

---

## Отчет по лабораторной работе №4

По курсу: «Фильтрация и прогнозирование данных»

Тема: «Сингулярный спектральный анализ»

Студент:

Пронин А. С.

Группа:

МСМТ231

Преподаватель:

Зотов Л. В.

Москва

2023

# Лабораторная работа 4

Задание 1 – Выполнить ССА предложенного и своего сигналов.

Предложенный сигнал представляет собой сумму двух гармоник (рис. 1):

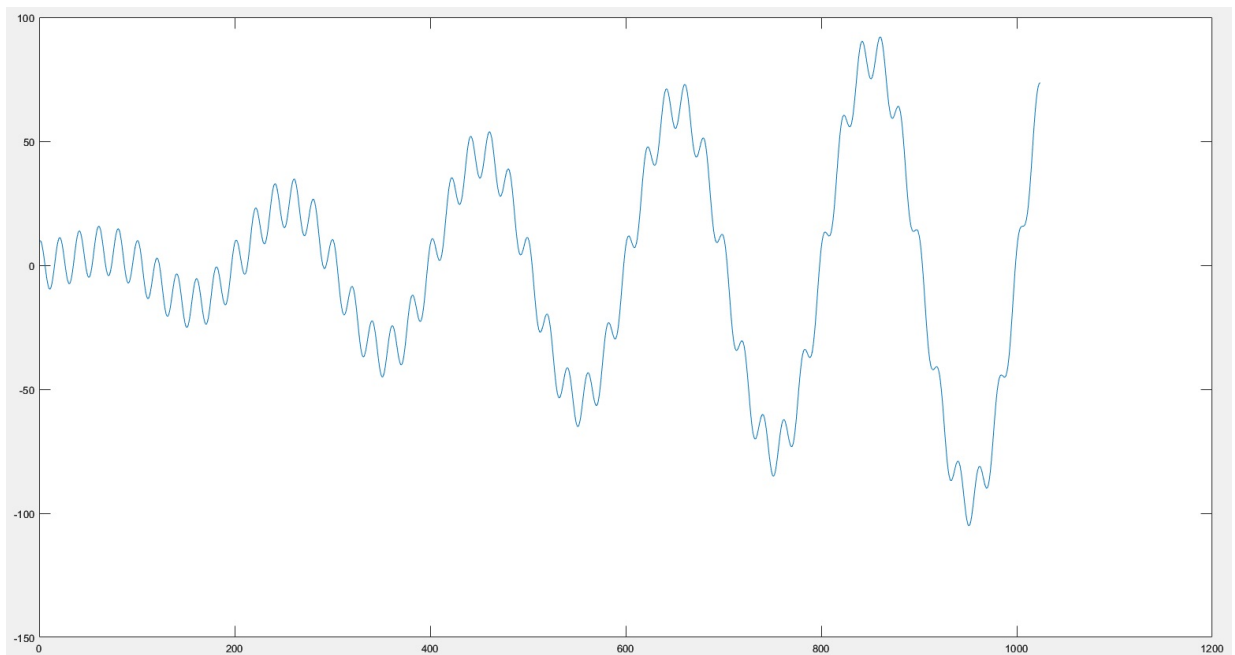


Рис. 1: Сигнал из примера

На рисунке 2 представлены составляющие сигнала и тренд:

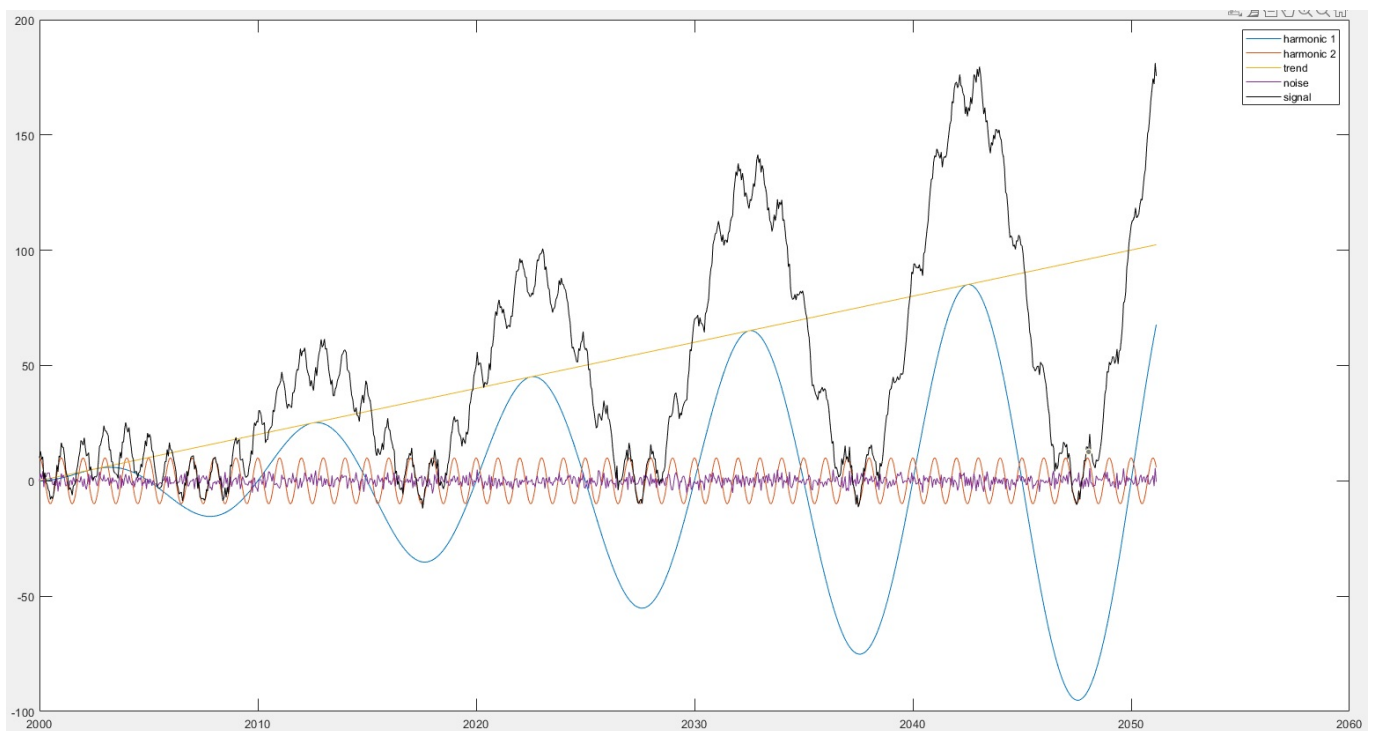


Рис. 2: Сигнал с шумом и его составляющие

На рисунке 3 представлен Фурье анализ сигнала:

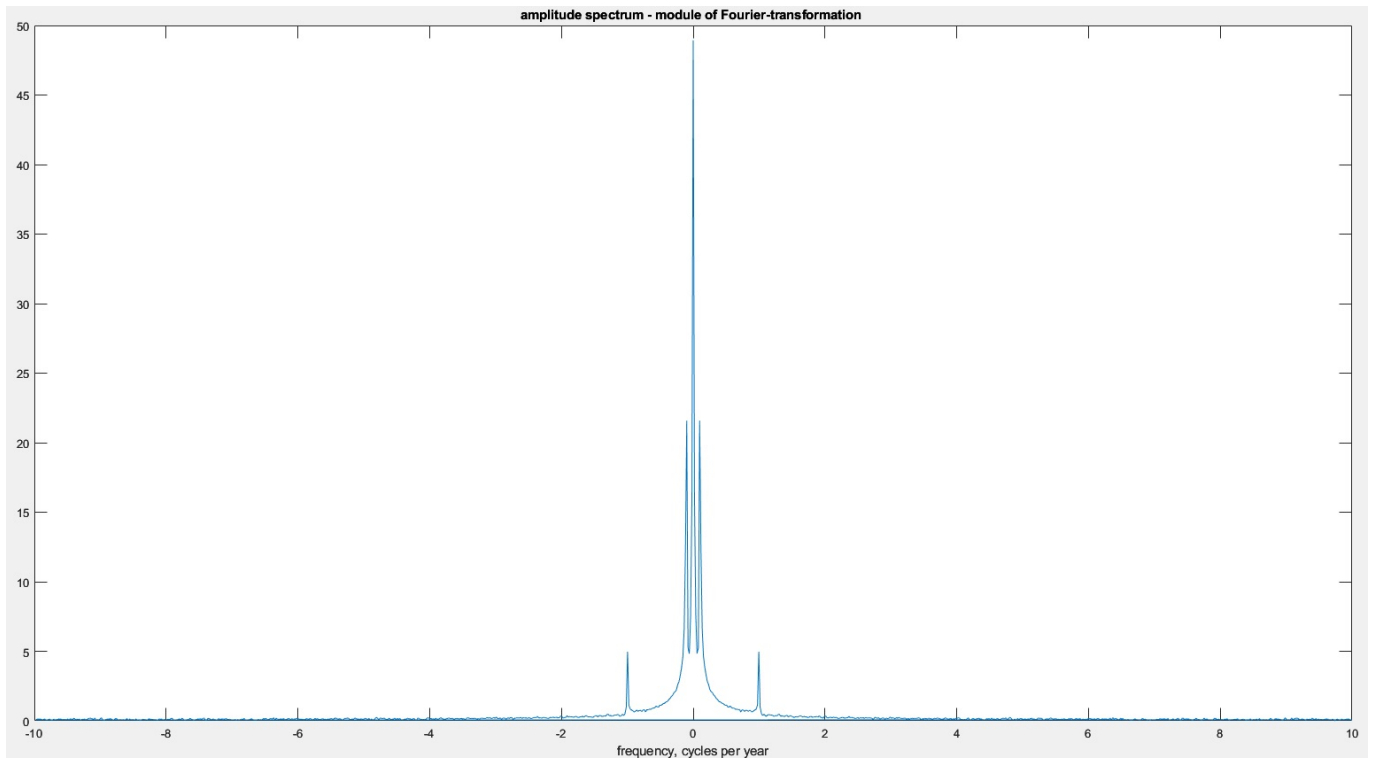


Рис. 3: Фурье анализ сигнала из примера

На рисунке 4 представлен Вейвлет анализ сигнала:

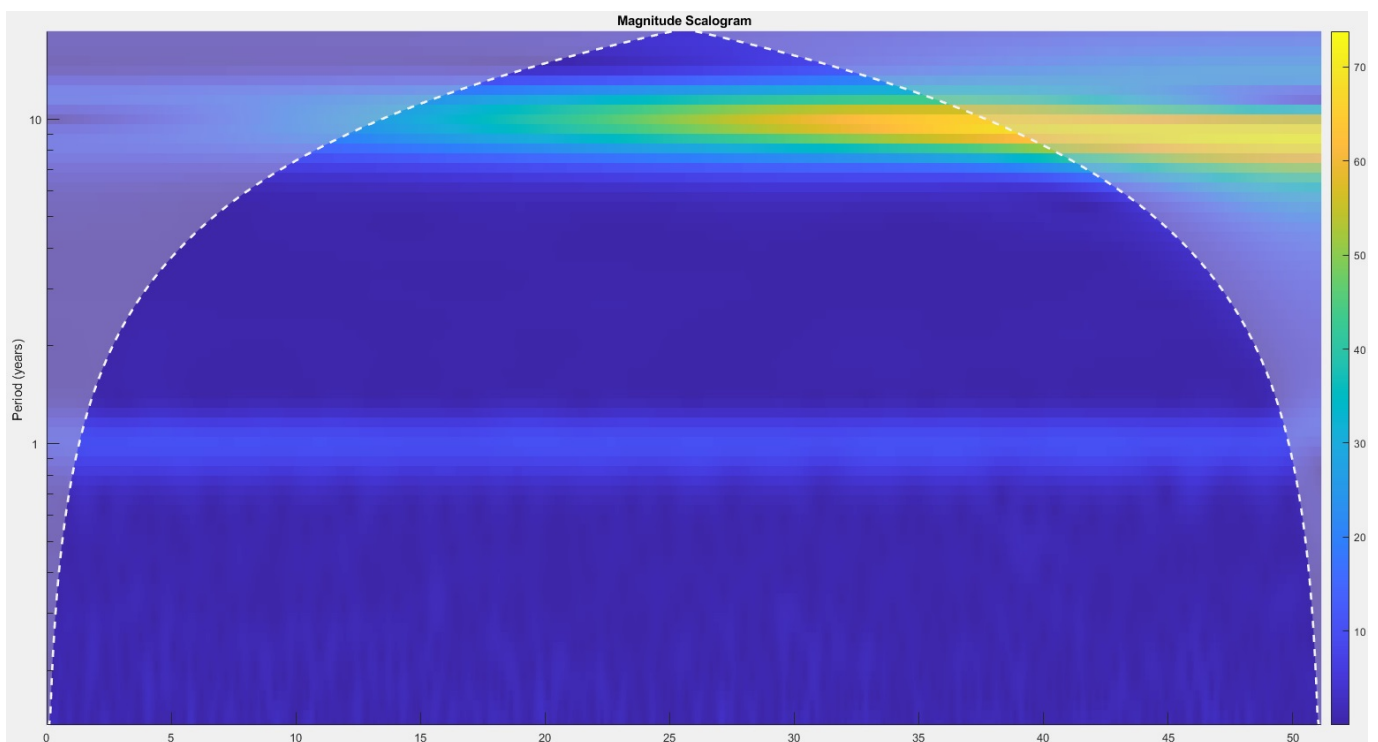


Рис. 4: Вейвлет анализ сигнала из примера

На рисунке 5 представлен сингулярный спектральный анализ сигнала до группировки:

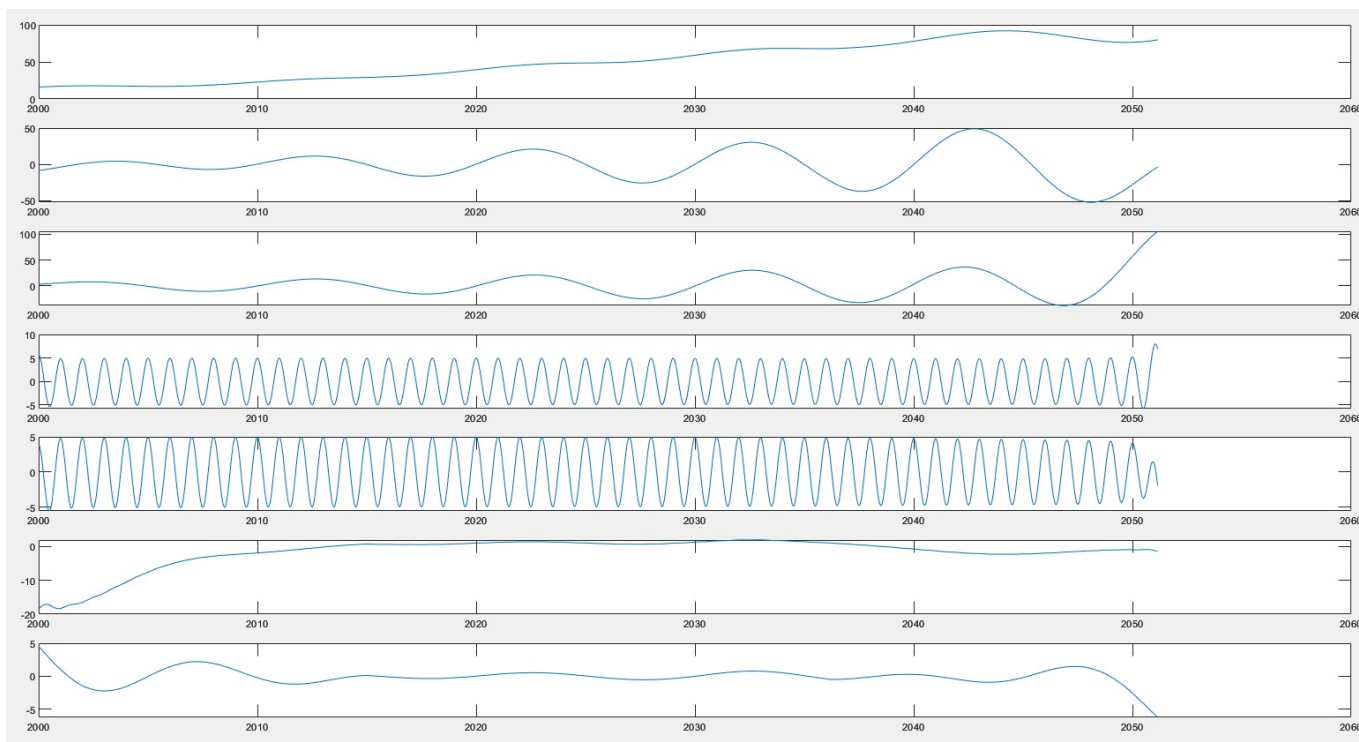


Рис. 5: Сингулярный спектральный анализ сигнала из примера до группировки

На рисунке 6 представлен сингулярный спектральный анализ сигнала после группировки:

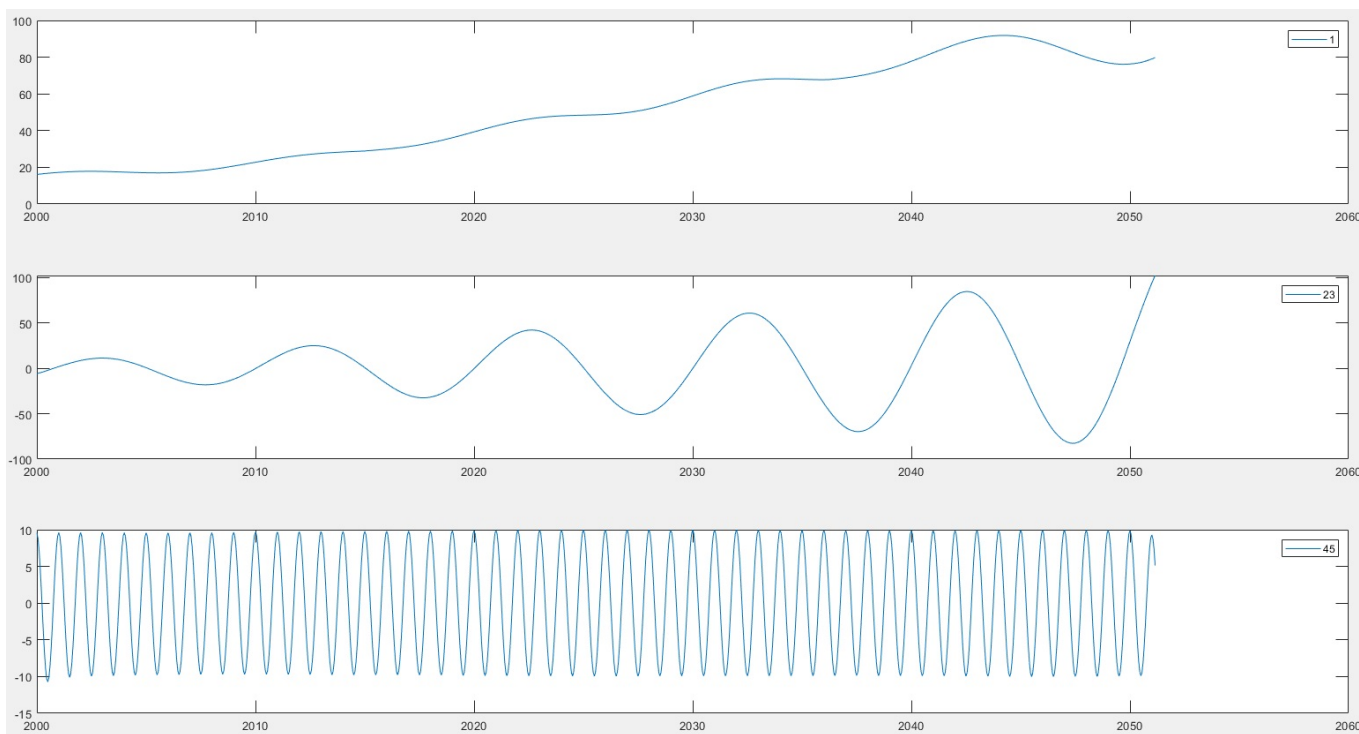


Рис. 6: Сингулярный спектральный анализ сигнала из примера после группировки

На рисунке 6, на первом графике виден тренд, на втором низкочастотная гармоника, а на третьем высокочастотная.

## Выводы:

Фурье анализ хорошо выделяет частотные компоненты в данных, мы видим присутствие разных частот, но неизвестно в какие моменты эти частоты включаются.

Вейвлет анализ показывает, что есть усиливающаяся низкочастотная гармоника, есть высокочастотная гармоника с не меняющейся амплитудой и есть какие то шумы.

Сингулярный спектральный анализ позволил определить как тренд, так и обе гармоники для сигнала из примера. ССА позволяет выявить как периодические, так и нелинейные тренды в данных, а также хорошо справляется с анализом временных рядов, содержащих различные временные масштабы.

На рисунках 7-13 представлены аналогичные графики для сигнала из ЛР1. Для начала, выведем сам сигнал из ЛР1 (рис. 7):

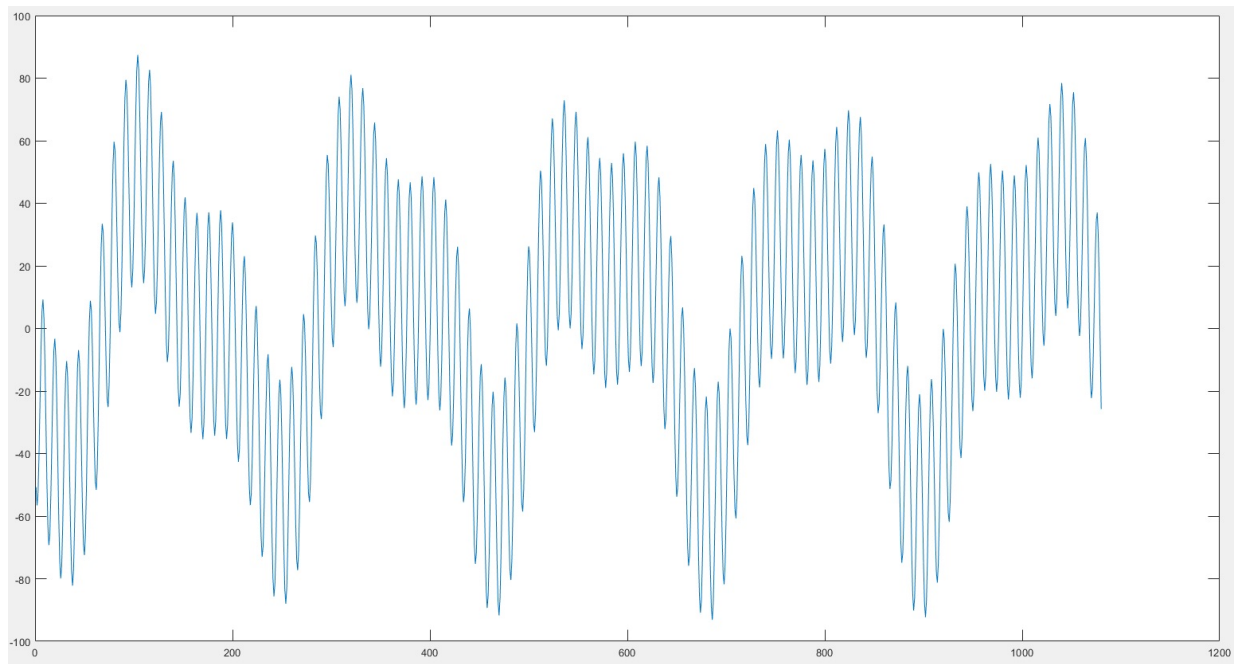


Рис. 7: Сигнал из ЛР1

Затем составляющие сигнала и тренд (рис. 8):

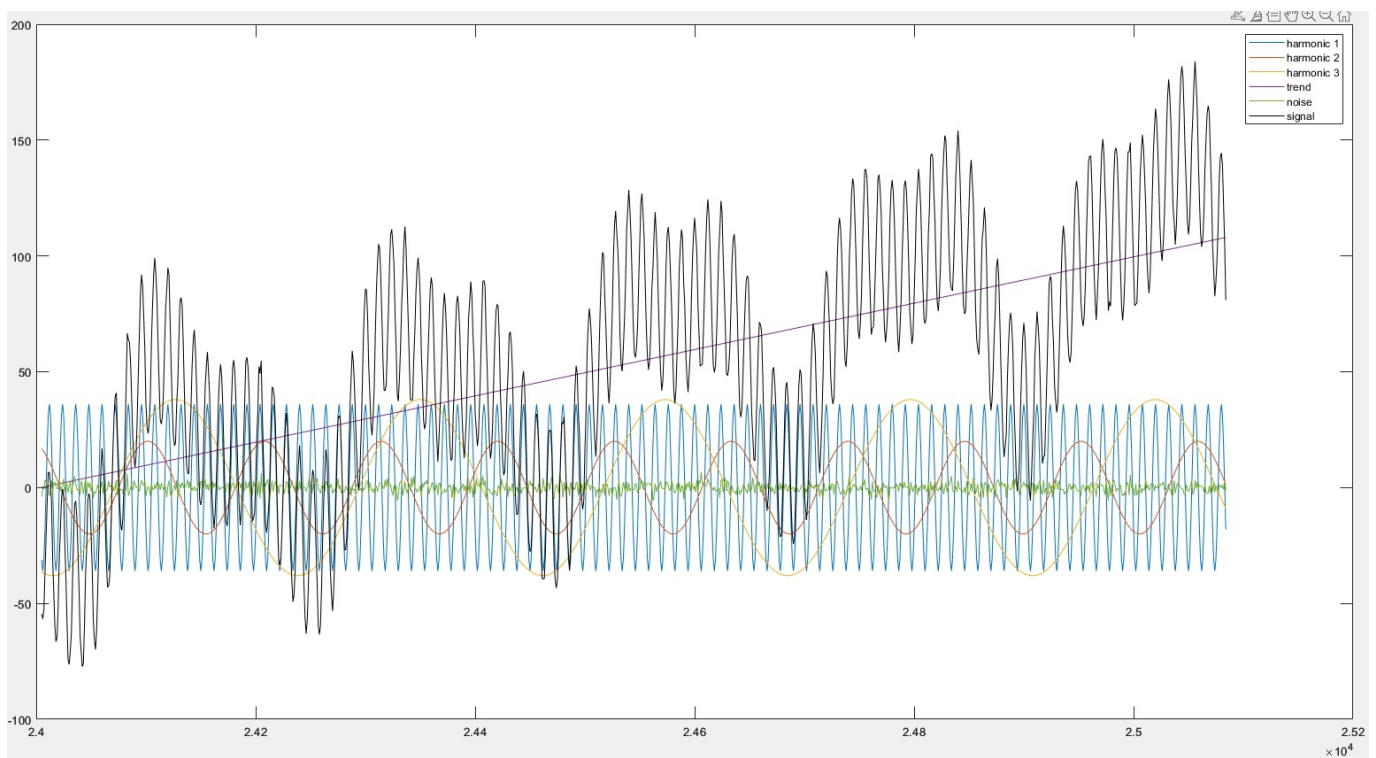


Рис. 8: Сигнал из ЛР1 с шумом и его составляющие

Применим Фурье и Вейвлет анализы (рис. 9-10)

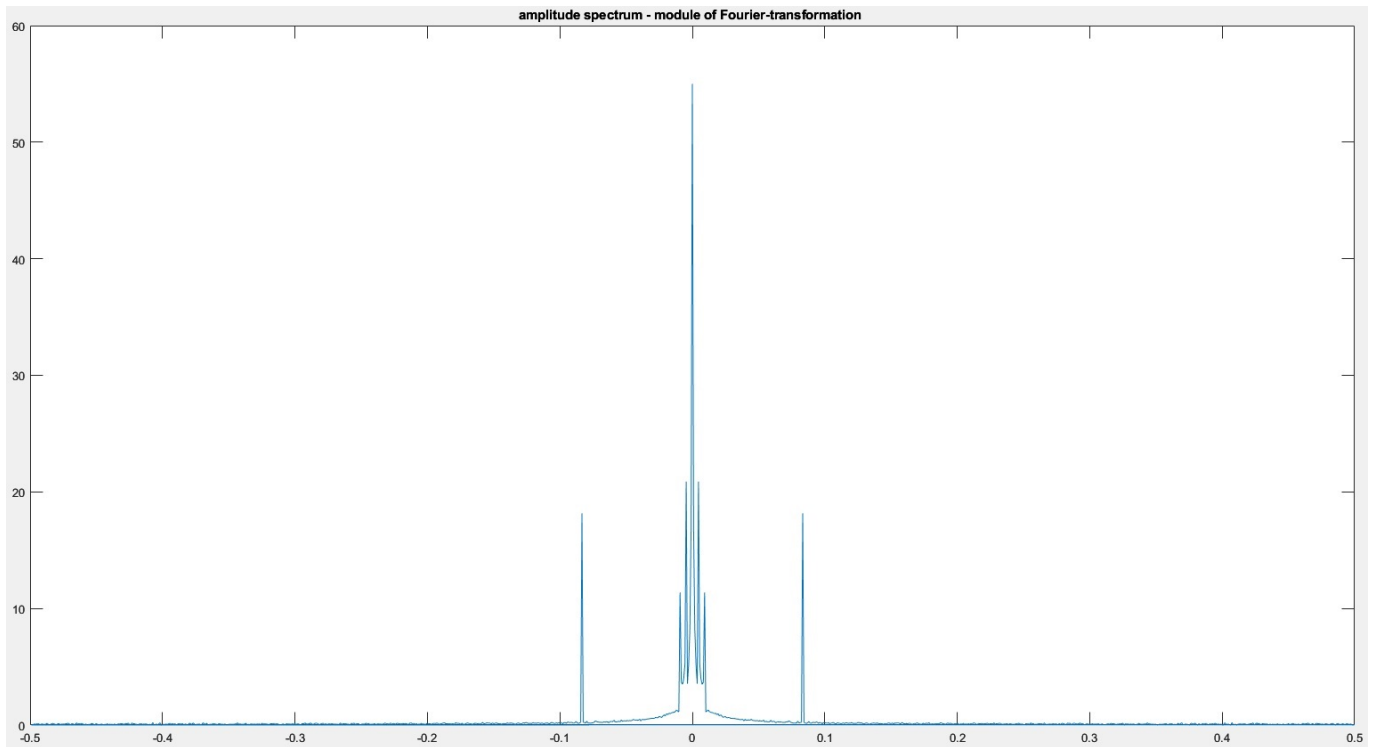


Рис. 9: Фурье анализ сигнала из ЛР1

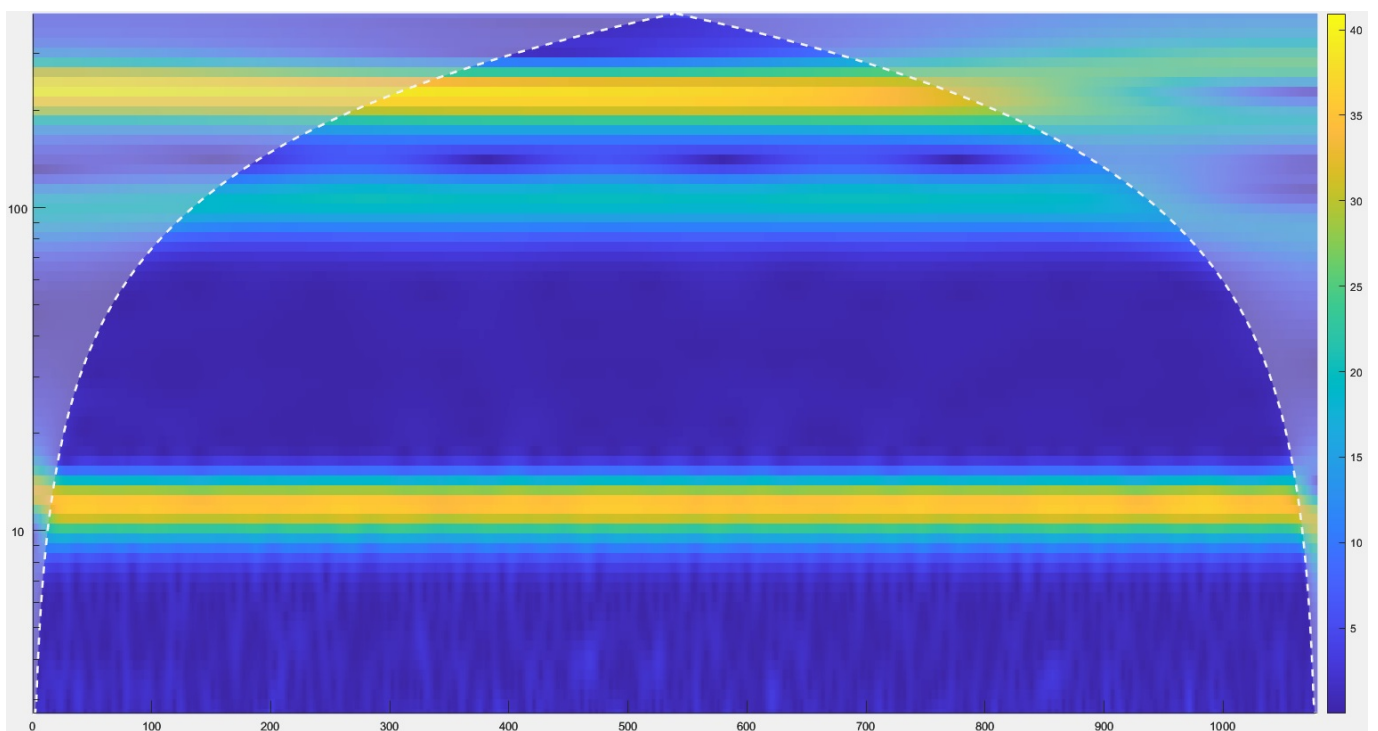


Рис. 10: Вейвлет анализ сигнала из ЛР1

В результате обоих анализов, можно увидеть все три гармоники различной частоты и небольшой шум.



Попробуем применить сингулярный спектральный анализ к этому сигналу с  $L=300$  (рис. 11)

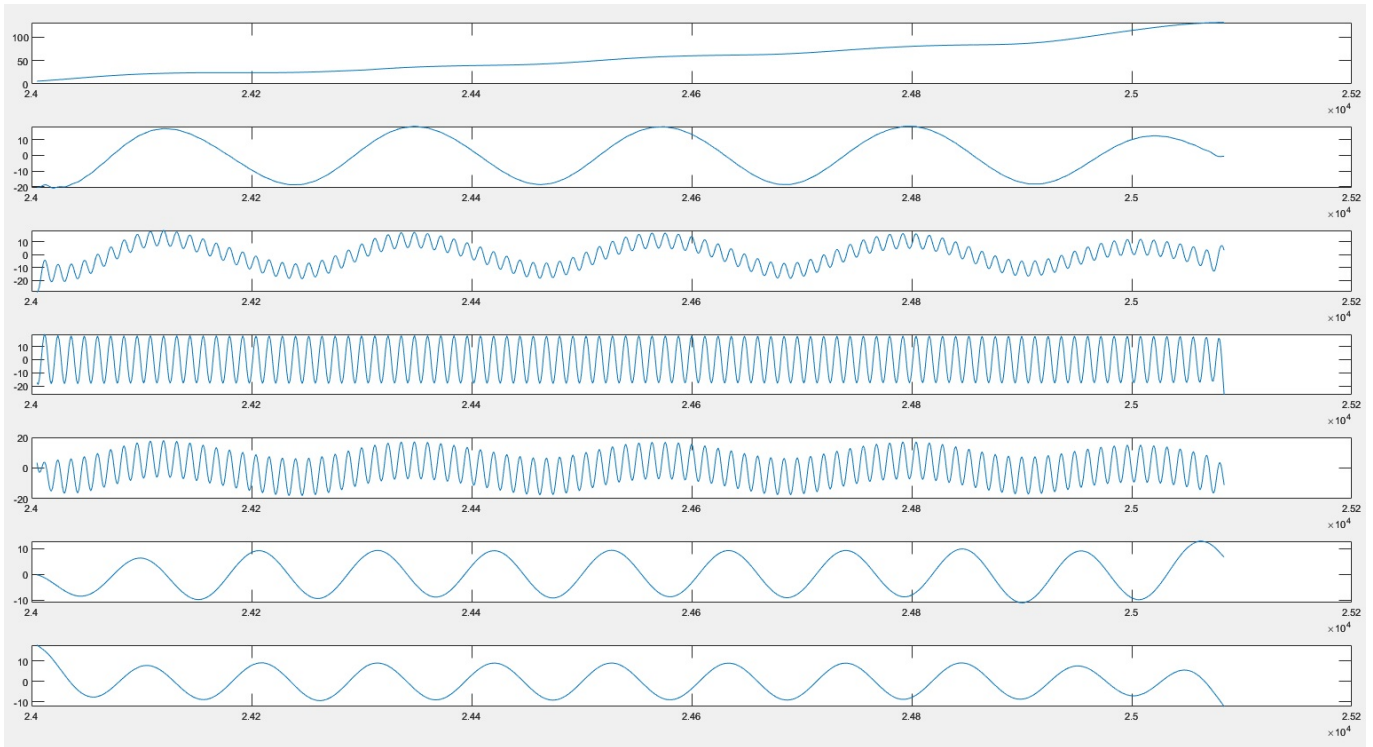


Рис. 11: Сингулярный спектральный анализ сигнала из ЛР1 при  $L=300$

По первому графику еще можно выделить тренд, а из второго низкочастотную гармонику, но уже на третьем графике видим смешанные частоты. Поэтому, попробуем поменять  $L$  на 350 (рис. 12):

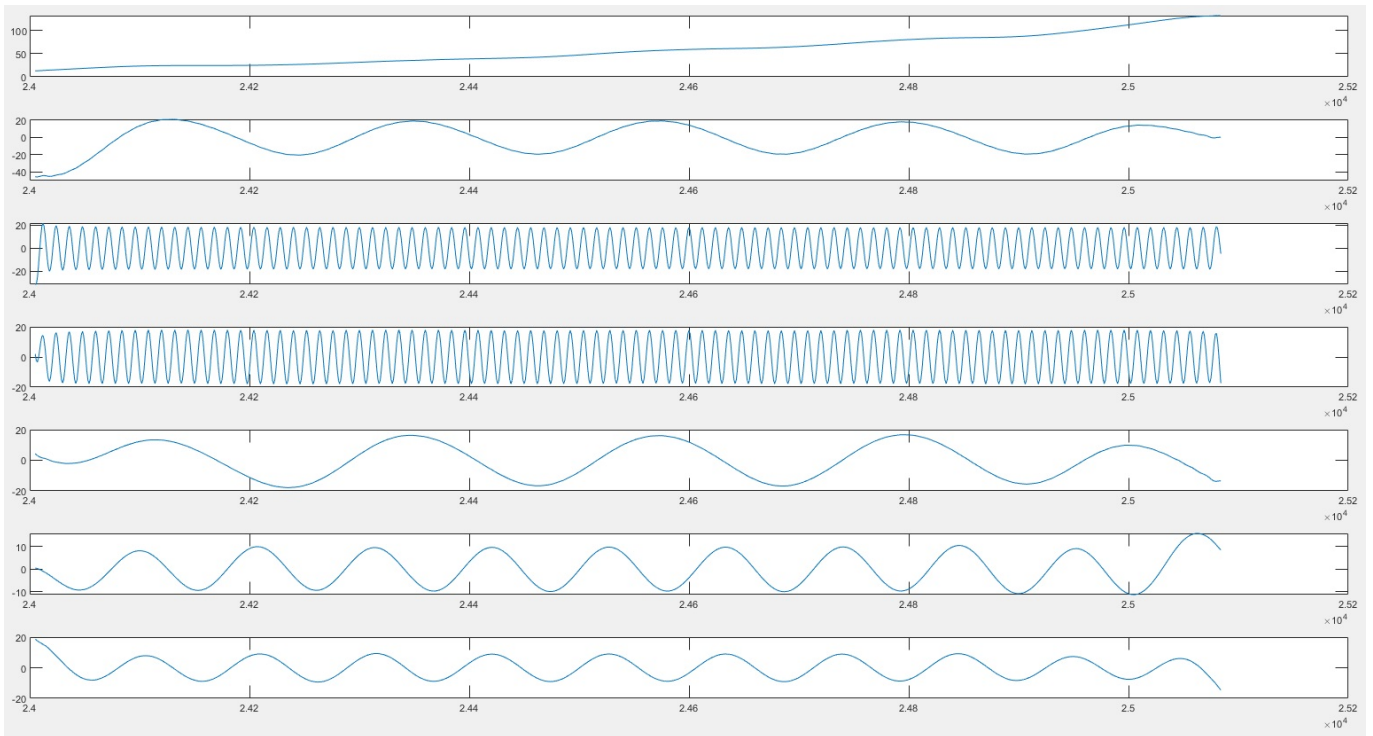


Рис. 12: Сингулярный спектральный анализ сигнала из ЛР1 при  $L=350$



Теперь результат получился более приемлемым - видно что нужно сгруппировать графики: 2-ой с 5-ым (низкочастотная гармоника), 3-ий с 4-ым (высокочастотная гармоника) и 6-ой с 7-ым (среднечастотная гармоника). Так и сделаем:

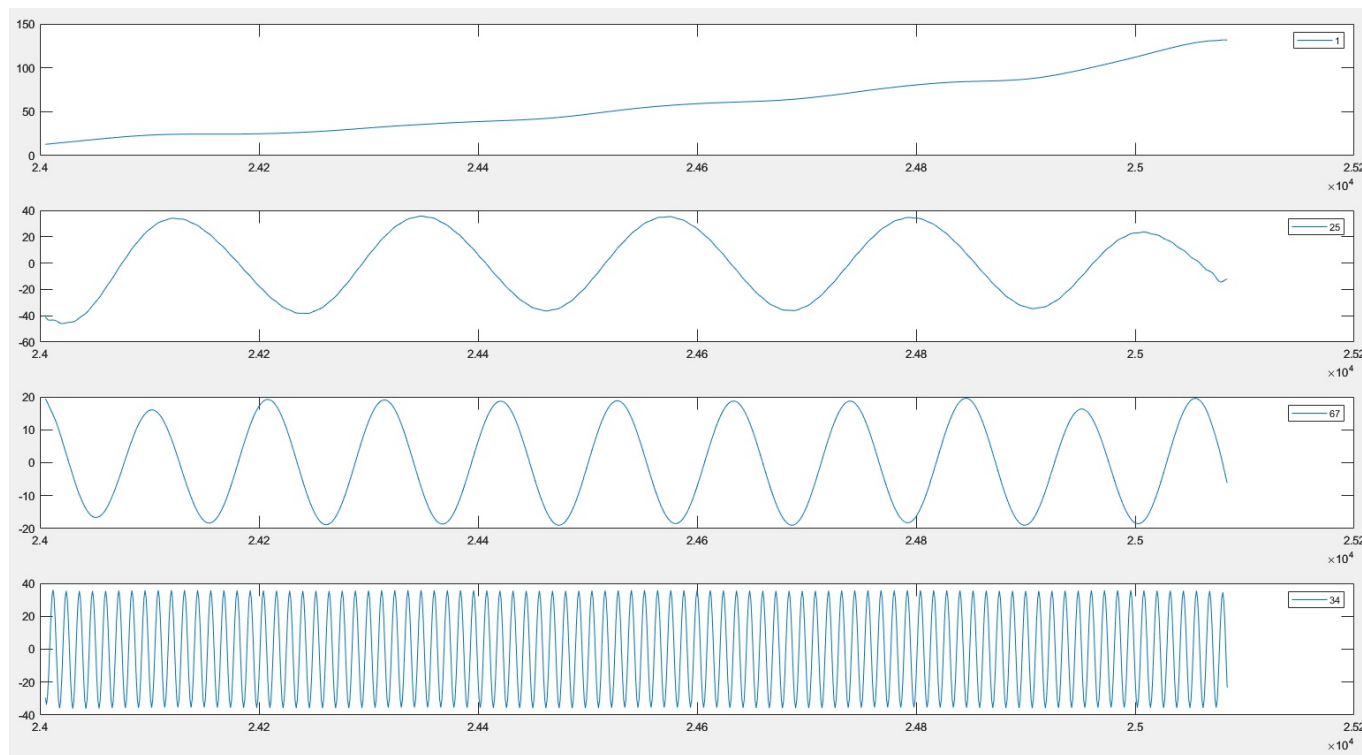


Рис. 13: Сингулярный спектральный анализ сигнала из ЛР1

На рисунке 13, на первом графике виден тренд, на втором низкочастотная гармоника, на третьем среднечастотная, а на четвертом высокочастотная. Следовательно, можно сделать вывод, что с помощью сингулярного спектрального анализа также можно разделить сигнал на компоненты.

В зависимости от конкретной задачи и характера данных, каждый из методов (Фурье, Вейвлет и сингулярный спектральный анализы) может быть предпочтителен. Например, ССА может быть полезным для выделения нелинейных компонентов, вейвлет-анализ - для анализа локализованных структур, а Фурье-анализ - для выявления частотных характеристик периодических сигналов.