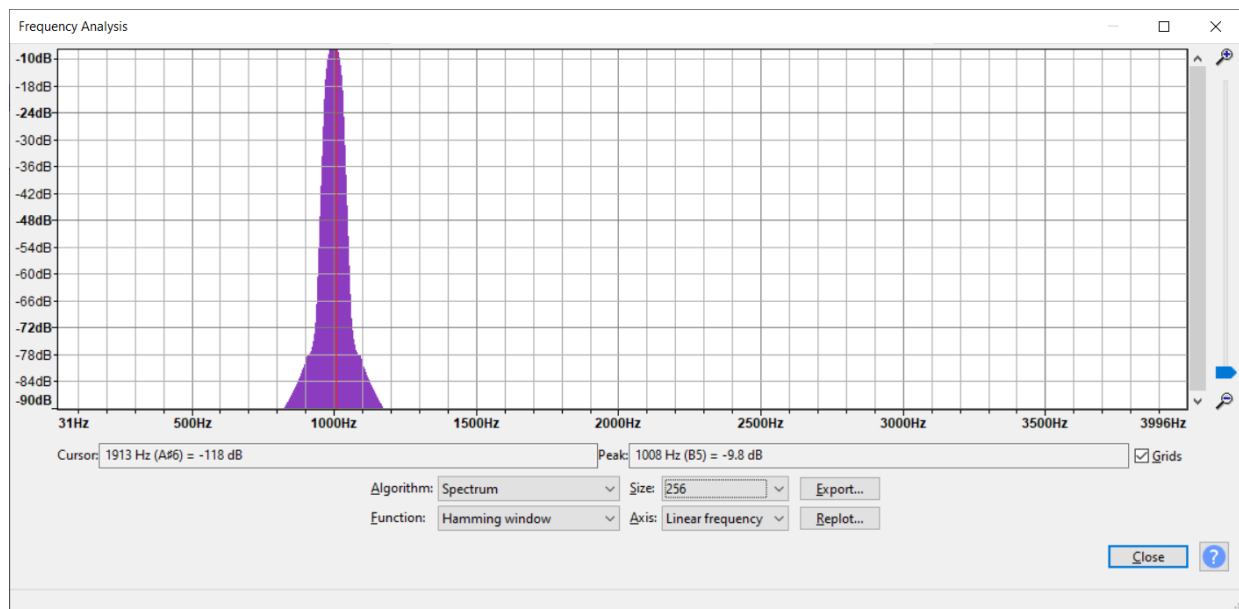


Рисунок 4 – Оценка спектральной плотности мощности всего гармонического сигнала для окна Хэмминга и размера окна 256.

5. В отдельном треке сгенерировать белый шум длиной 1 секунда с заданной амплитудой (меню **Generate**—> **Noise...**, рис. 5, 6)

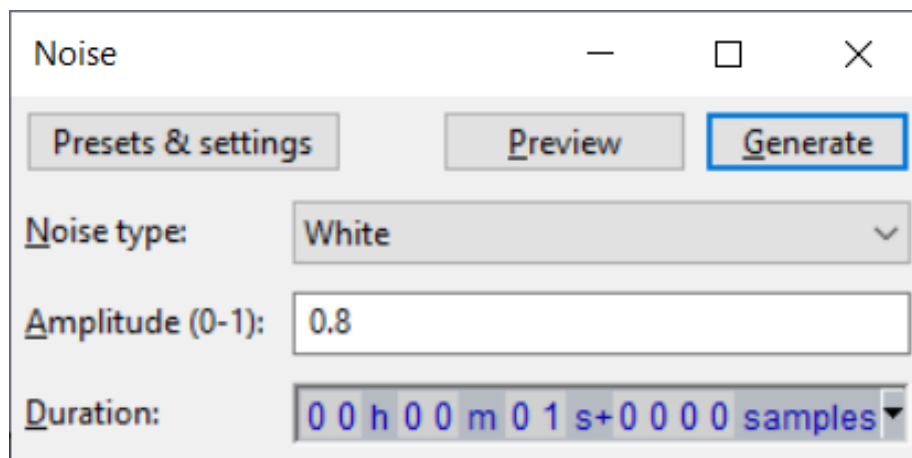


Рисунок 5 – Генерация белого шума.

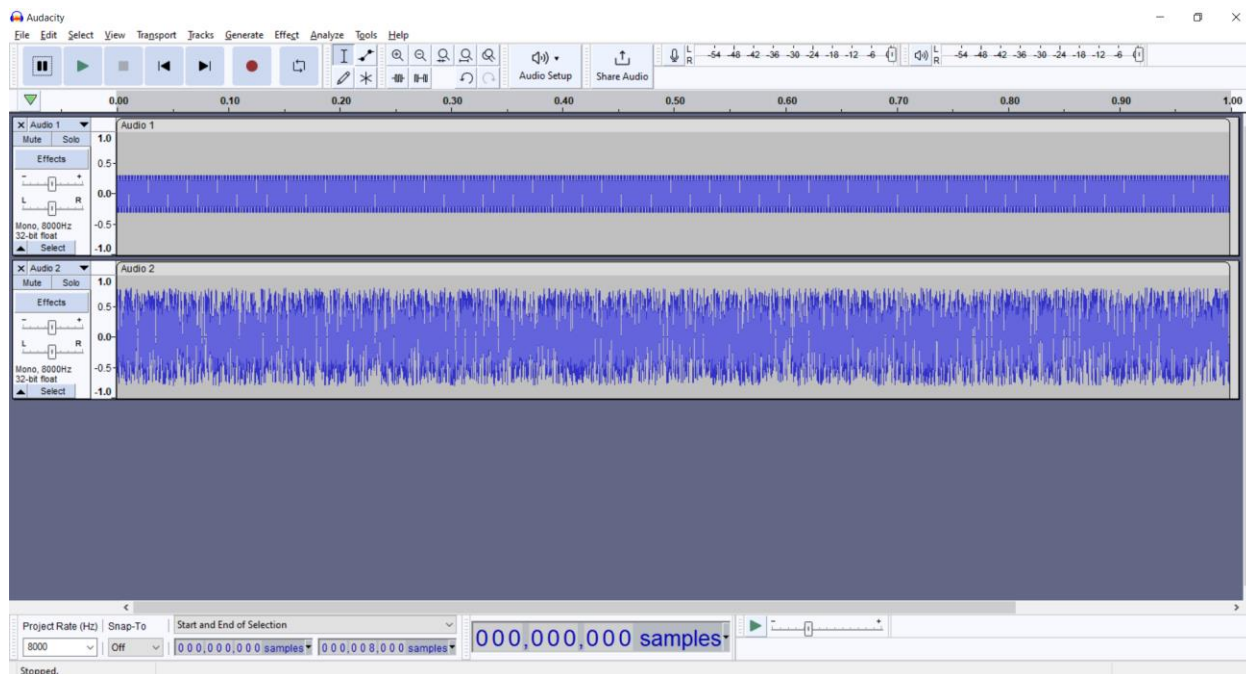


Рисунок 6 – Гармонический сигнал и аддитивный белый шум в разных треках.

6. Наложить на гармонический сигнал сгенерированный белый шум в отдельном треке (меню **Tracks**→**Mix**→**Mix and Render to New Track**, рис.7).

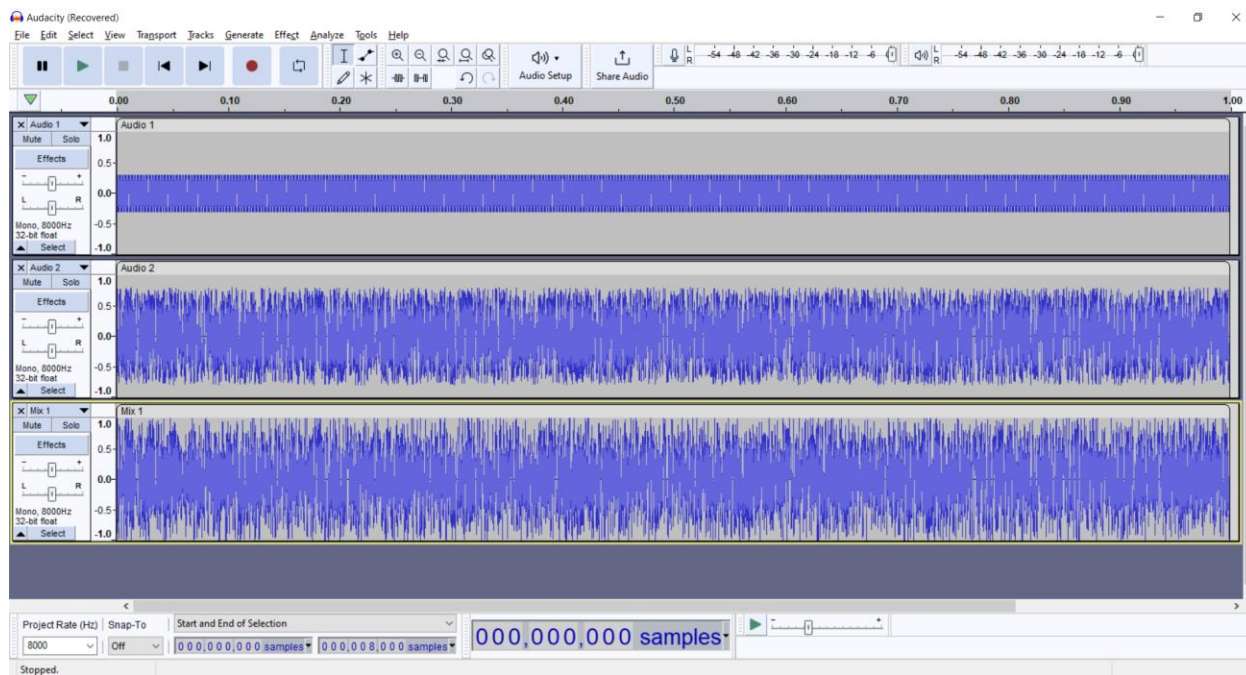


Рисунок 7 – Гармонический сигнал, белый шум и гармонический сигнал в белом шуме.

7. Выделить выборку гармонического сигнала в белом шуме длиной **128** **отсчетов** и оценить для нее спектральную плотность мощности с окном той же длины. Определить разницу (в дБ) между пиком на частоте синусоидального сигнала и максимальным пиком шума (рис. 8). Для более точного получения значений мощности по частотам можно воспользоваться возможностью экспорта и обработки значений из текстового файла (кнопка «**Export...**»)

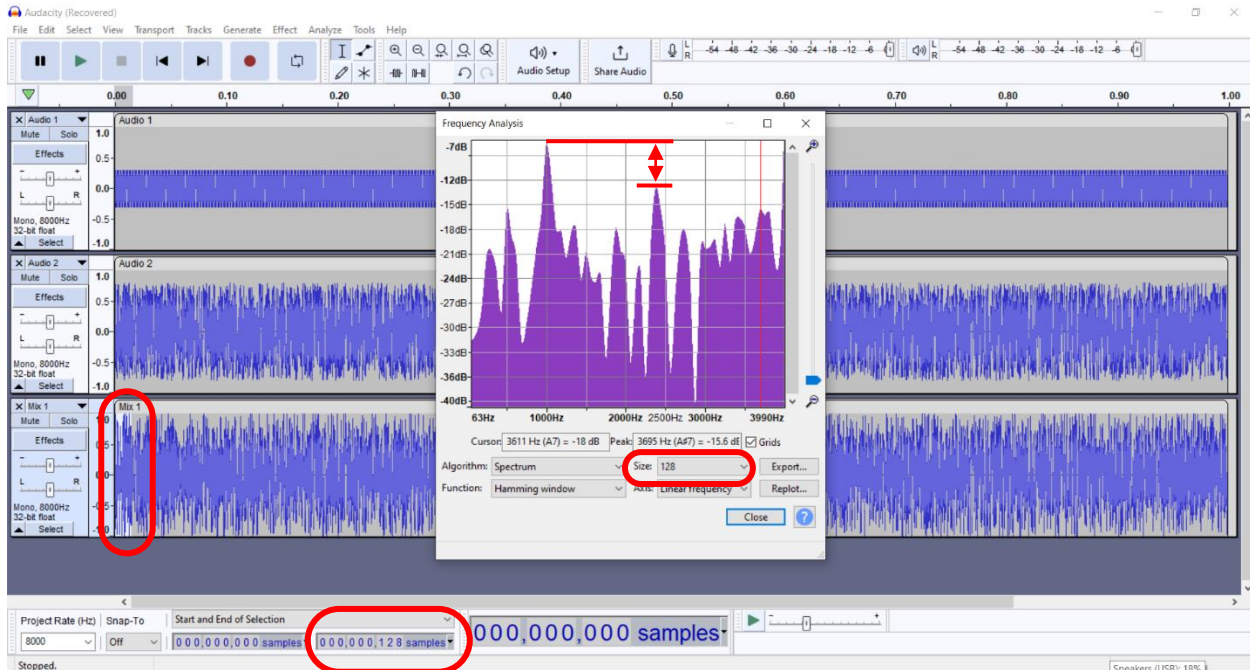


Рисунок 8 – Оценка спектральной плотности мощности для гармонического сигнала в аддитивном белом шуме с окном длиной 128 отсчетов.

8. Повторить процедуру оценки мощности для выборок длиной **256**, **512**, **1024**, **2048**, **4096**. Построить зависимость разницы между значениями мощности на частоте гармонического сигнала и максимального пика мощности шума от длины окна анализа.
9. Определить минимальное отношение сигнал/шум (отношение квадратов амплитуд исходных сигналов), позволяющее обнаружить гармонический сигнал в аддитивном белом шуме с разницей **НЕ МЕНЕЕ 5 дБ**.
10. Для окна анализа длиной 256 отсчетов повторить шаги **2 – 7** для **РАЗНЫХ АМПЛИТУД ГАРМОНИЧЕСКОГО И ШУМОВОГО СИГНАЛА**.

Сделать выводы о проделанной работе и подготовить отчет.

Содержание отчета:

1. Титульный лист;
2. Цель работы;
3. Скриншоты выполненных пунктов;
4. Вывод о проделанной работе.

Контрольные вопросы:

1. Типы сигналов.
2. Прямое и обратное преобразование Фурье.
3. Дискретизация сигнала.
4. Частота дискретизации.
5. Частота Найквиста.
6. Связь длительности сигнала с частотой дискретизации.
7. Теорема Котельникова и ряд Котельникова.
8. Спектральный анализ.
9. Спектр дискретизированного сигнала.
10. Отношение сигнал-шум.