

Вычисление времени прихода («Time Of Flight») акустических сигналов

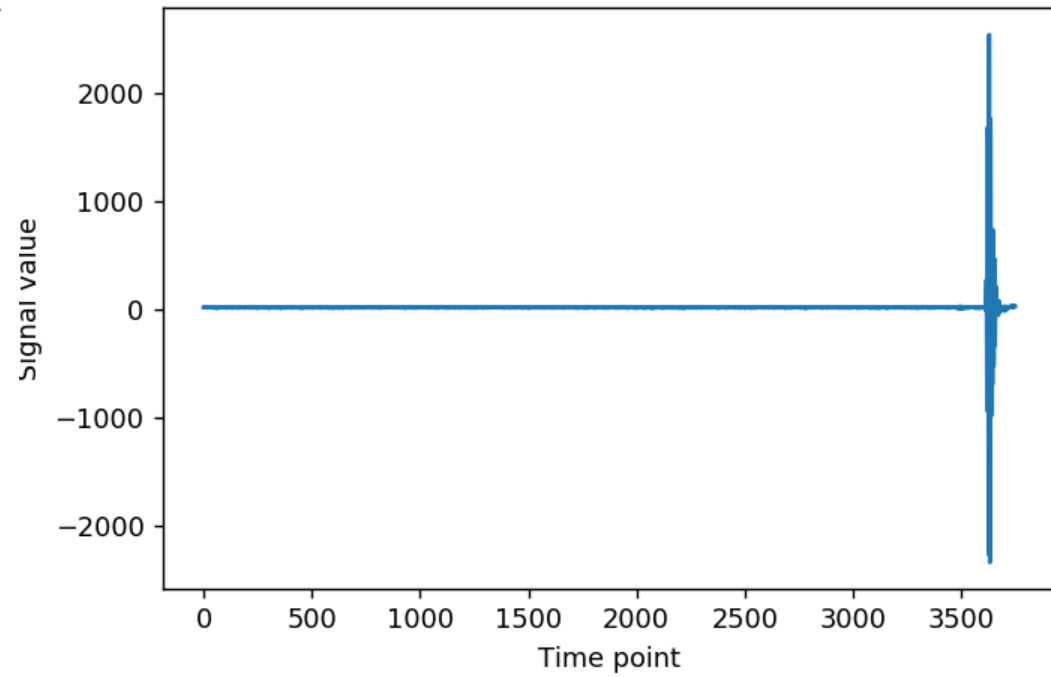
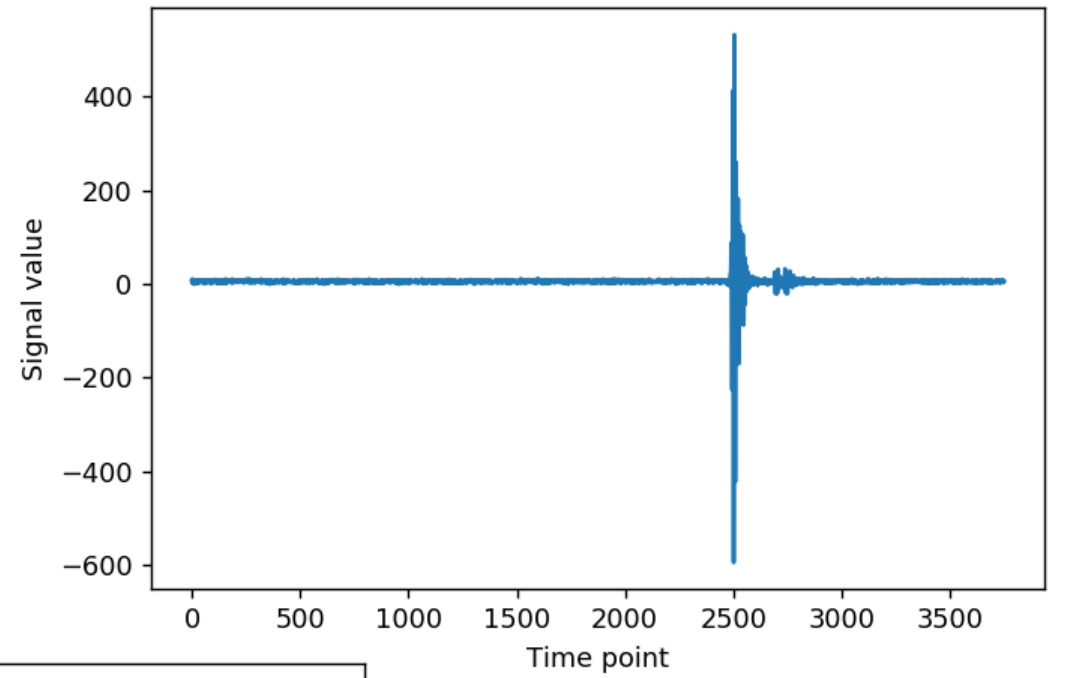
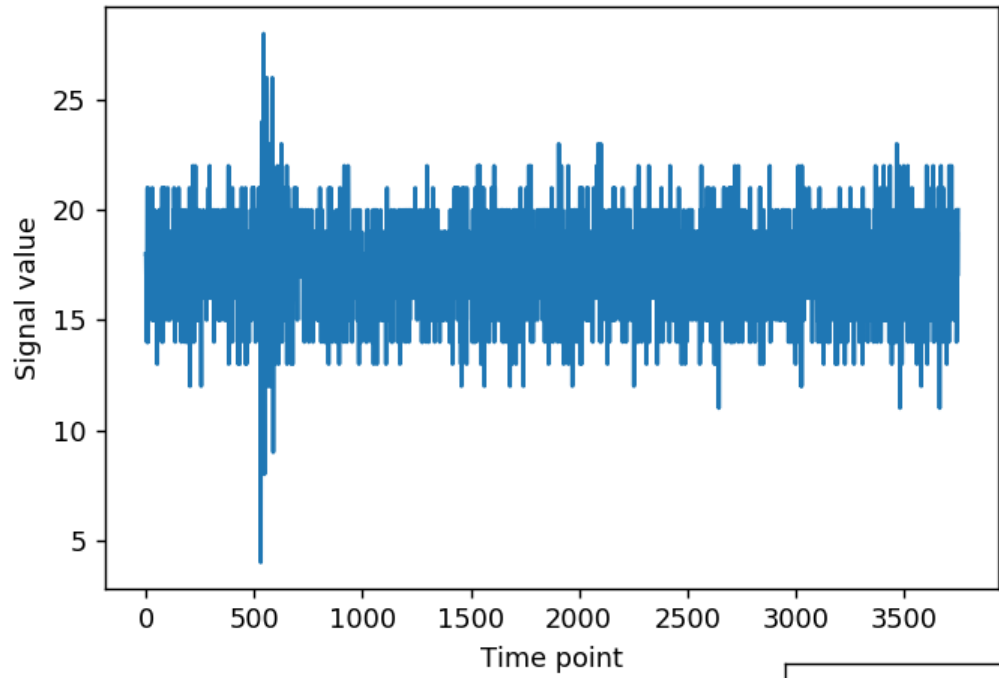
Галямина Василиса, 371 группа

Научный руководитель: д.ф.-м.н., профессор Граничин О.Н.

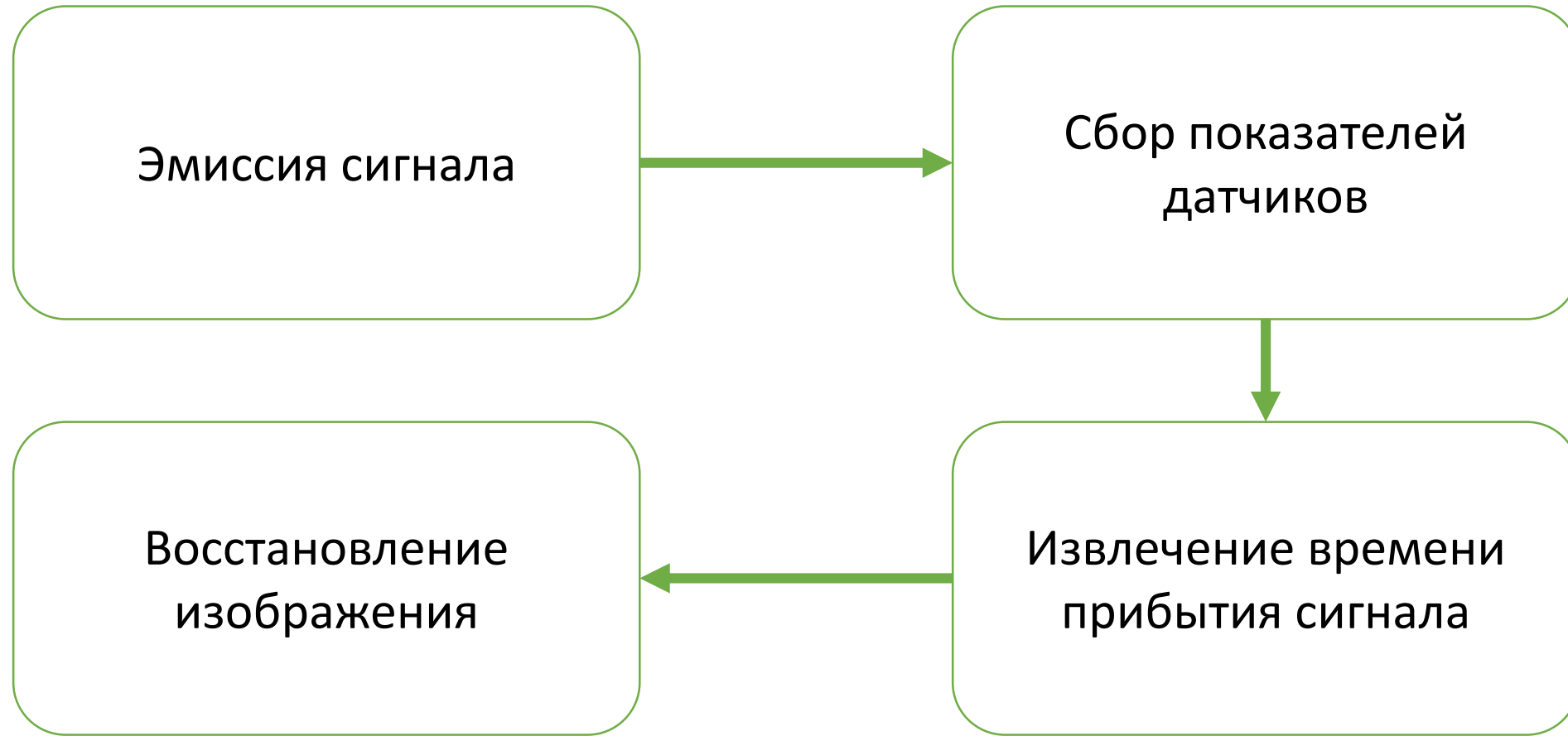
СПбГУ, Математико-механический факультет, 2019 год

Введение

- Кольцо из 2048 УЗИ-датчиков
- 3750 тактов с частотой 25 MHz
- Уровень сигнала зависит от взаимного расположения испускающего и принимающего датчиков
- Время прихода сигнала (Time of Flight, TOF)



Общий вид процесса томографии



Постановка задачи

- Разработать алгоритм обработки данных с датчиков и вычисления времени прихода сигнала
- Провести эксперименты и замеры
- Оценить применимость разработанного алгоритма в реальных условиях

Способы определять ТОФ

- Вручную
- Установление пороговых значений
- Сравнение сигнала с эталонной волной
- Информационный критерий Акаике (Akaike Information Criterion, AIC)

Akaike Information Criterion

$$AIC(k) = k \log(\text{var}(S(1, k))) + (N - k - 1) \log(\text{var}(S(k + 1, N))),$$

$$\text{var}(S(i, j)) = \sigma_{j-1}^2 = \frac{1}{j-i} \sum_{l=i}^j (S(l, l) - \bar{S})^2$$

Обработка данных

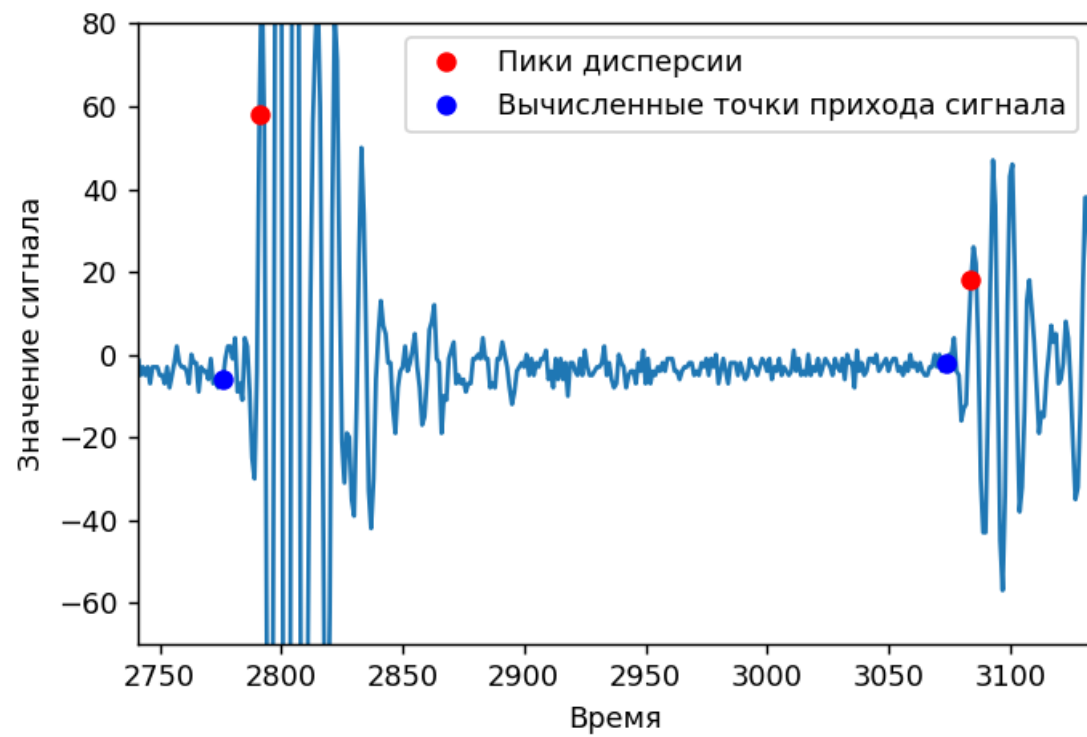
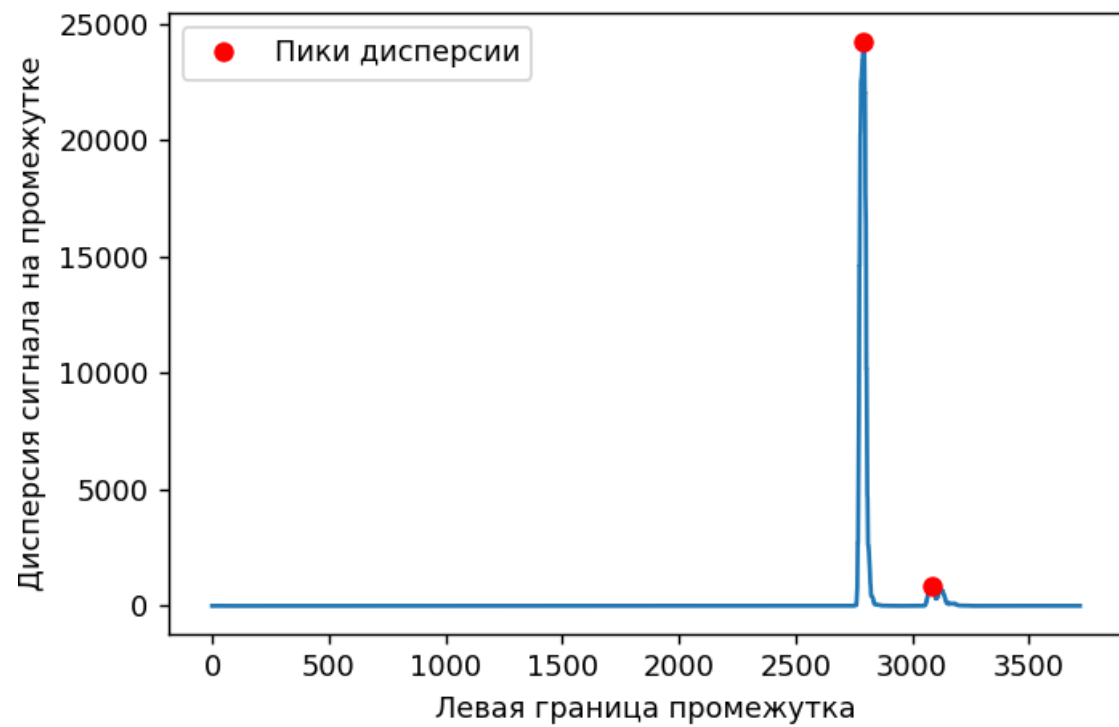
- Поиск временного окна
- Вычисление АКС в пределах выбранного окна
- Выбор точки минимума АКС в качестве времени прихода сигнала

Выбор временного окна

- Порог от максимальной амплитуды
- С помощью скорости звука в среде без препятствий
- С помощью дисперсии сигнала на небольших интервалах

Время работы

Считывание данных с датчиков	$15.6 \text{ ms} \pm 349 \text{ }\mu\text{s}$
Подсчёт дисперсии	$66.5 \text{ ms} \pm 1.3 \text{ ms}$
Поиск пиков дисперсии	$125 \text{ }\mu\text{s} \pm 5.9 \text{ }\mu\text{s}$
Подсчёт AIC	$1.99 \text{ ms} \pm 86.9 \text{ }\mu\text{s}$
Поиск TOF	$18.6 \text{ }\mu\text{s} \pm 113 \text{ ns}$



Результаты

- Исследование предметной области и существующих способов вычисления времени прихода ультразвуковых сигналов
- Сравнение различных вариантов выбора временного окна
- Программная реализация алгоритма вычисления времени прихода сигналов
- Проведение экспериментов на данных
- Замеры времени работы программы