**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Санкт-Петербургский государственный**

**электротехнический университет**

**«ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)**

**Кафедра ПАО ГИС**

ОТЧЁТ

**по индивидуальной работе**

**по дисциплине «Архитектура программного обеспечения гидроакустических систем»**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Студент гр. 6381 |  | Медведев Г.О. |
| Преподаватель |  | Пуеров Г.Ю. |

Санкт-Петербург

2021

**Цель работы.**

Целью работы является изучение механизма обработки сигнала с помощью быстрого преобразования Фурье (БПФ) и его программной реализации.

**Постановка задачи.**

Требуется выполнить обработку сигнала, прочитанного из wav файла, с помощью библиотеки fftw на языке С++.

Сигнал записан в файл ton\_signal\_2.wav.

**Выполнение работы.**

Для выполнения данной работы была разработана программа на языке С++.

На первом этапе выполнения работы считывается заголовок wav-файла, где хранятся данные в байтах, частота дискретизации и пр. Заголовок считывается при помощи функции *readHeader*.

Далее благодаря функциям *calcPortion* и *calcTail* вычисляется количество полных отсчетов wav-файла и количество оставшихся отсчетов.

Для каждой порции отсчетов происходит чтения данных из wav-файла. Функция *readData* была определена для чтения порции файла определенного размера. На каждой итерации чтения данных из файла выполняется БПФ, вычисляются квадраты модулей комплексных чисел и выполняется их накопление.

Для выполнения преобразования Фурье с помощью библиотеки fftw-3.3.10 необходимо сначала определить план, в который нужно записать параметры преобразования: размер БПФ, порцию обрабатываемых данных и флаги FFTW\_ESTIMATE или FFTW\_MEASURE. Затем выполнить преобразование с заданным планом и очистить план как указано выше.

Экспоненциальное накопление квадратов модулей выполняется по формуле:

,

где - некоторый коэффициент накопления, например с=4  
 - массив квадратов модулей на текущей итерации цикла.

Результаты выполнения программы при разных размерах БПФ представлены ниже.

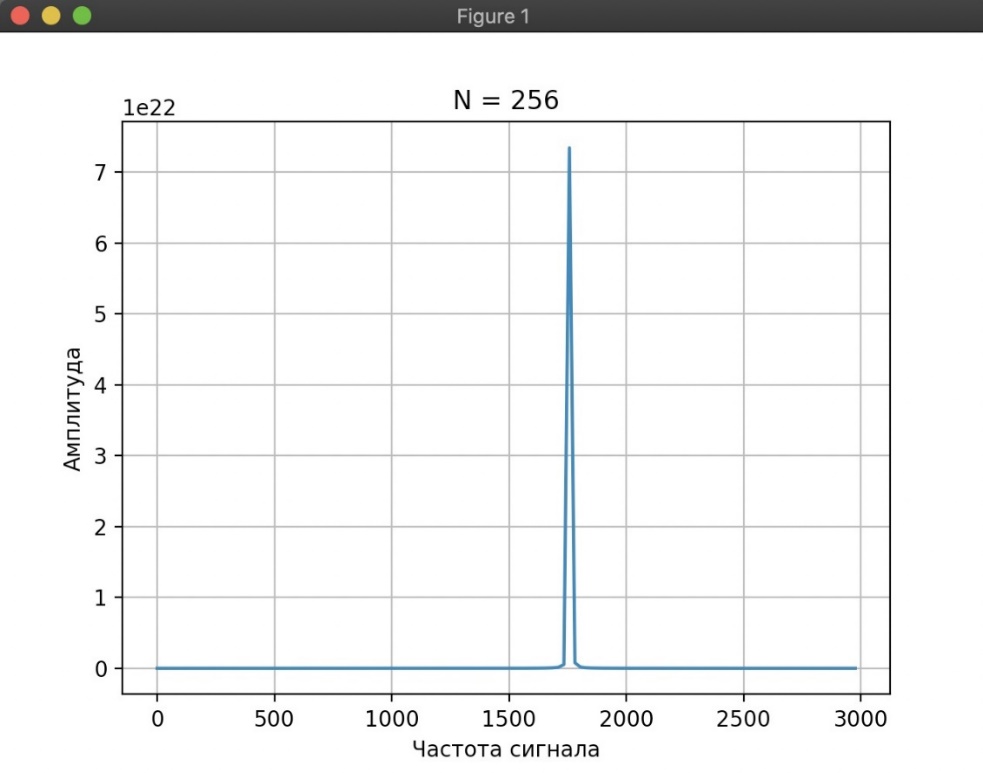
На рис.1 представлен график спектра сигнала при N = 256. По массиву данных определяется частота сигнала - 1757 Гц.

Рисунок 1 – График спектра сигнала при N = 256

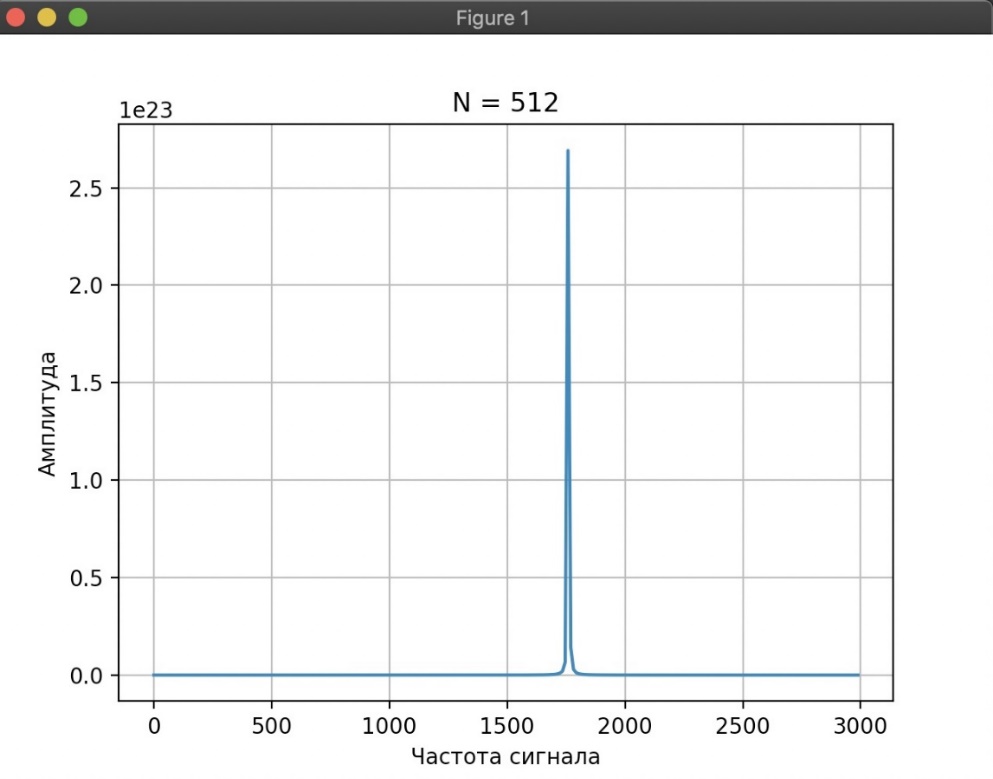
На рис.2 представлен график спектра сигнала при N = 512. По массиву данных определяется частота сигнала - 1757 Гц.

Рисунок 2 – График спектра сигнала при N = 512

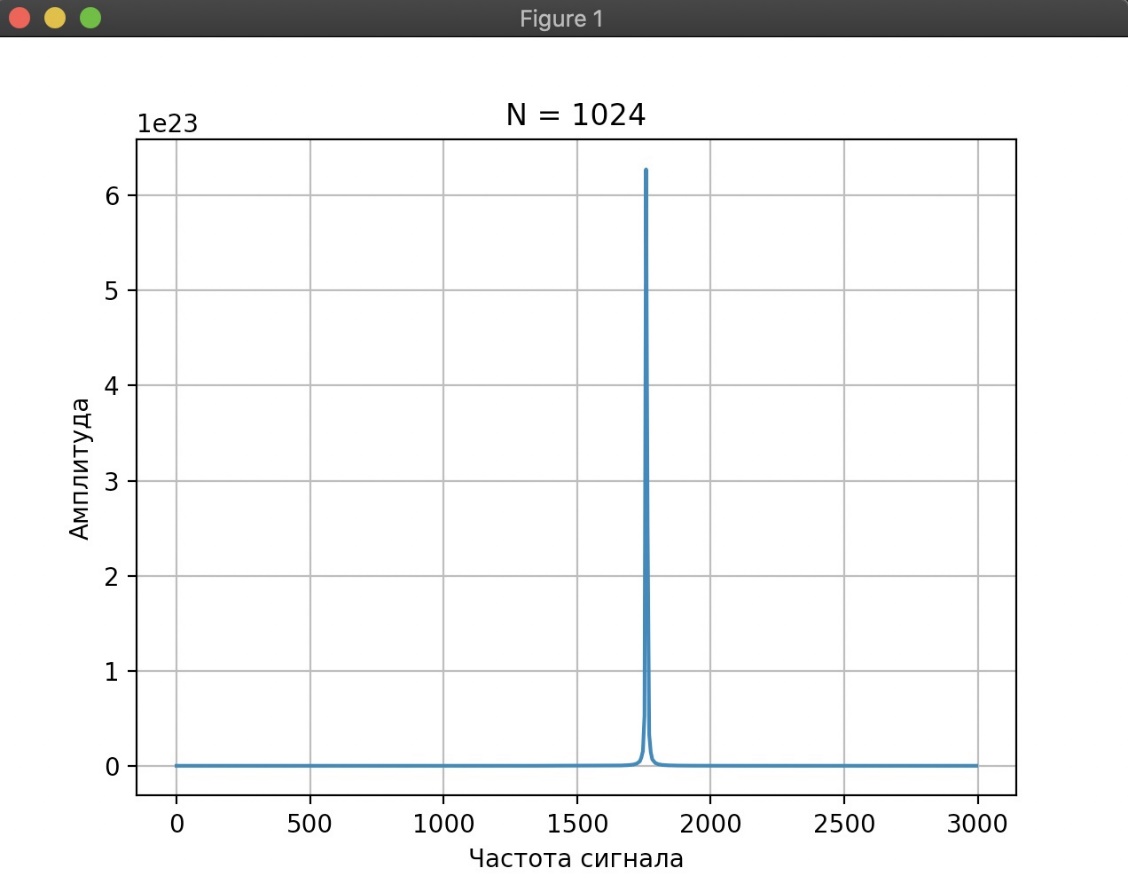
На рис.3 представлен график спектра сигнала при N = 1024. По массиву данных определяется частота сигнала - 1757 Гц.

Рисунок 3 – График спектра сигнала при N = 1024

При замере производительности функции fft с разными планами были получены следующие результаты (см.табл.1).

Таблица 1.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Флаг | FFTW\_ESTIMATE | FFTW\_MEASURE |
| Время создания плана | 1420 мкс. | 65855 мкс. |
| Выполнение БПФ | 21 мкс. | 14 мкс. |

**Выводы.**

В результате выполнения данной работы был изучен механизм обработки сигнала с помощью быстрого преобразования Фурье (БПФ) и была выполнена его программная реализация.

Полученные результаты показывают, что время создания плана с использованием флага FFTW\_MEASURE намного больше, чем FFTW\_ESTIMATE.

FFTW\_MEASURE дает команду FFTW запустить и измерить время выполнения нескольких FFT, чтобы найти лучший способ вычислить преобразование размера N. FFTW\_ESTIMATE, напротив, не выполняет никаких вычислений, а просто строит разумный план.

**Задача 1.** Найдите ДПФ сигнала **,**

Воспользуемся формулой преобразования Фурье:

*При :*

Следовательно,

*При :*

Следовательно,

*При остальных*

**Задача 2.** Найдите взаимосвязь между ДПФ исходного сигнала и ДПФ преобразованного сигнала :

**Задача 3.** Найдите взаимосвязь между ДПФ исходного сигнала и ДПФ преобразованного сигнала

**Задача 4.** Используя один из алгоритмов Кули-Тьюки, найдите ДПФ исходного сигнала

Используем алгоритм Кули-Тьюки с прореживанием по времени по основанию 2.

Обозначим:

**Задача 5.** Пусть p – простое число, . Докажите, что количество умножений при N-точечном БПФ алгоритме не превосходит , где константа C(p) зависит от p, но не зависит от n. Например, можно взять .

Доказательство по индукции.

Пусть Где – любые целые числа.

Для точечного БПФ алгоритма количество умножений вычисляется по формуле:

*Нужно доказать, что .*

База индукции.

Пусть

, т.к. - простое число.

Тогда из неравенства получаем:

– верно при всех возможных простых .

Индуктивный переход.

Пусть

Примем неравенство как верное.

Докажем, что при верно и

Можем записать в виде:

Выразили данное неравенство для через неравенство для :

Осталось доказать, что

, т.к. – простое.

Следовательно,

– верно.

Что и требовалось доказать.