

ПОТОКОВЫЙ СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИГНАЛОВ СЕНСОРНОЙ ПАНЕЛИ

Петрикевич К.В.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь*

Ролит О.Ч. – канд. техн.наук, доцент

На сегодняшний день в математике, физике, технике широко используется спектральный метод анализа. Суть данного метода заключается в том, что объект изучения, описываемый некоторой функцией $f(x)$, может быть представлен в виде разложения по системе взаимно ортогональных базисных функций ψ_k :

$$f(x) = \sum_{k=-\infty}^{k=\infty} C_k \psi_k(x) \quad (1)$$

где C_k – коэффициенты разложения.

Коэффициенты разложения не зависят от x и в общем случае они являются комплексными:

$$C_k = |C_k| e^{j\varphi_k}$$

Разложение с соответствующим комплексным рядом (1) Фурье называется спектральным. В зависимости от решаемой задачи разложение в спектр можно провести различными способами, наибольшее распространение получил гармонический спектральный анализ, основанный на разложении функции $f(x)$ по системе гармонических базисных функций $\sin(kx)$, $\cos(kx)$, e^{jkx} [1].

В областях, связанных с обработкой сигналов, преобразование Фурье обычно рассматривается как декомпозиция сигнала на частоты и амплитуды, то есть обратимый переход от временного пространства в частотное пространство [2].

Математический смысл преобразования Фурье состоит в представлении сигналов в виде бесконечной суммы синусоид вида $y(x) = F(\omega) * \sin(\omega x)$:

$$F(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} y(x) \cdot e^{-i\omega x} dx,$$

где $y(x)$ – сигнал; $F(\omega)$ – результат преобразования Фурье (спектр сигнала); ω – частоты соответствующей составляющей сигнала.

Несмотря на то, что дискретное преобразование Фурье представляет собой наиболее простую математическую процедуру определения частотного состава временных последовательностей, оно не очень эффективно. Сегодня для вычисления сотен и тысяч точек ДПФ используют алгоритм быстрого преобразования Фурье (БПФ), который позволяет вычислить 1024-точечное ДПФ за несколько секунд на домашнем компьютере [3].

Рассмотрим выражение для выполнения N -точечного ДПФ:

$$X(m) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n) e^{-2\pi n m / N} \quad (2)$$

В случае 8-точечного ДПФ из (2) следует, что необходимо выполнить N^2 комплексных умножений, то есть 64. А количество комплексных умножений для N -точечного БПФ равно примерно:

$$\left(\frac{N}{2}\right) \cdot \log_2 N.$$

Рисунок 1 показывает, насколько значительно снижение комплексных умножений, особенно при больших значениях N .

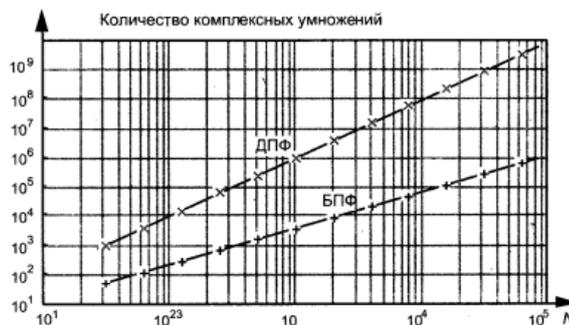


Рисунок 1 – Количество комплексных умножений, как функция N , при реализации ДПФ и БПФ

Определение АЧХ сигнала позволяет разработать методику лечения различных заболеваний, например тремора. Тремор описывают по частоте колебаний и амплитуде движений. Тремор может быть кратковременным состоянием здорового человека, но также может оказаться симптомом заболеваний нервной системы. Болезнь Паркинсона чаще других заболеваний становится причиной инвалидности, на данный момент она неизлечима, однако ранняя диагностика позволяет замедлить ее развитие. Одним из первых симптомов болезни Паркинсона является тремор.

На основе стенда STM32F4-DISCOVERY была разработана система, которая помогает в изучение тремора. Структурная схема устройства представлена на рисунке 2.



Рисунок 2 – Структурная схема системы фиксации тремора

В программно-аппаратном комплексе используется сенсорный экран с разрешением 3890x3700 и программное обеспечение, который отвечает за обработку сигналов сенсорной панели.

На рисунке 3 представлен пользовательский интерфейс программного обеспечения.

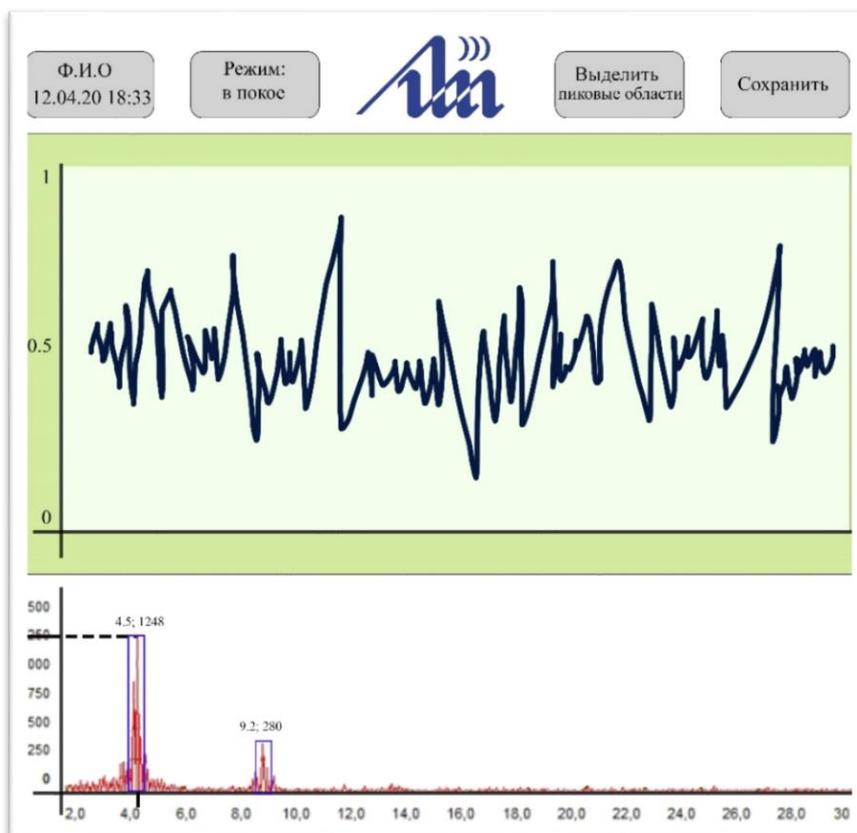


Рисунок 3 – Пользовательский интерфейс программного обеспечения

Достоинство такой системы является возможность диагностировать и изучать различные виды тремора:

- исследования тремора в покое: устройство располагается горизонтальным образом, затем пациент кладет руку на сенсорную панель и в течении одной минуты фиксируются АЧХ сигнала;
- исследования тремора при движениях: устройство располагается вертикальным образом, а пациент пальцем должен провести ровную линию.

Спектральный анализ этих сигналов позволяет выделить диапазон частот, в котором у больных людей наблюдаются доминирующие пики, что позволяет получить диагностическую информацию о состоянии пациента.

Данная система позволяет проводить диагностику всевозможных типов тремора, а также отслеживать эффективность лечения, что позволит выстроить дальнейшую стратегию лечения – единственный способ борьбы с данным заболеванием.

Список использованных источников:

1. Дашенков В.М. *Спектральный анализ и синтез сигналов: методическое пособие* / В.М. Дашенков. – Мн.: БГУИР, 2004. – 20 с.
2. Черногорова, Ю. В. *Преобразование Фурье как основополагающий частотный метод улучшения изображений* / Ю. В. Черногорова // Молодой ученый. – 2017. – № 21. – [Электронный ресурс]. – 2019. – Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/155/43704/>.
3. Лайонс, Р. *Цифровая обработка сигналов: Второе издание. Пер. с англ.* / Ричард Лайонс // ООО «Бином-Пресс», 2006. – 656 с.