


Измерение параметров волн в кольцевом ветровом лотке

Учебные заведения: ННГУ им.Лобачевского, ИПФ РАН
Работу выполняли: Соловьёв И.А., Чернова Н.Е., Курников Г.А
Научные руководители: Ермаков Станислав Александрович,
Доброхотов Владимир Андреевич

2020 год, весенний семестр



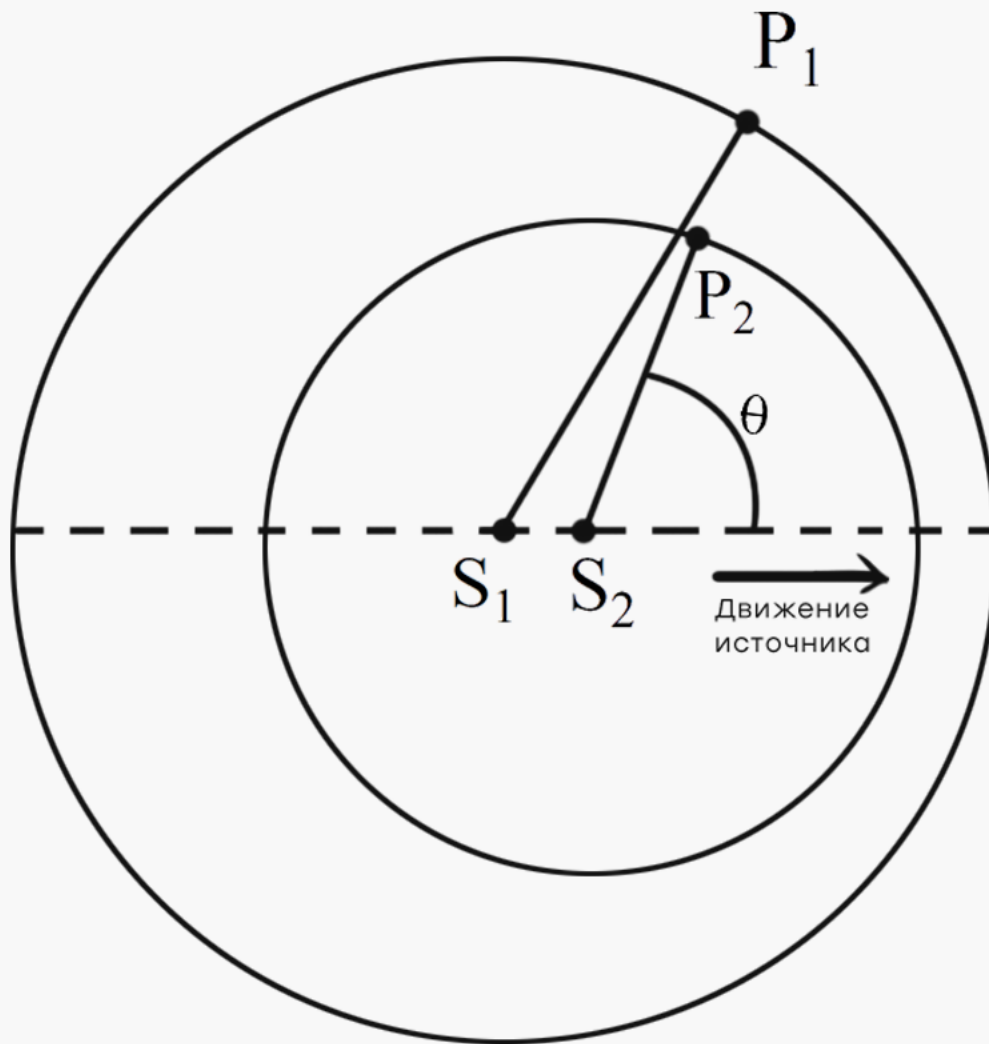
Эффект Доплера

$$\omega = \omega_0 \cdot \frac{1}{\left(1 - \frac{v}{u} \cdot \cos(\theta)\right)}$$

v - Скорость движения
источника

u - Фазовая скорость

ω_0 - Частота колебаний
источника



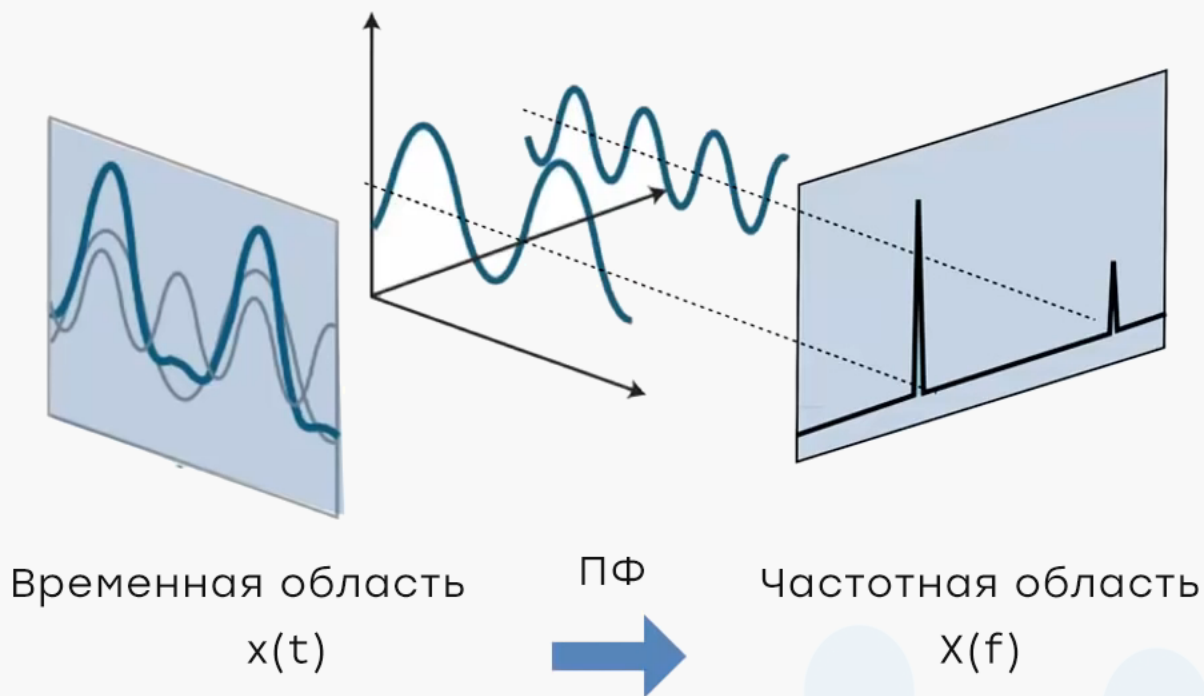
Фурье преобразование

Используется для сигналов и систем как непрерывных, так и дискретных.

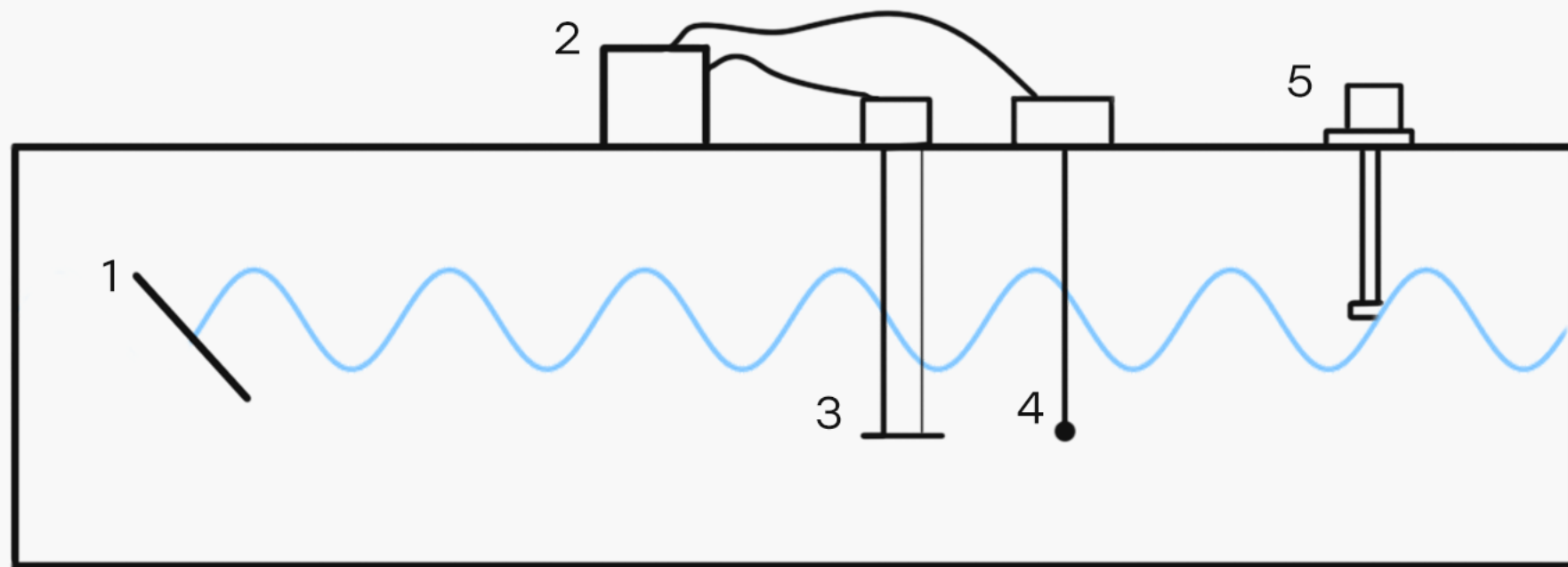
$$\hat{f}(\omega) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} f(x) e^{-ix\omega} dx.$$

В цифровой обработке мы используем дискретное преобразование Фурье (По N-отсчётам)

$$X_k = \sum_{n=0}^{N-1} x_n e^{-\frac{2\pi i}{N} kn} = \sum_{n=0}^{N-1} x_n \cdot [\cos(2\pi kn/N) - i \cdot \sin(2\pi kn/N)], \quad (k = 0, \dots, N-1).$$

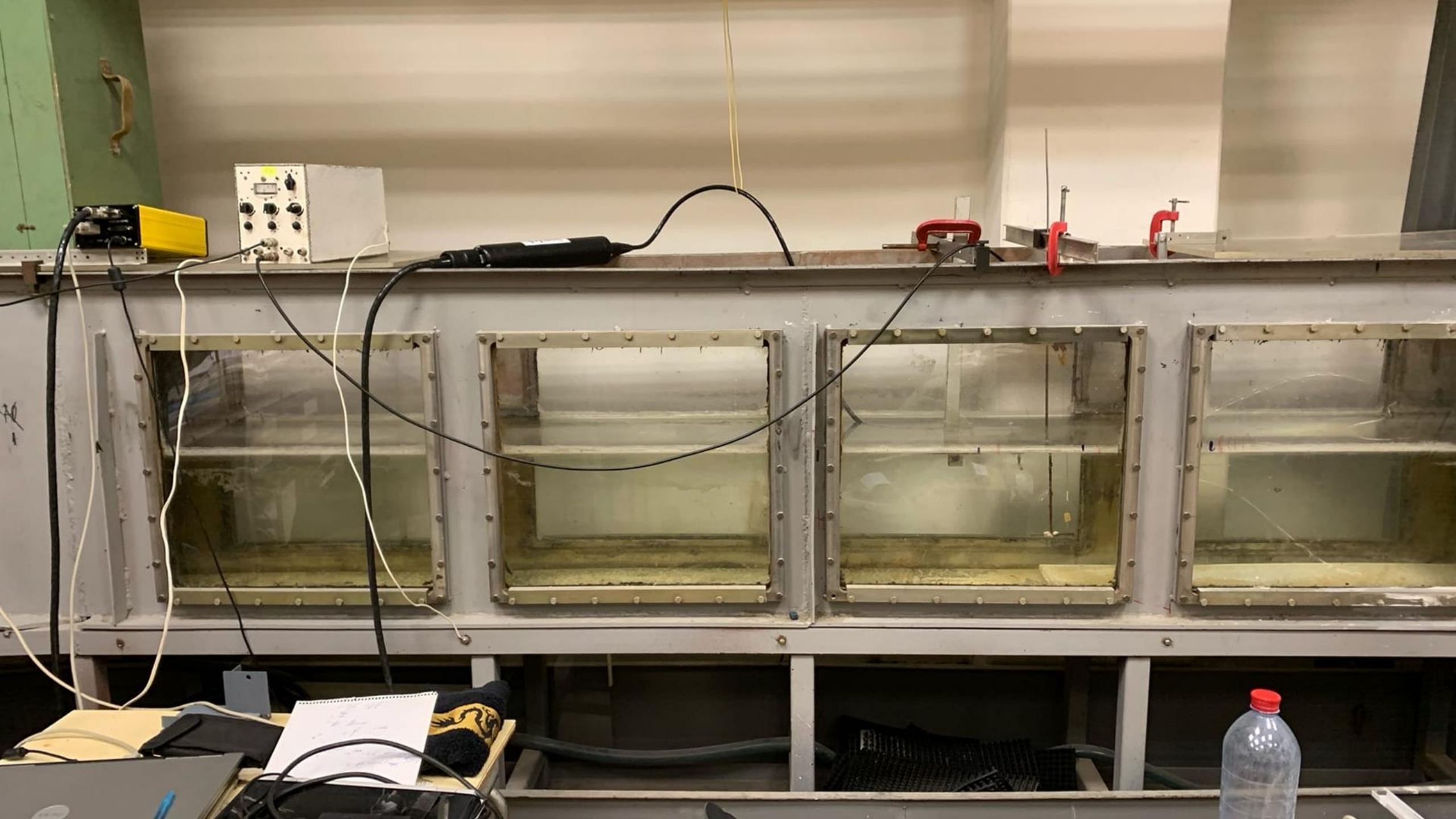


Экспериментальная установка

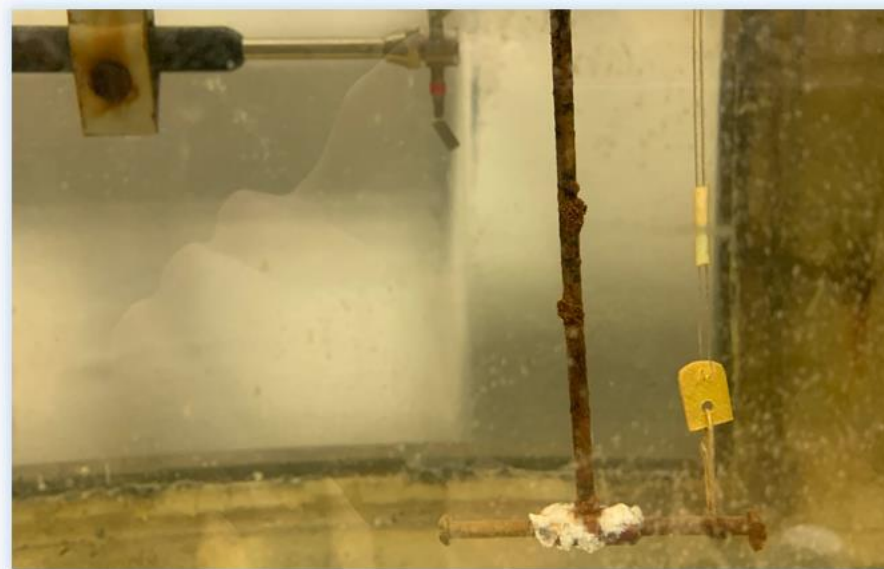
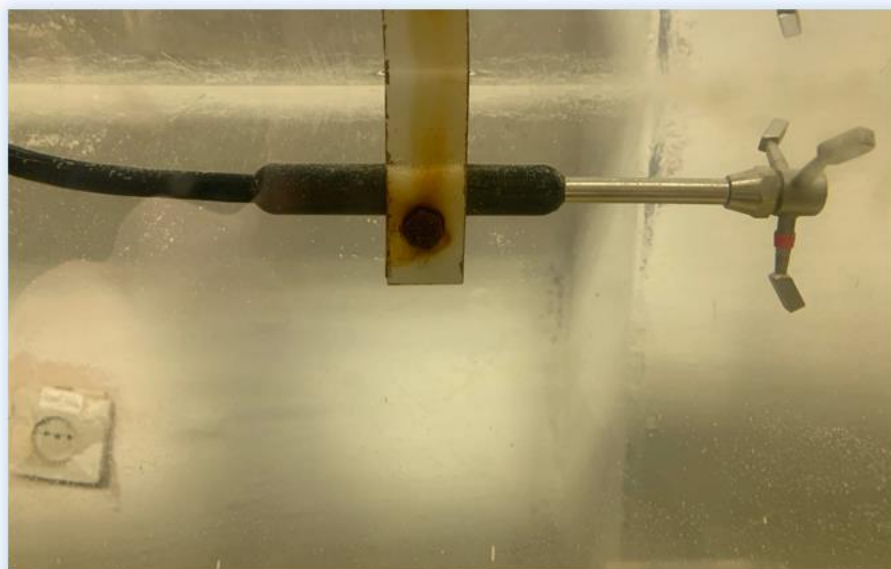
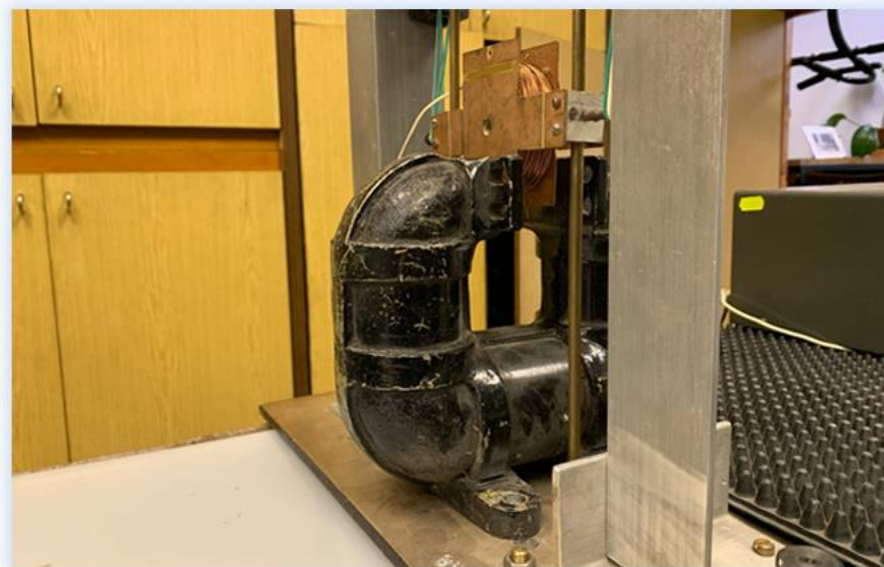
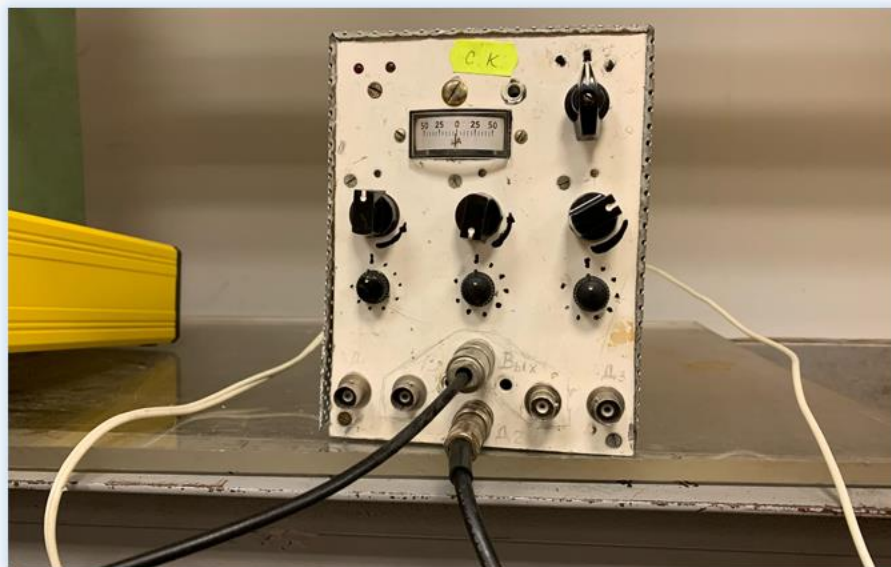


- 1 - Волногаситель
- 2 - АЦП
- 3 - Волнограф
- 4 - ADV
- 5 - Волнопродуктор

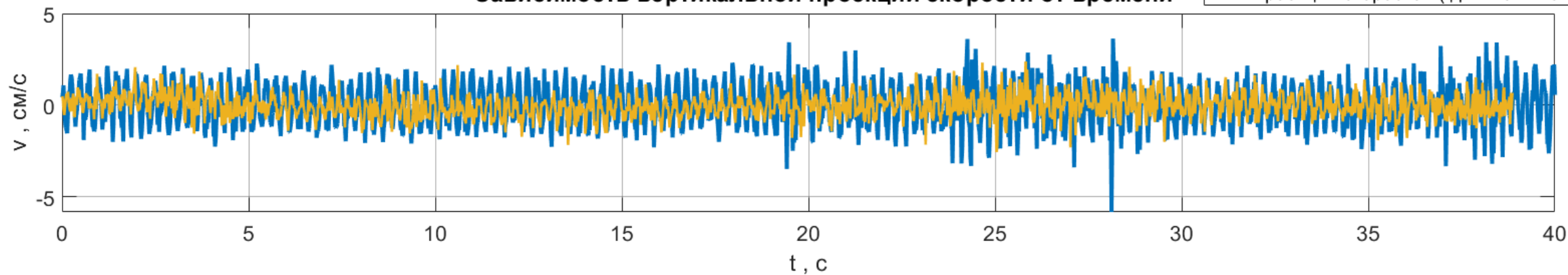
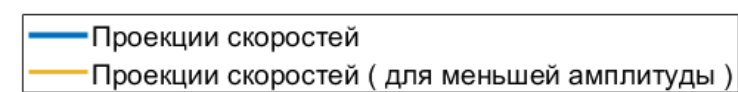




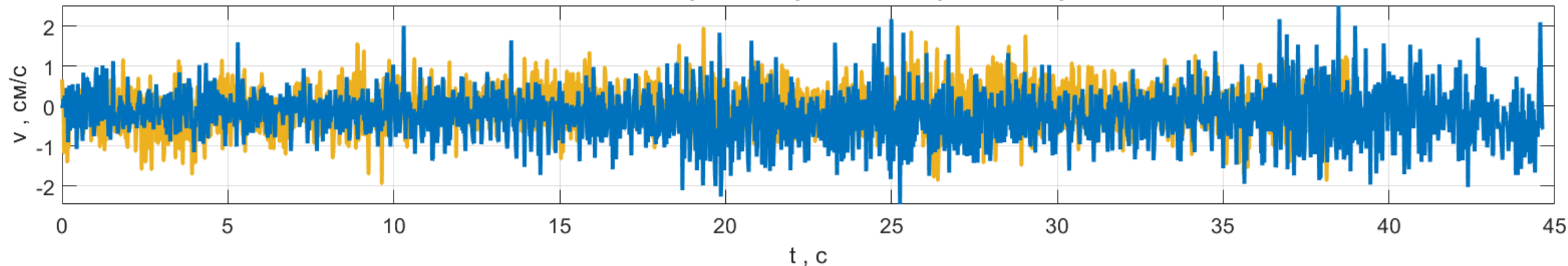
Экспериментальная установка



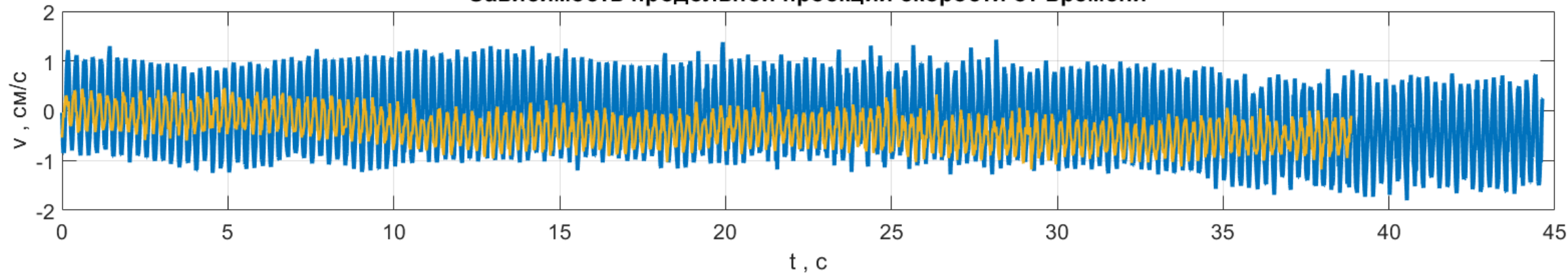
Зависимость вертикальной проекции скорости от времени



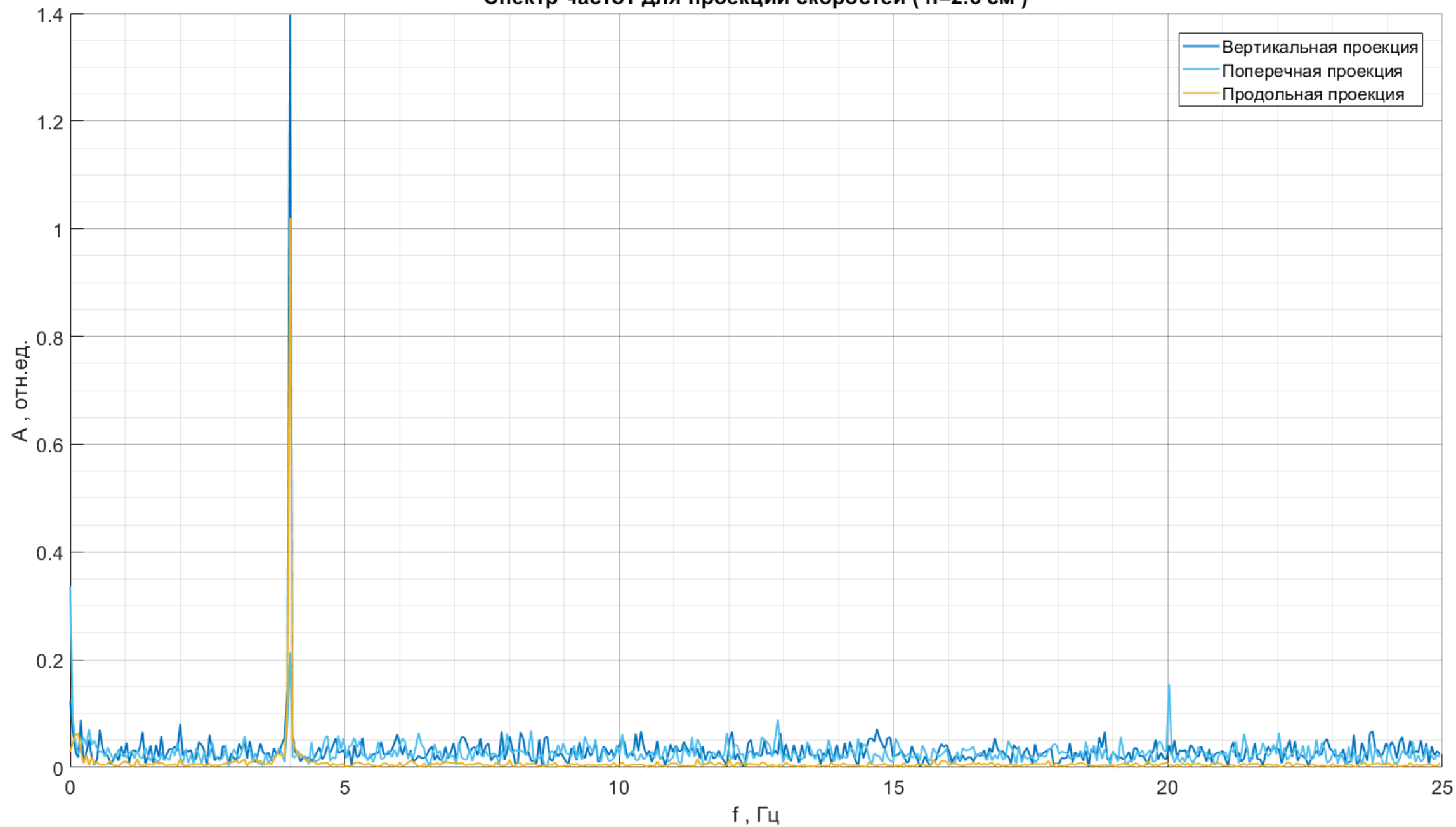
Зависимость поперечной проекции скорости от времени



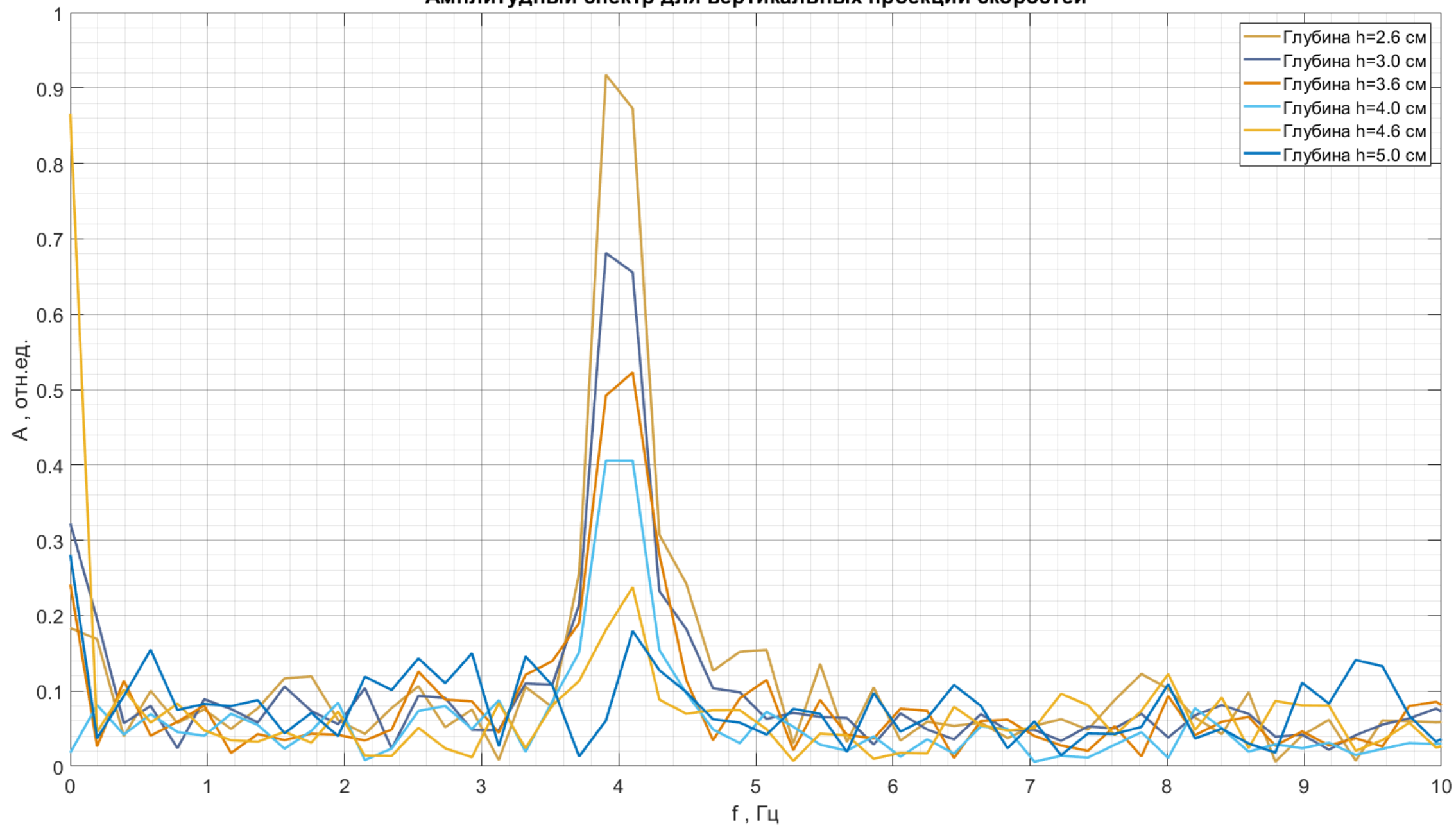
Зависимость продольной проекции скорости от времени



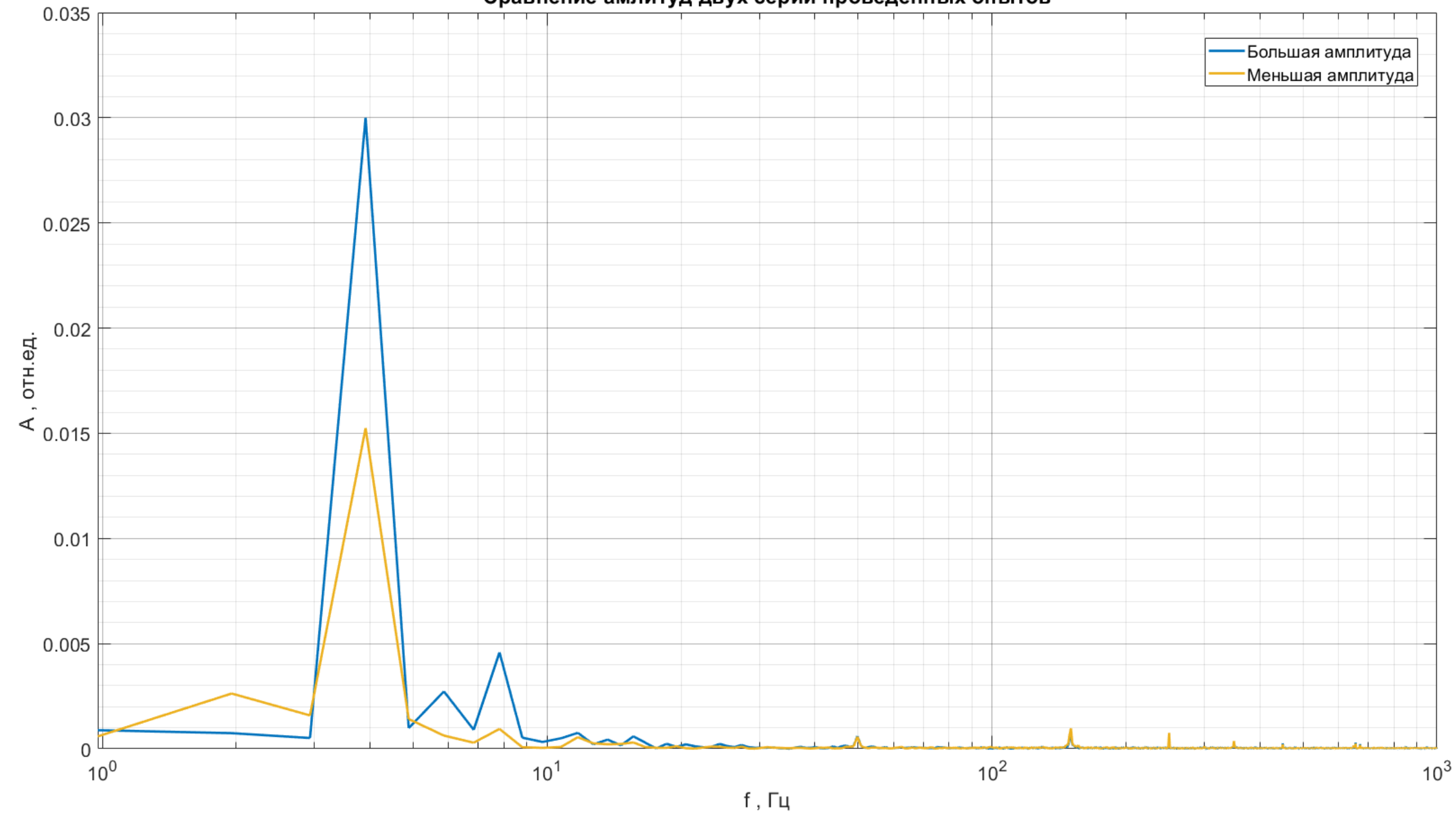
Спектр частот для проекции скоростей ($h=2.6$ см)



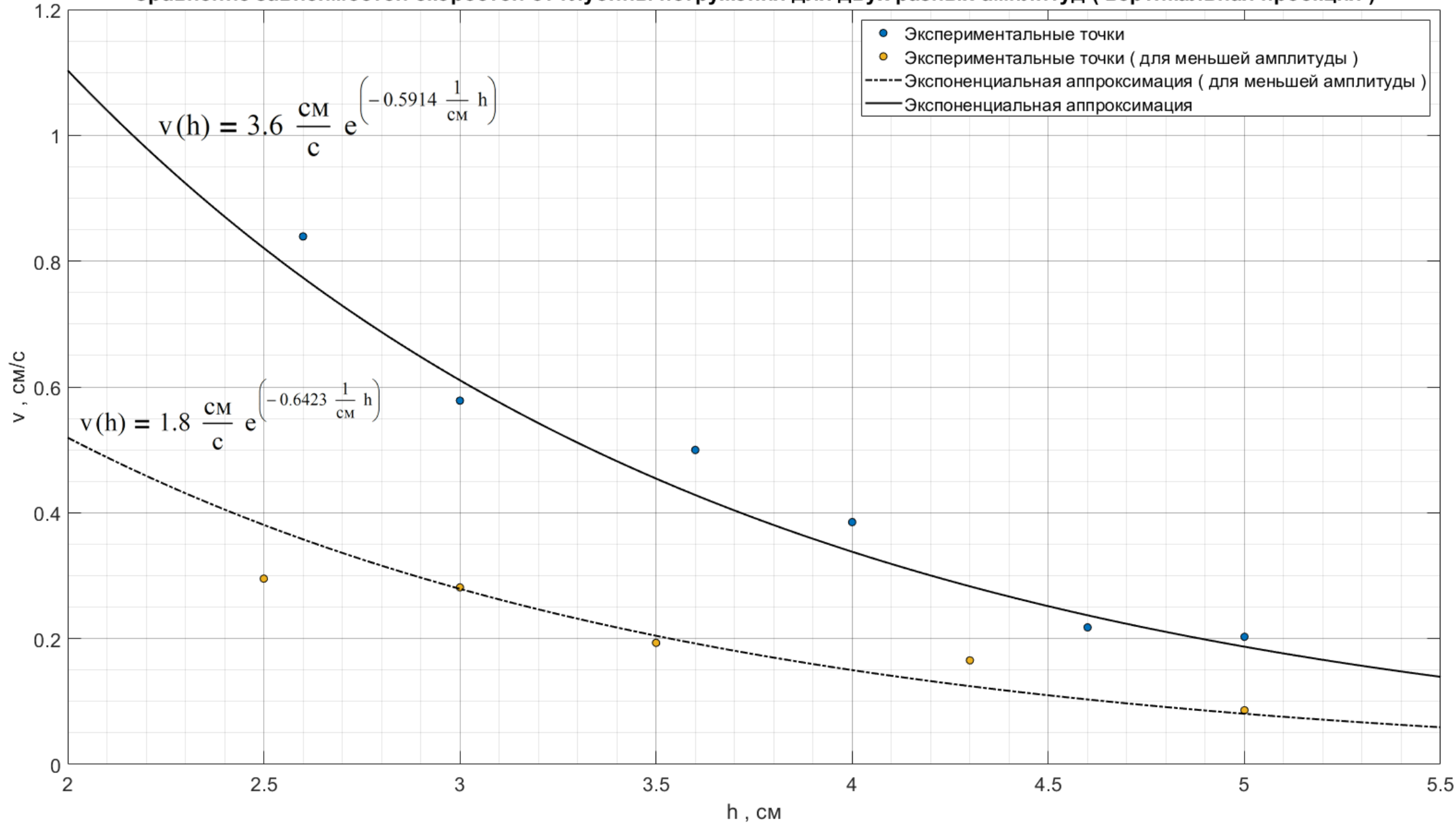
Амплитудный спектр для вертикальных проекций скоростей



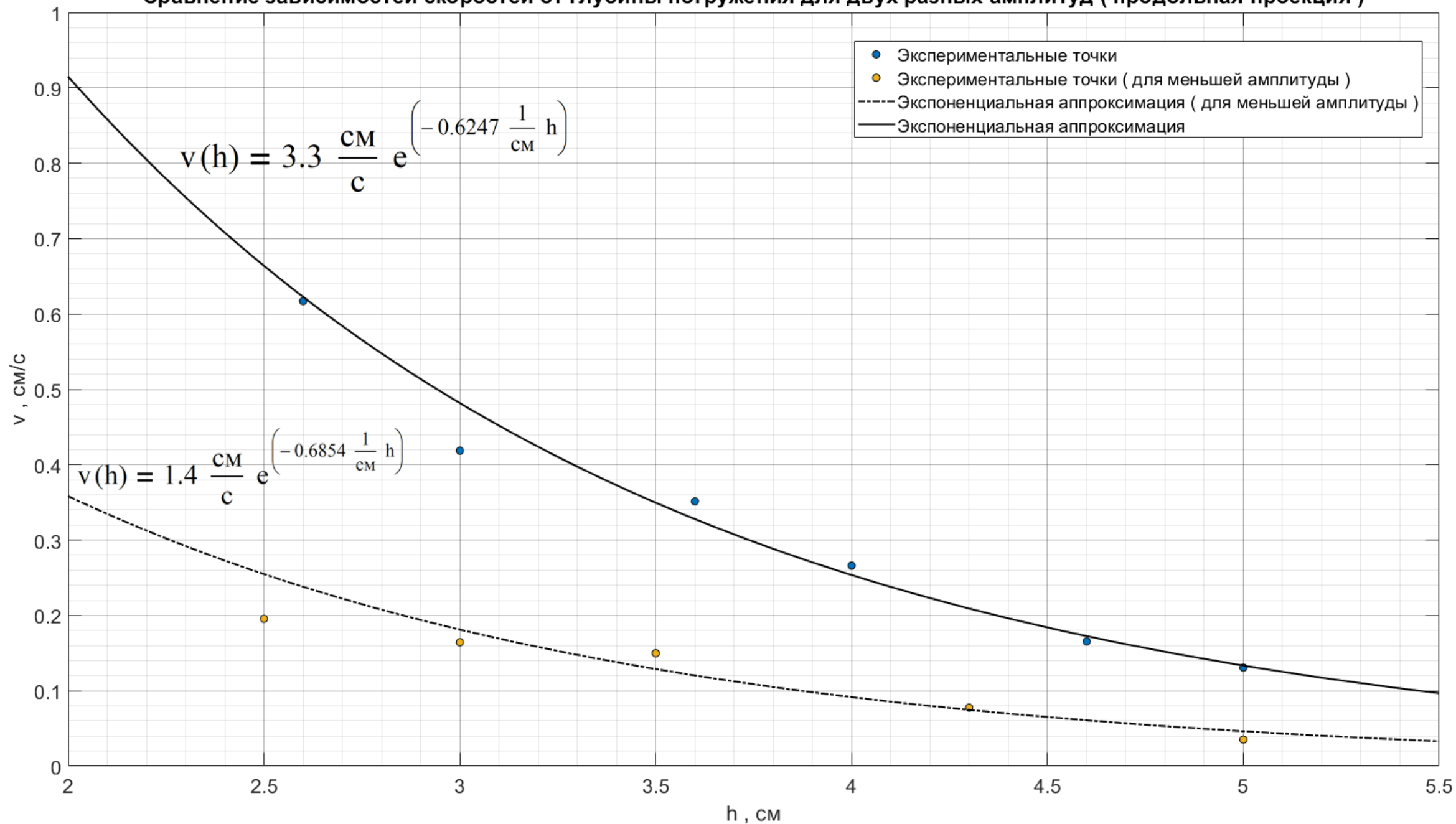
Обработка данных с волнографа
Сравнение амплитуд двух серий проведённых опытов



Сравнение зависимостей скоростей от глубины погружения для двух разных амплитуд (вертикальная проекция)



Сравнение зависимостей скоростей от глубины погружения для двух разных амплитуд (продольная проекция)



Оценка длины волны

Закон спадаания

$$v(t) = a \cdot e^{(b \cdot h)}$$

$$b = \frac{-2\pi}{\lambda}$$

Серия опытов 6-11

| | |
|-------------------------------------|--------------------------------|
| $b_x = -0.5914 \frac{1}{\text{CM}}$ | $\lambda_x = 10.62 \text{ CM}$ |
| $b_z = -0.6423 \frac{1}{\text{CM}}$ | $\lambda_z = 9.78 \text{ CM}$ |

Серия опытов 12-16

| | |
|-------------------------------------|--------------------------------|
| $b_z = -0.6854 \frac{1}{\text{CM}}$ | $\lambda_z = 9.17 \text{ CM}$ |
| $b_x = -0.6247 \frac{1}{\text{CM}}$ | $\lambda_x = 10.06 \text{ CM}$ |

Выводы

☉ Научились обрабатывать аналоговый сигнал

☉ Получили закон спадаения, соответствующий теоретическому

$$v(t) = a \cdot e^{(-k \cdot h)}$$

☉ Оценили длину волны для разных амплитуд

| | |
|-------------------------------|--------------------------------|
| $\lambda_z = 9.78 \text{ см}$ | $\lambda_x = 10.06 \text{ см}$ |
| $\lambda_z = 9.17 \text{ см}$ | $\lambda_x = 10.62 \text{ см}$ |