



МИРЭА-Российский технологический университет

Куликовский К.В., Байкова Т.В., Лихачева М.В., Планкина М.Б., Рубан О.А.

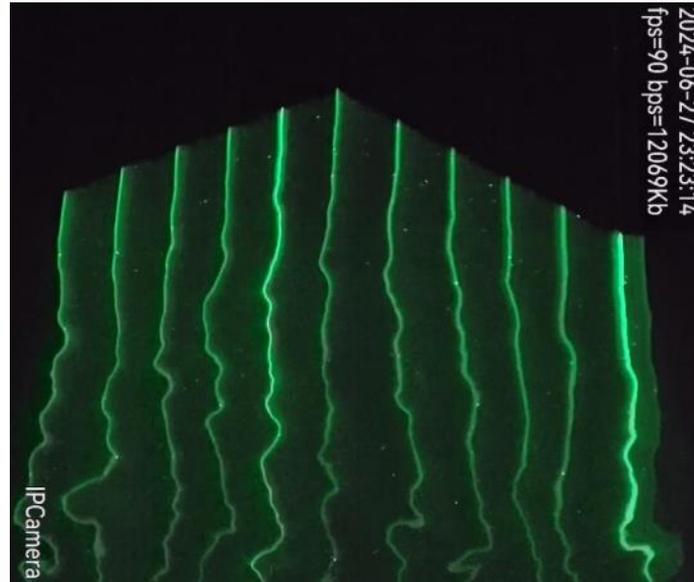
Оценка влияния приводного ветра на частотные спектры морского волнения

Докладчик: Куликовский Константин

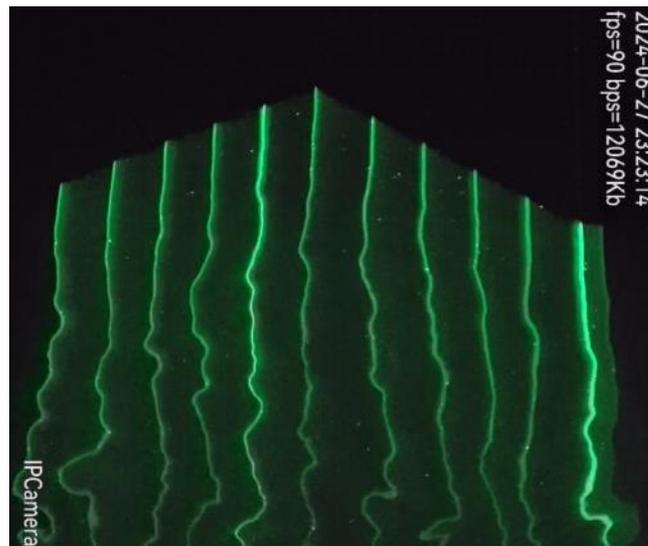
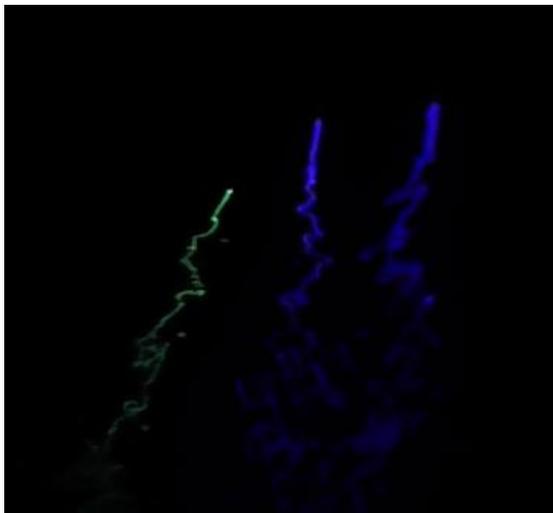
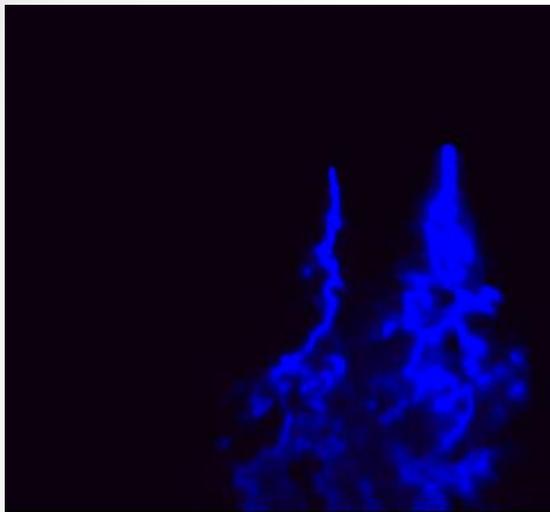
Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 23-17-00189



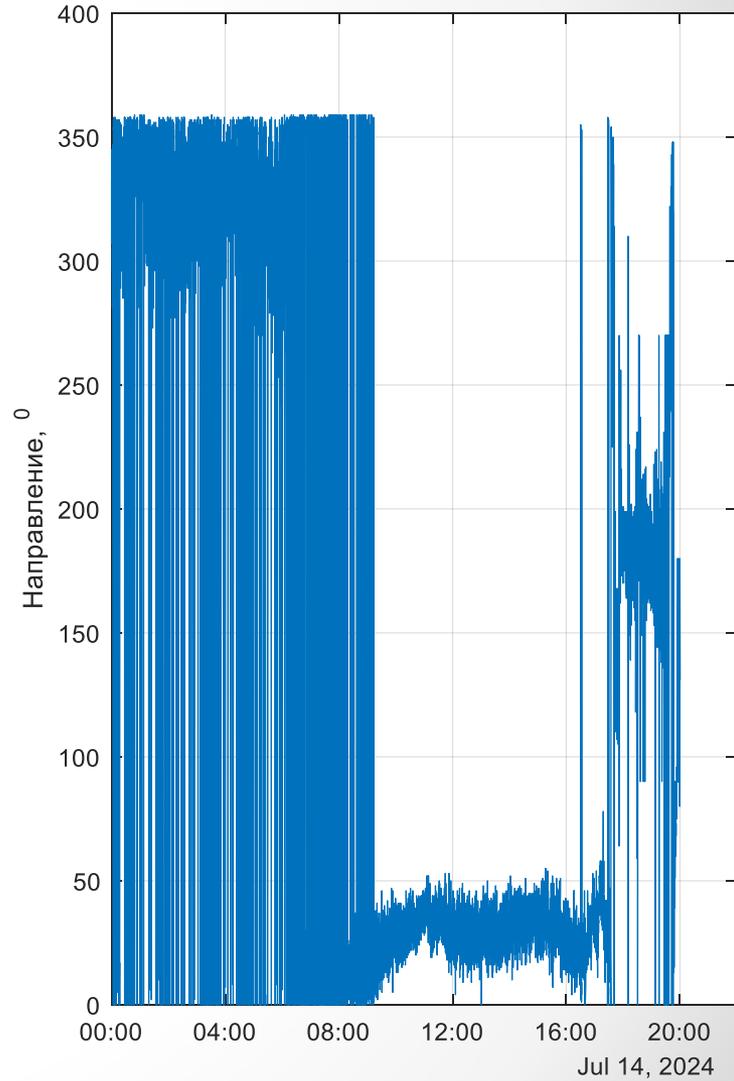
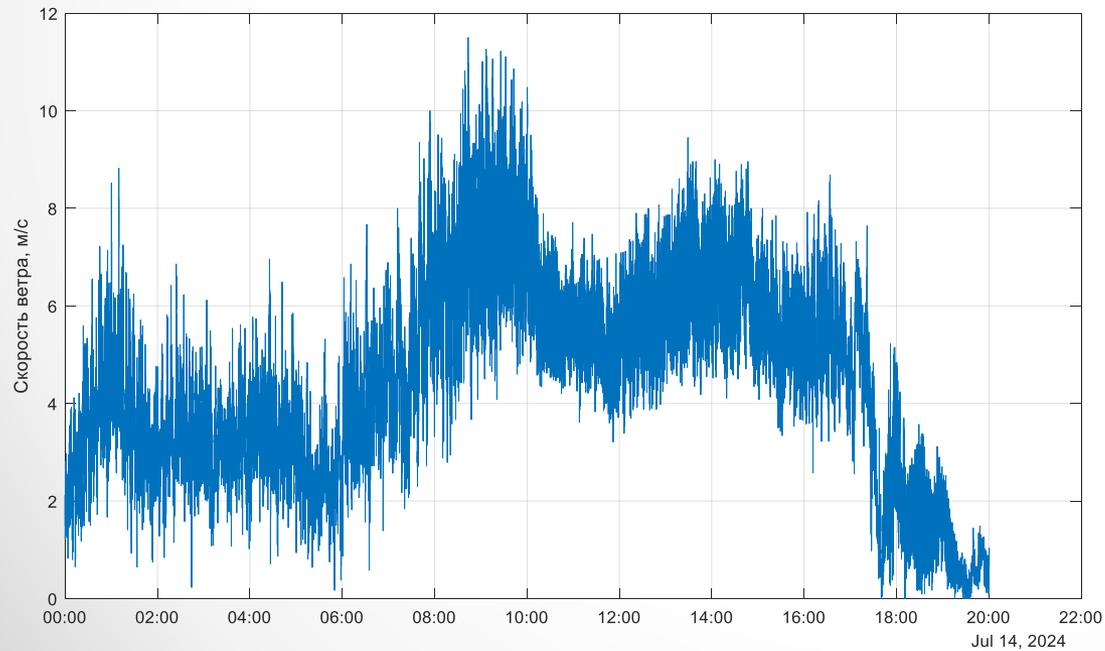
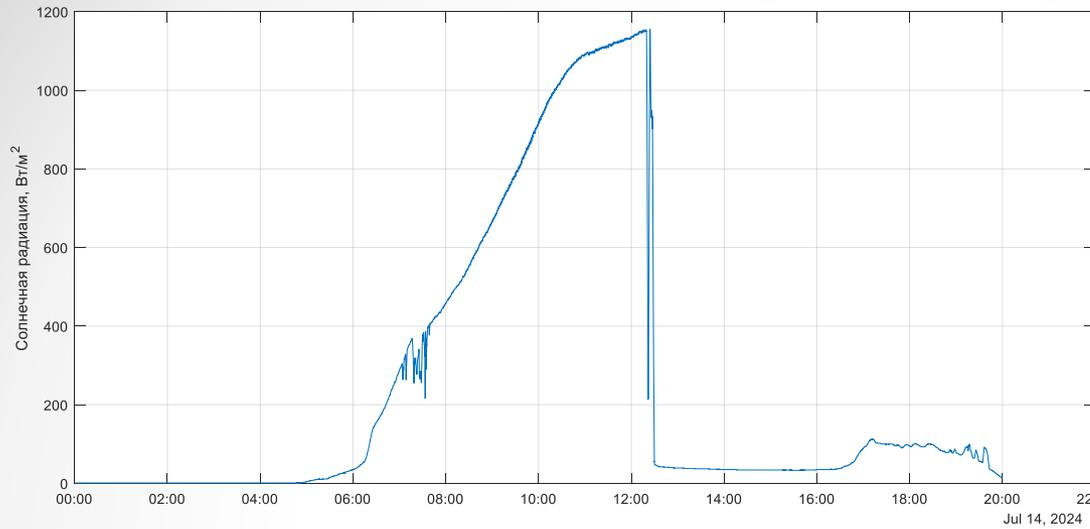
Установка лазерного волнографа на океанографической платформе



Режимы работы лазерного волнографа

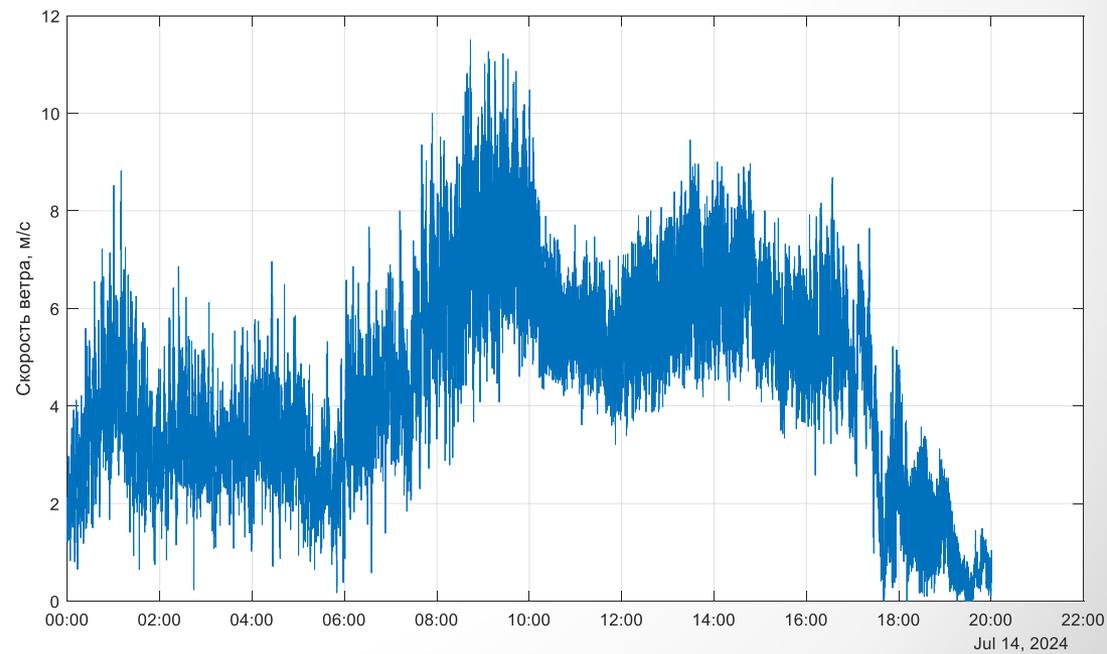
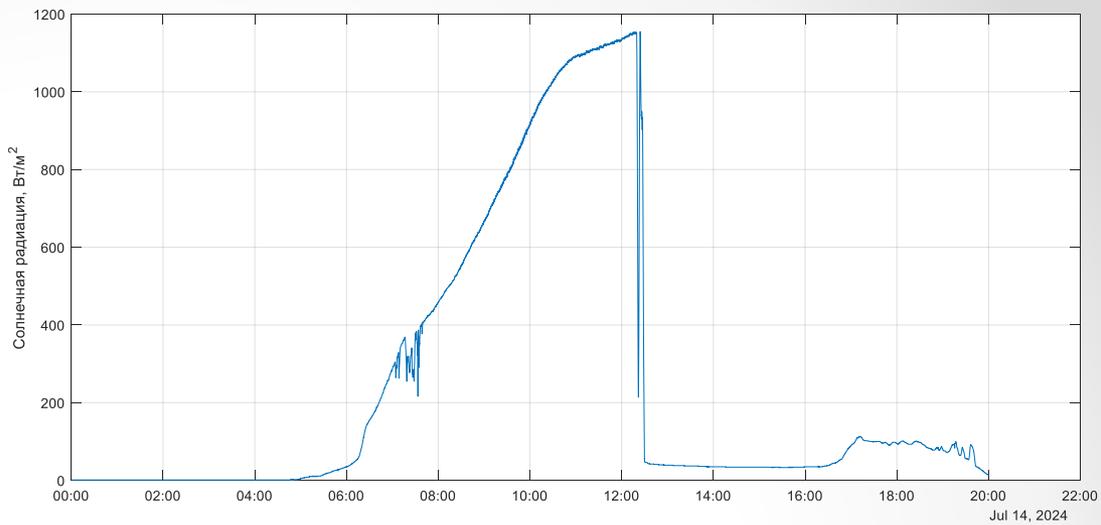


Работа в дневное время

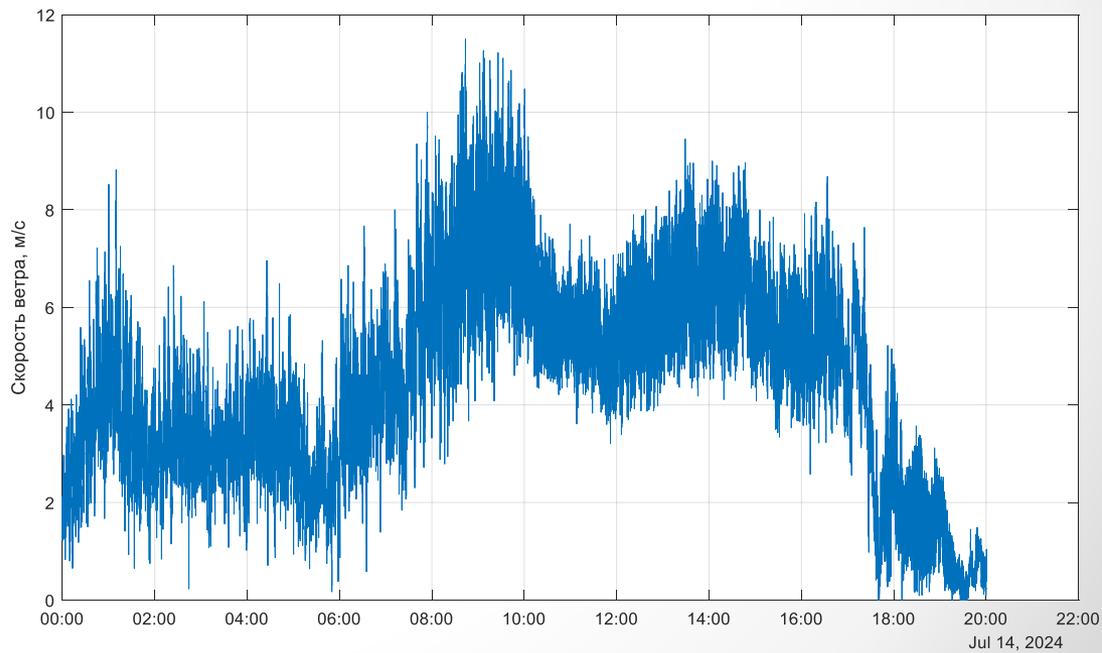
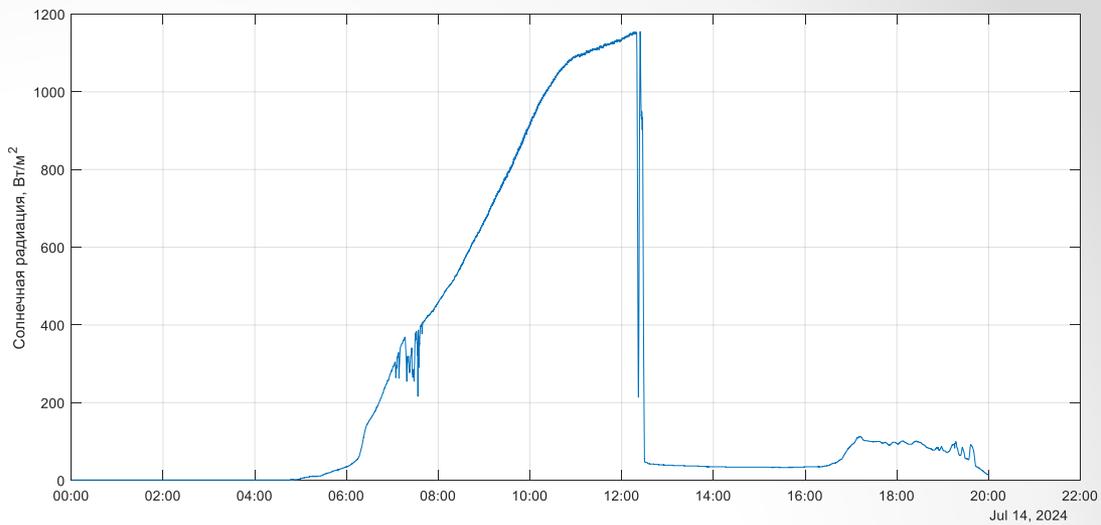




2024-07-14 05:40:07
fps=90 brps=17962Kb

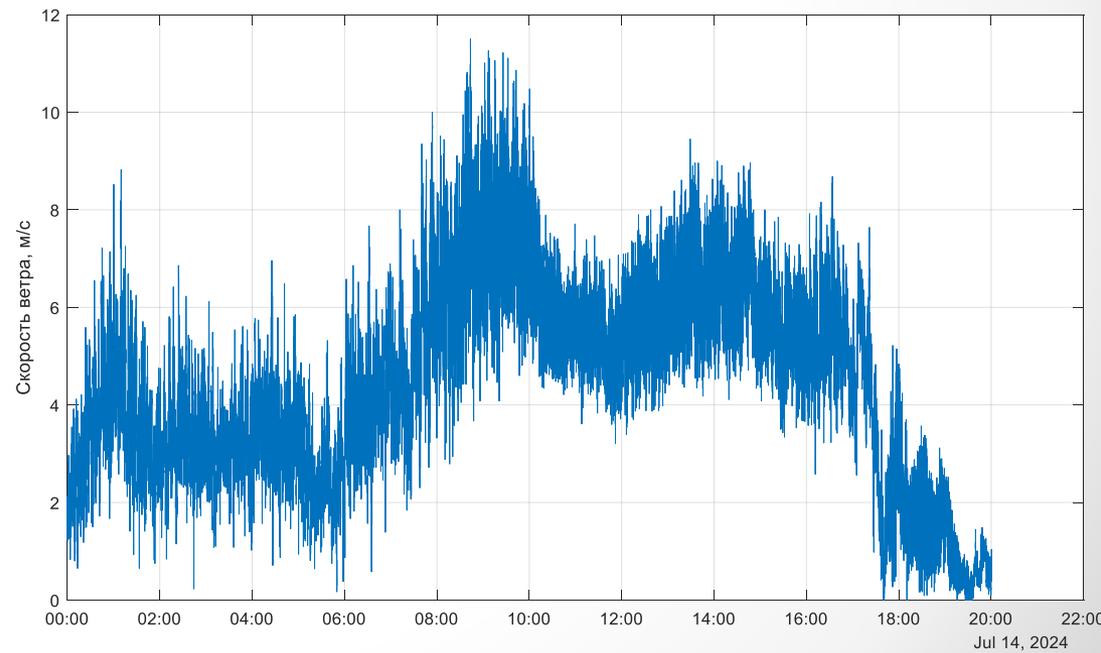
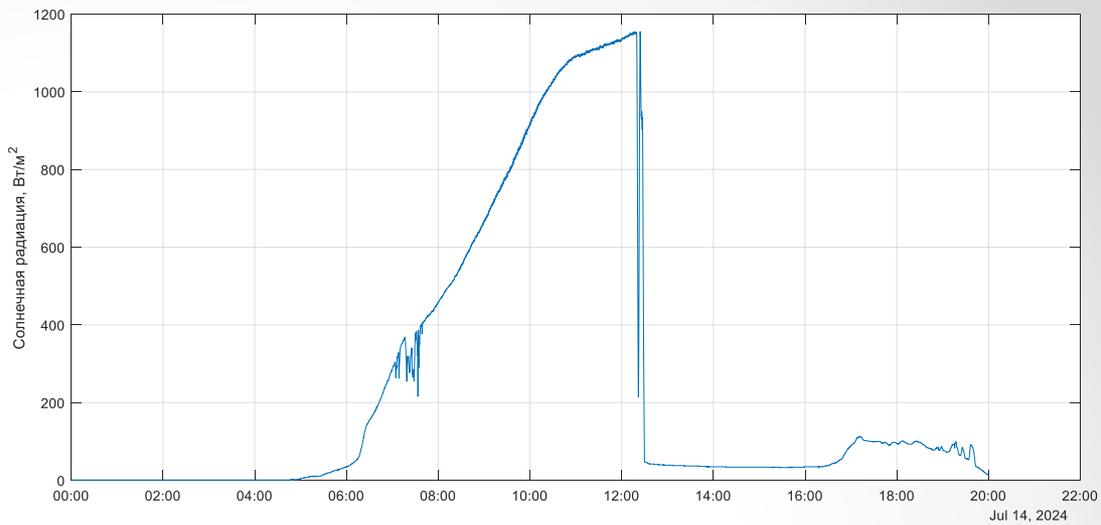


2024-07-14 10:40:27
fps=90 bps=17902Kb

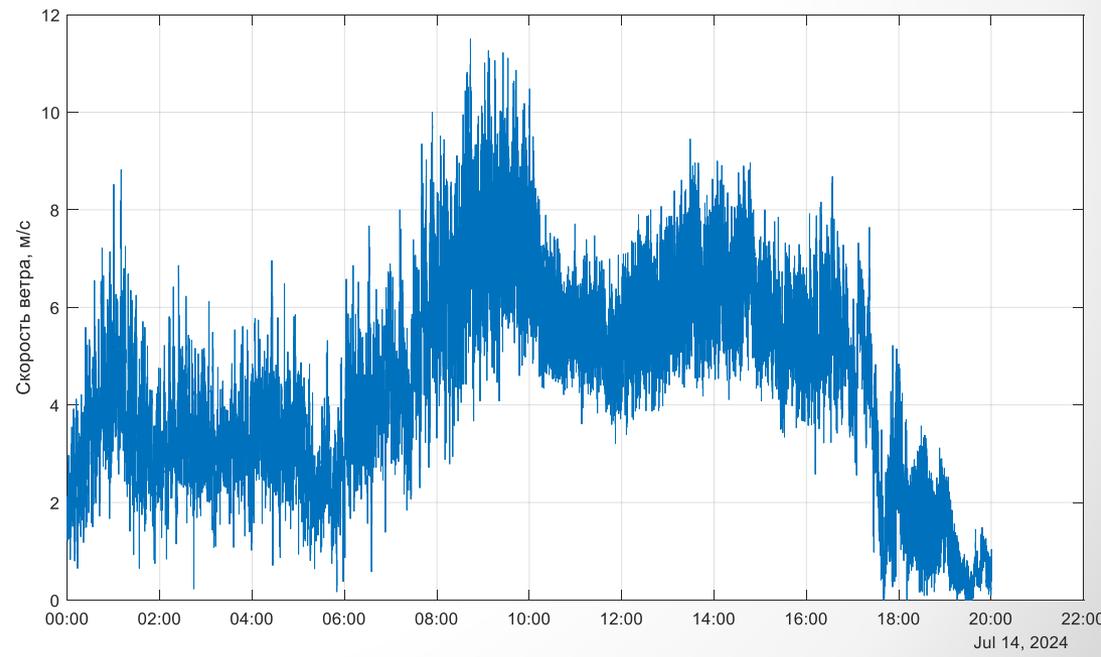
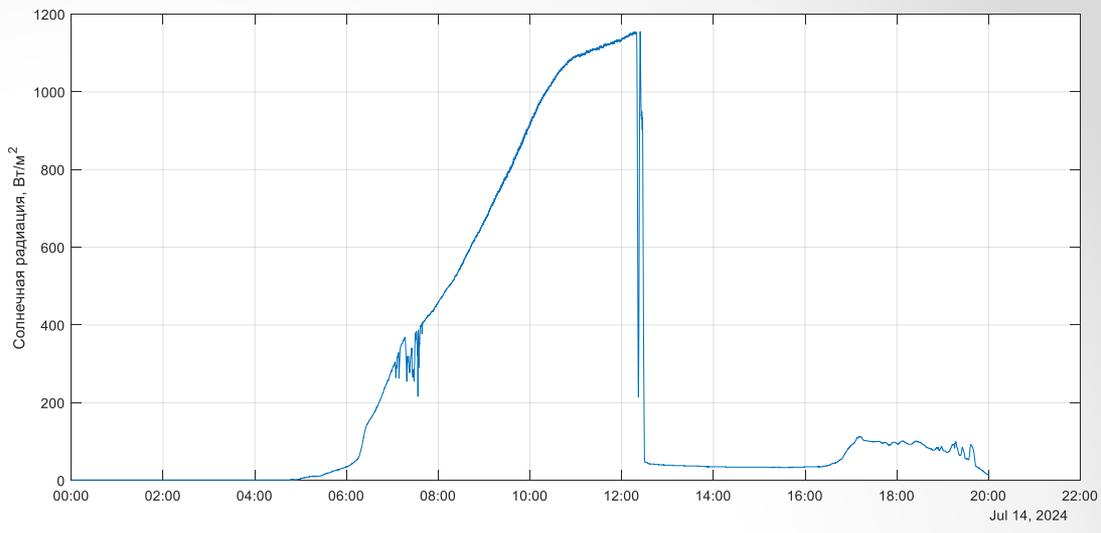




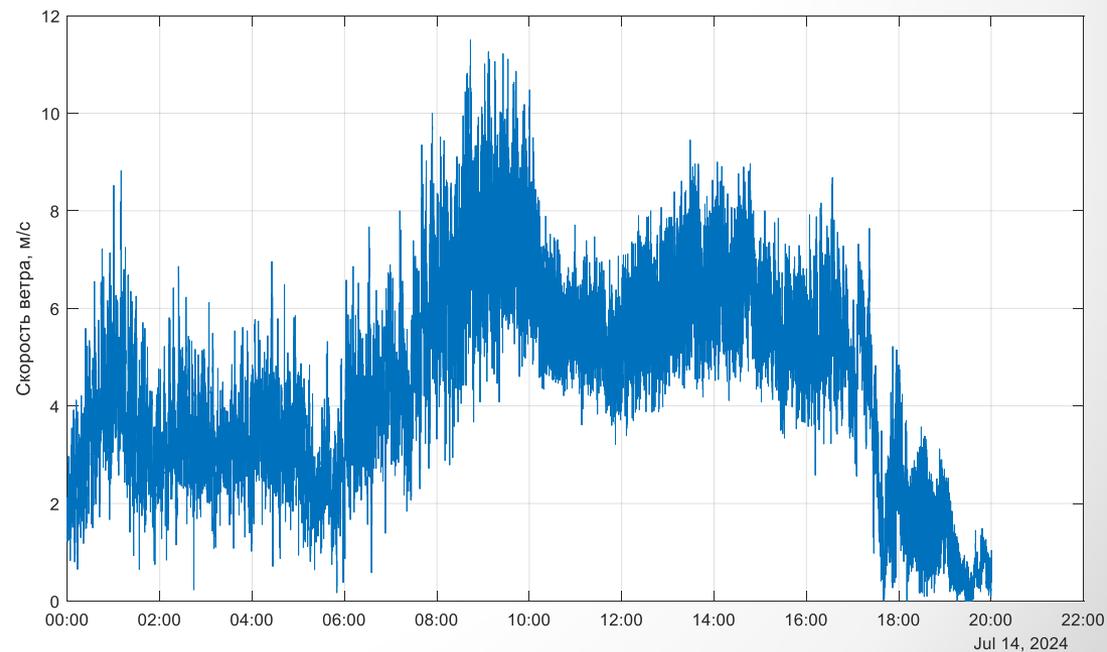
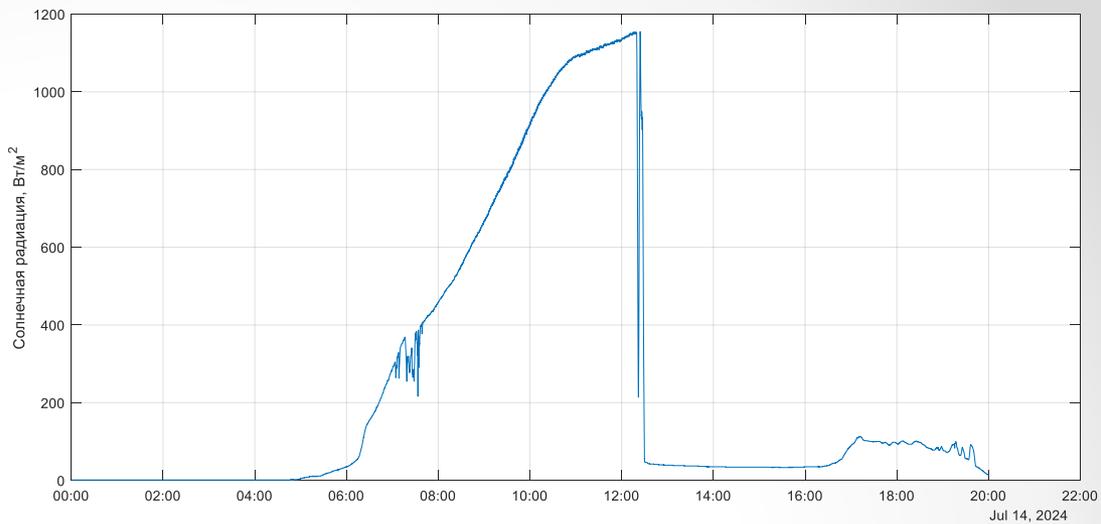
2024-07-14 11:40:28
fps=90 bps=17939Kb



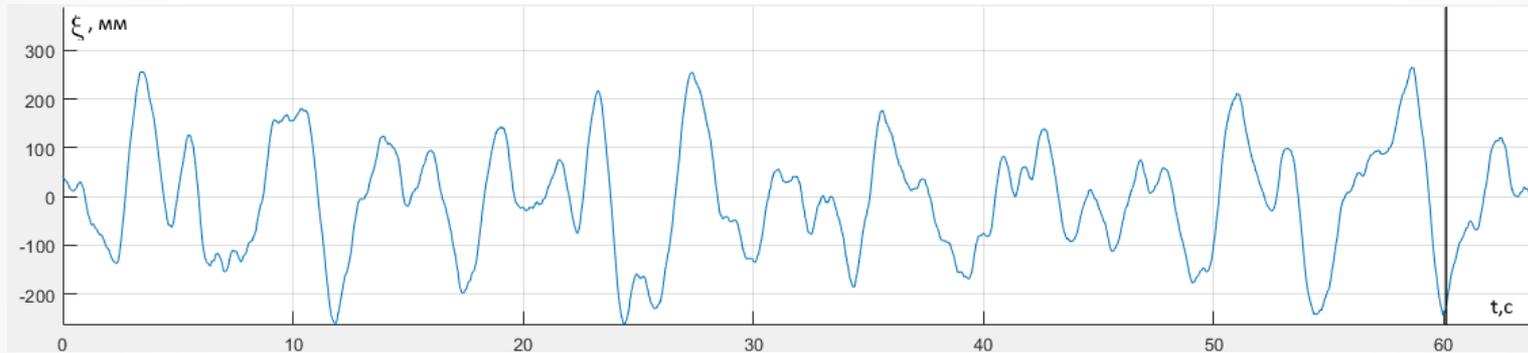
2024-07-14 12:40:35
fps=90 bps=17926kb



2024-07-14 14:00:43
fps=90 bps=17975Kb



Временные ряды аппликат морского волнения



1. Вычисление положение (в пикселах) невозмущенного уровня водной поверхности:

$$Z_{cp} = \left(\frac{1}{N}\right) \sum_{k=1}^N Z(k)$$

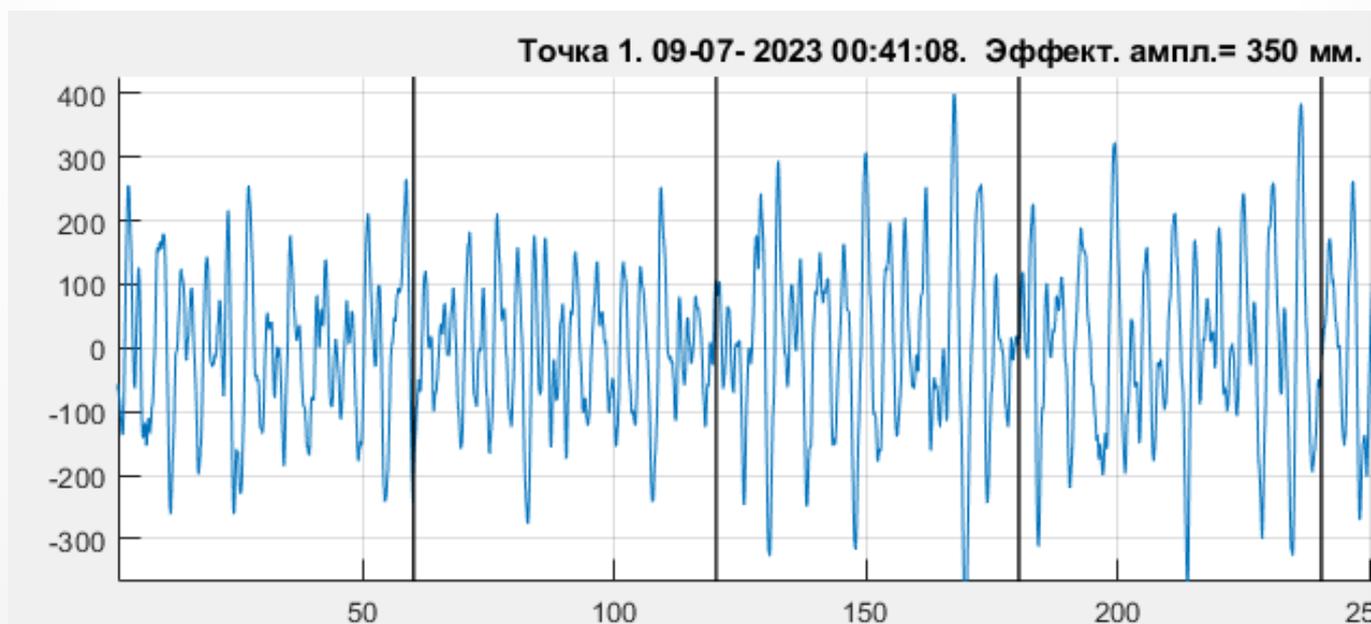
2. Вычисление аппликат морского волнения в мм:

$$\xi(k) = A[Z(k) - Z_{cp}],$$

где A – коэффициент перехода от пх к мм

Определение силы волнения

В большинстве стран силу волнения характеризуют высотой значительных волн – $h_{1/3}$. **Высота значительных волн** определяется как средняя одной трети наиболее высоких (из всей совокупности) волн. Эта высота имеет повторяемость 13,5%. Высота значительных волн называется также средней высотой самых больших волн и характерной высотой волнения.



Частотные спектры

Быстрое преобразование Фурье

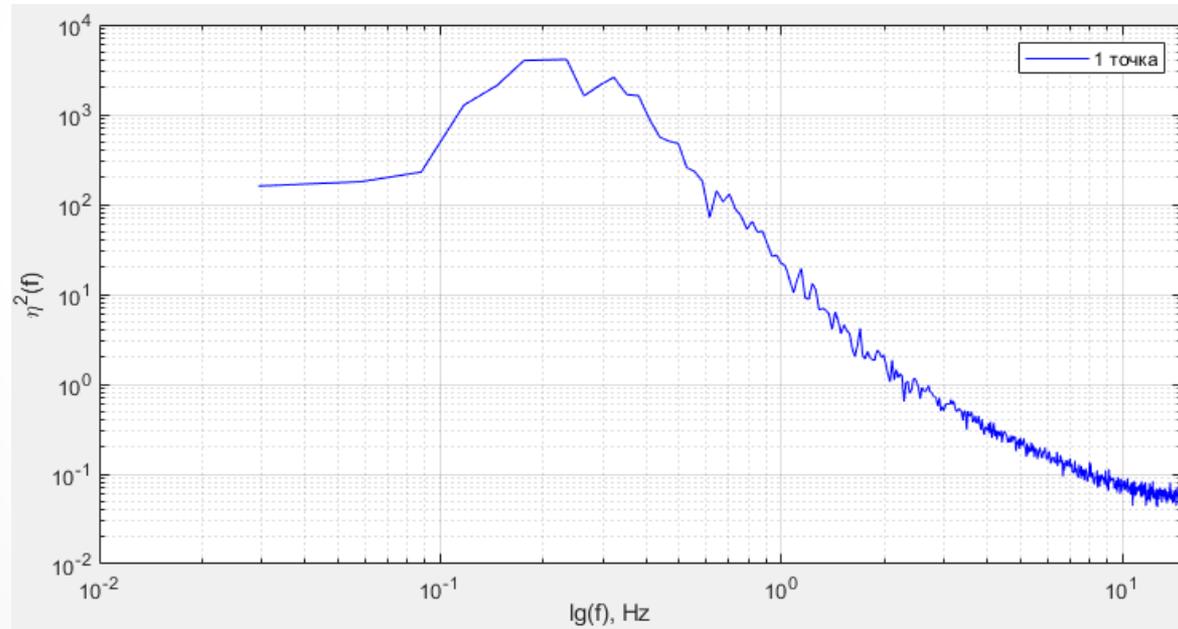
$$S(f) = \sum_{j=1}^n \xi_j(t) e^{-j\omega t} dt$$

$F_s = 29.99$ Гц (частота дискретизации);

$T = 1 / F_s$ (период сэмплирования);

$L = 1024$ (Длина реализации).

При 12000 кадров усреднение по 11 реализациям (спектрам));



Частотные спектры

Быстрое преобразование Фурье

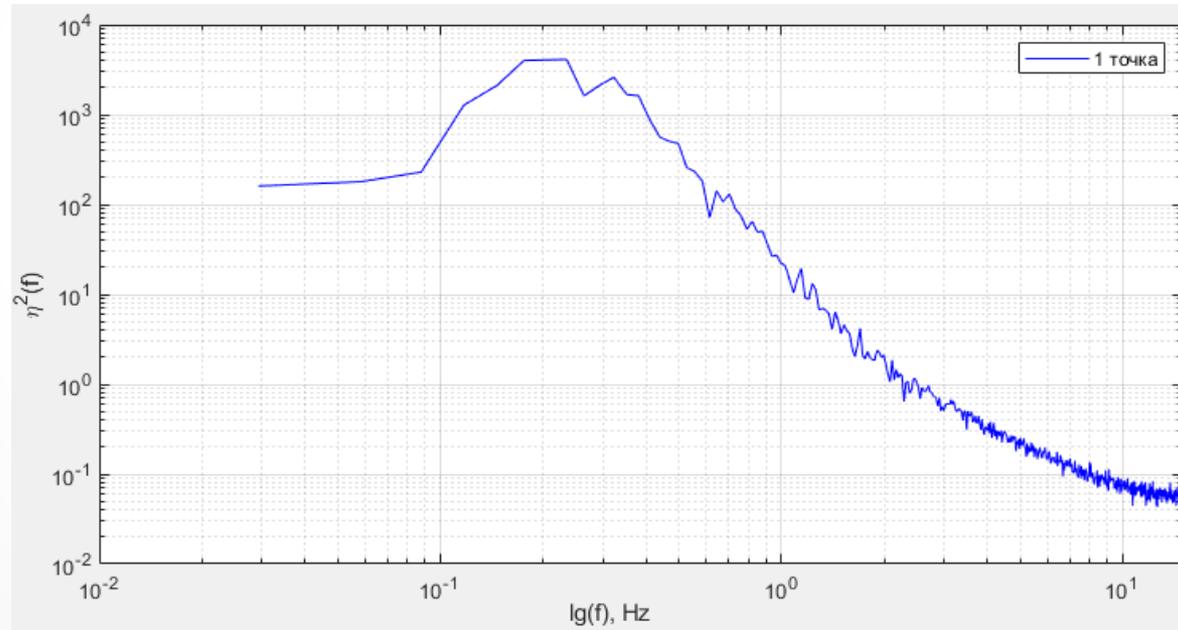
$$S(f) = \sum_{j=1}^n \xi_j(t) e^{-j\omega t} dt$$

$F_s = 29.99$ Гц (частота дискретизации);

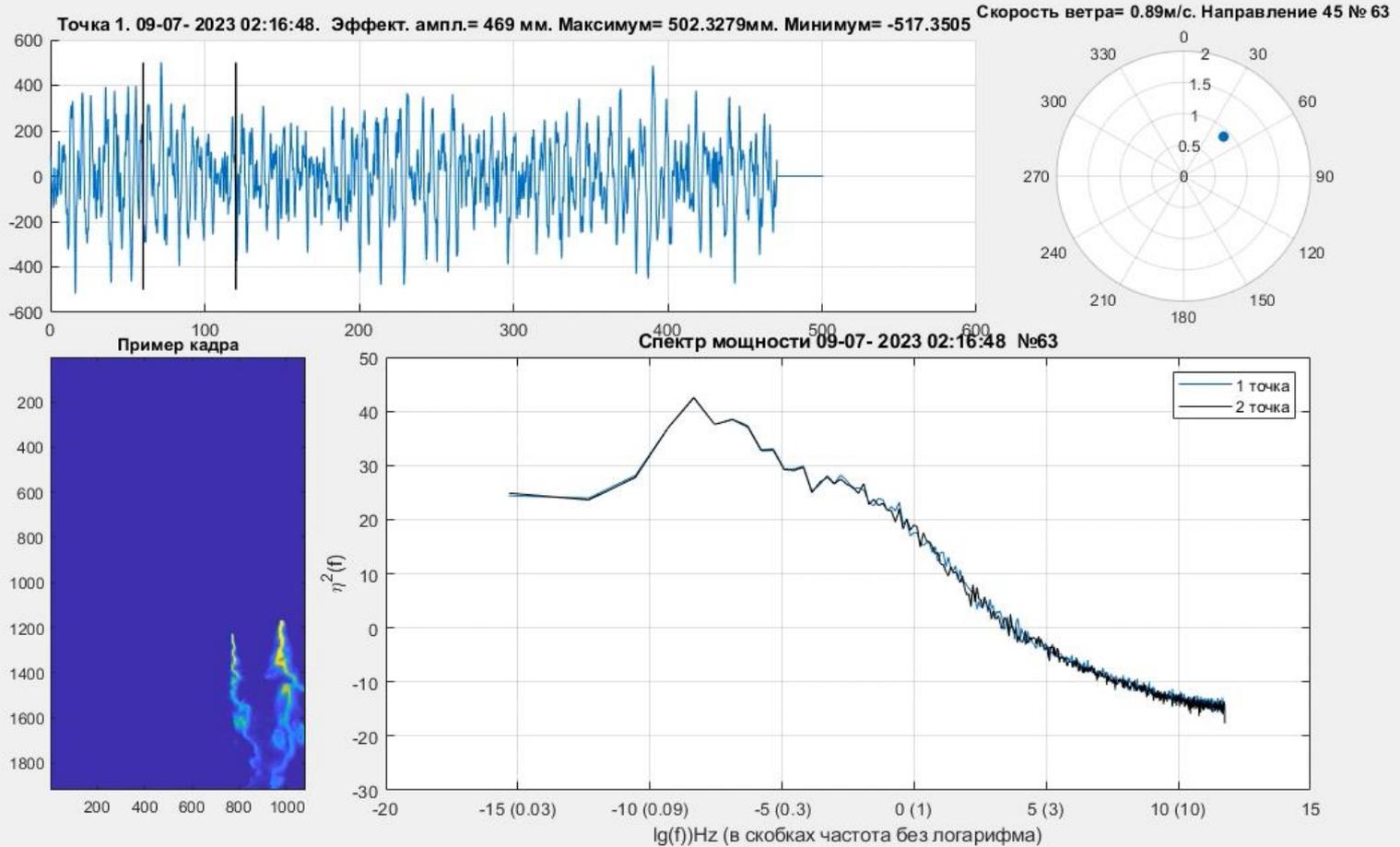
$T = 1 / F_s$ (период сэмпирования);

$L = 1024$ (Длина реализации).

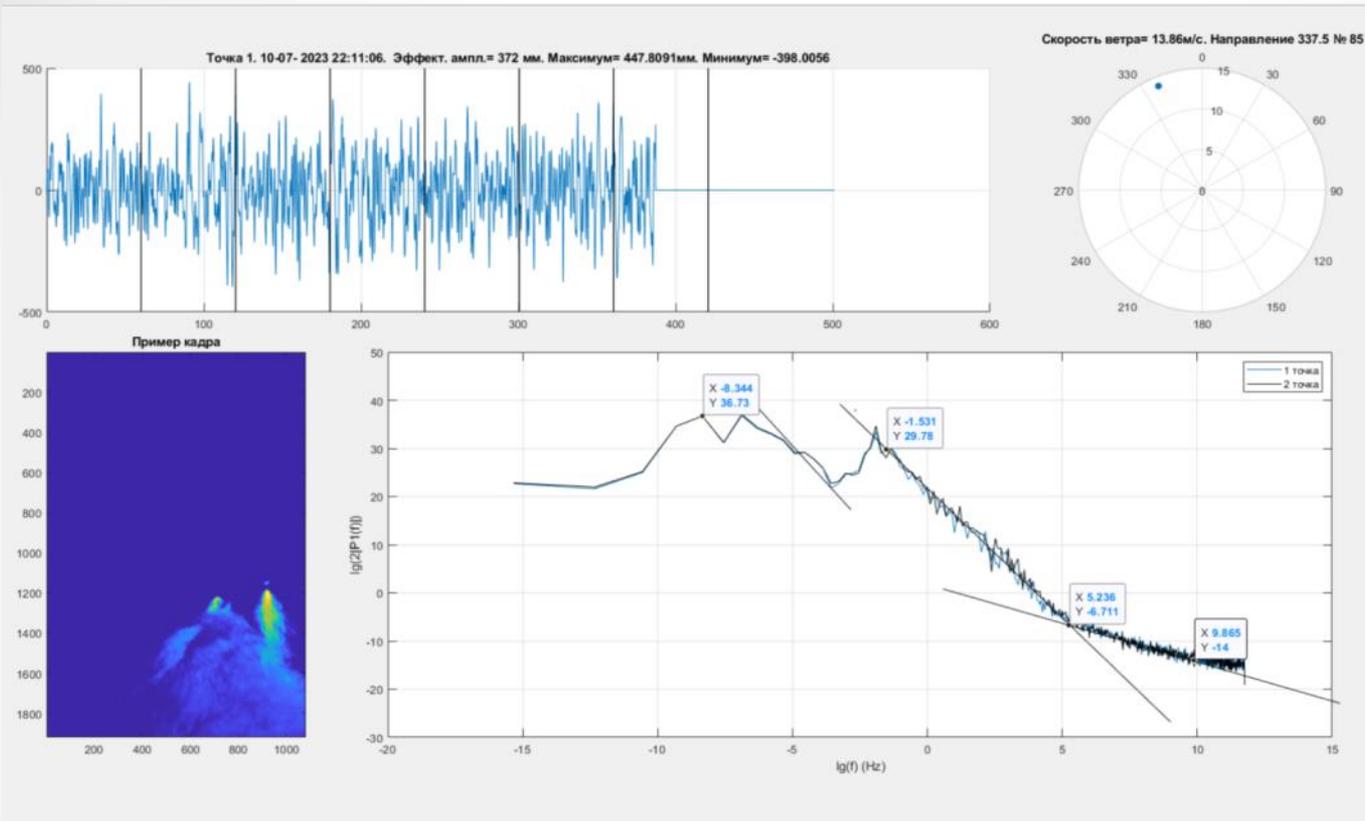
При 12000 кадров усреднение по 11 реализациям (спектрам));



Результаты обработки первичных данных



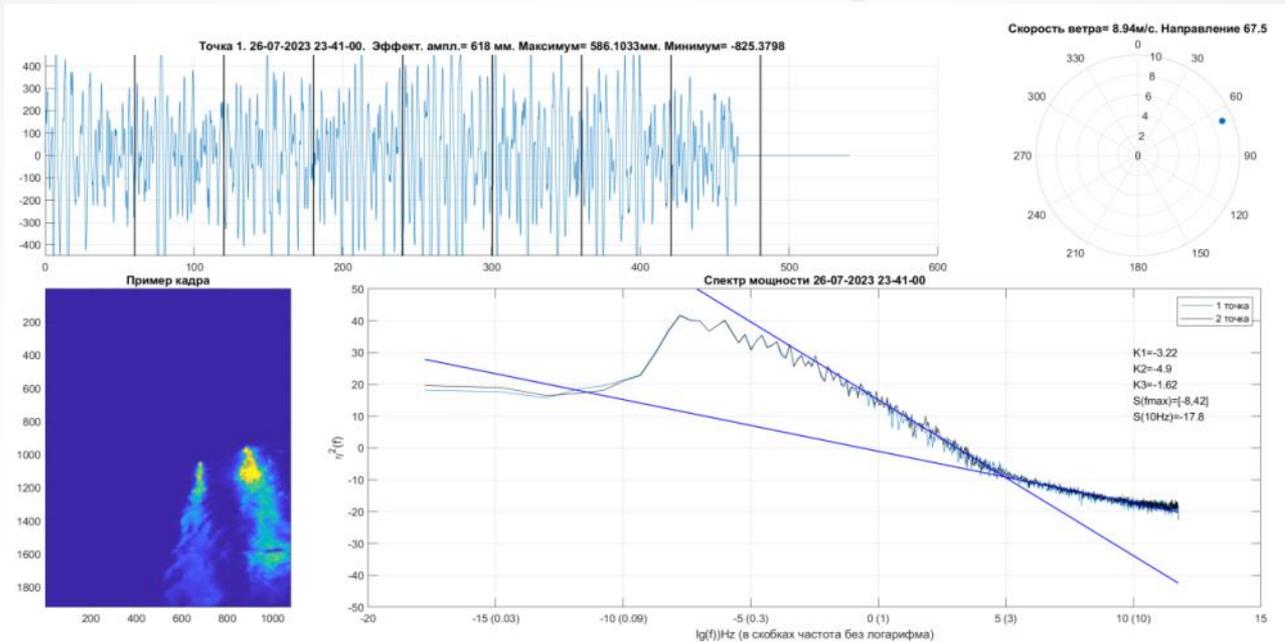
Определение коэффициентов наклонов в спектре



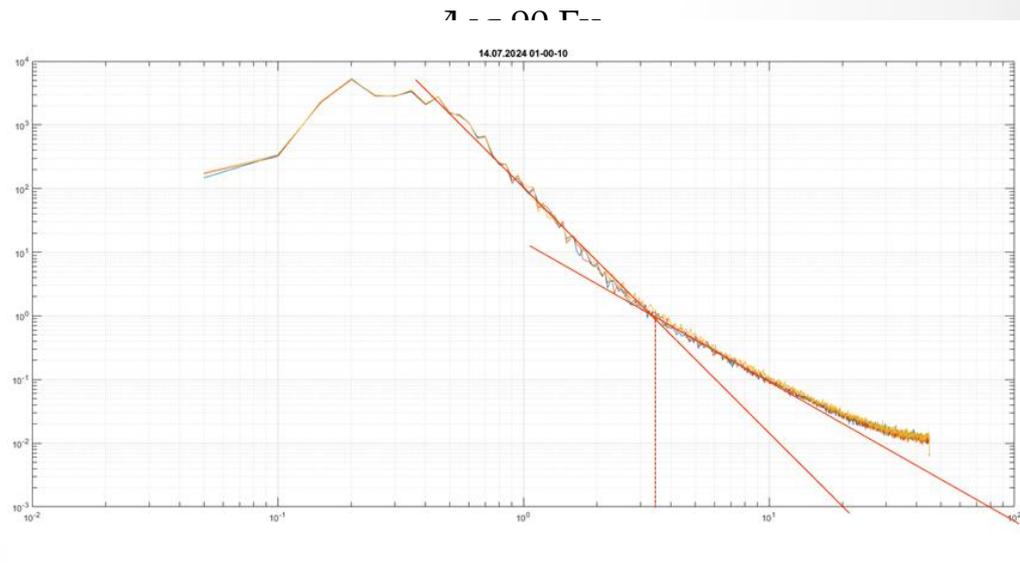
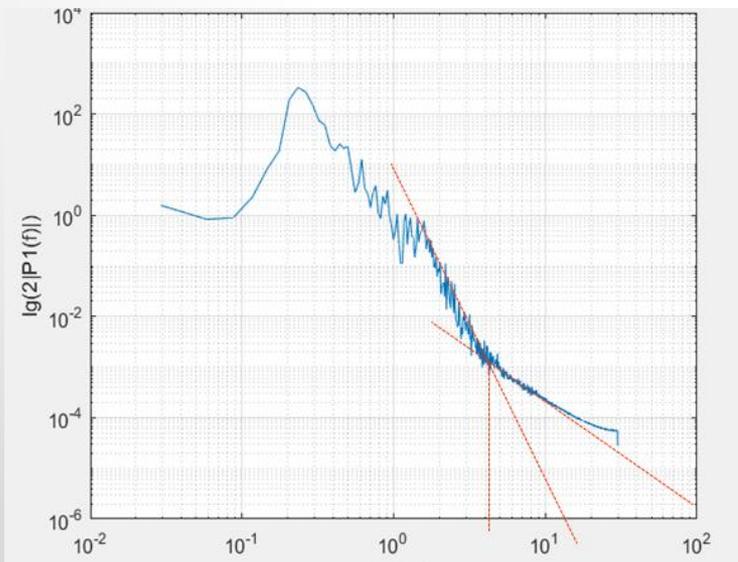
№ спектра	85
Дата	10.07.2023
Время	22:11:06
Максимальная спектральная плотность	36,730
Спектральная плотность на 10 Гц	-13,44
Средняя высота волнения, мм	372
V, м/с	13,86
Направление, градусы	337,5
Наклон 1	-5,110
Наклон 2	-5,392
Наклон 3	-1,575

Особенности спектров

Для 30 Гц



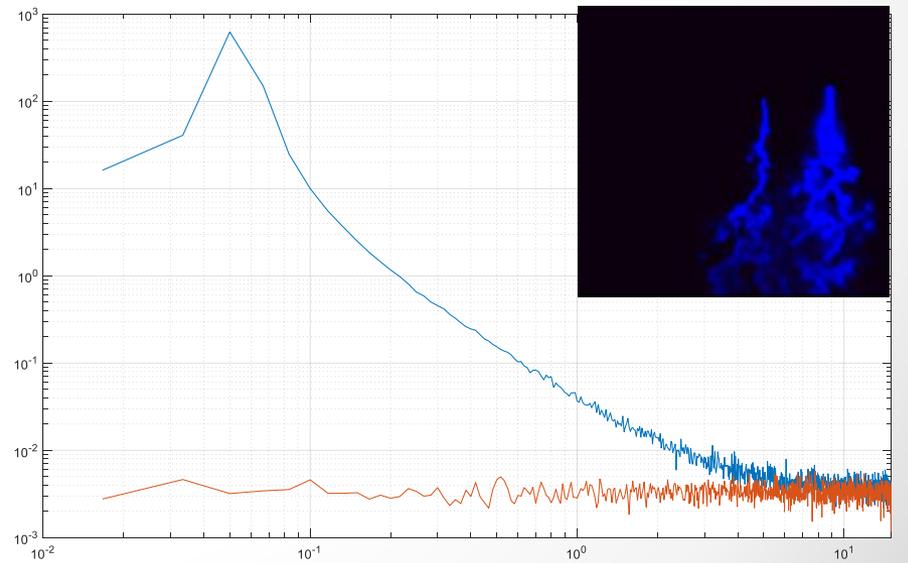
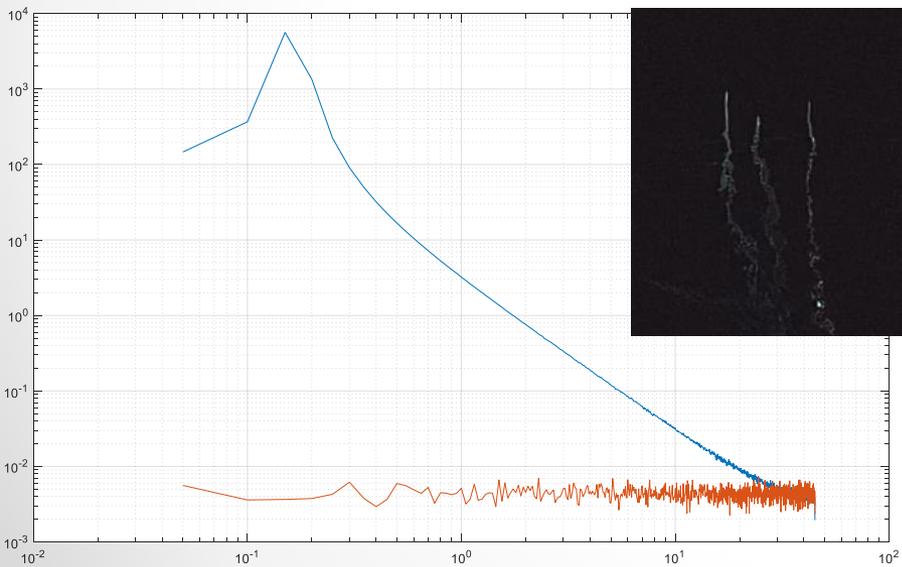
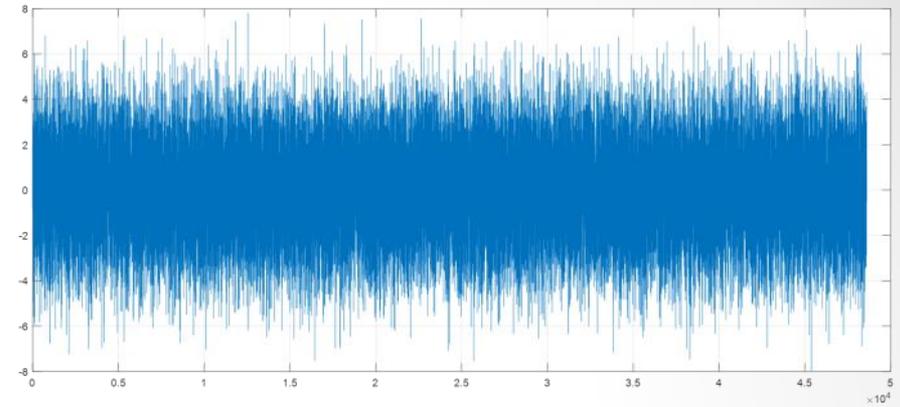
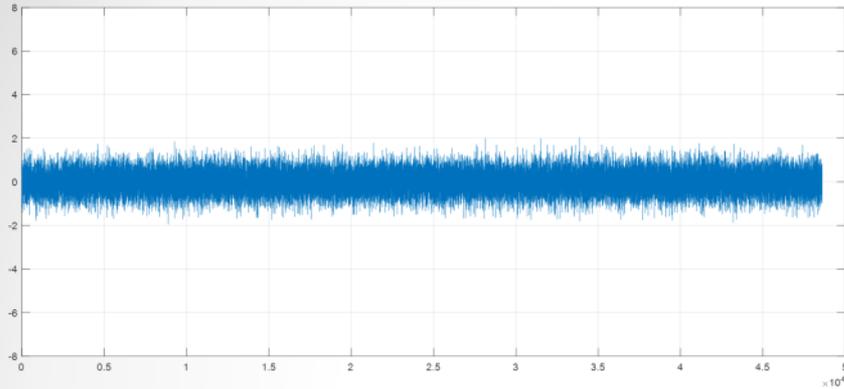
Для 60 Гц



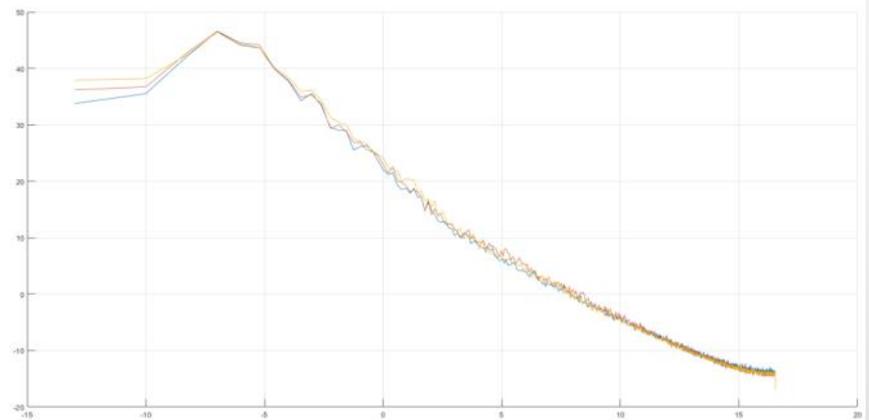
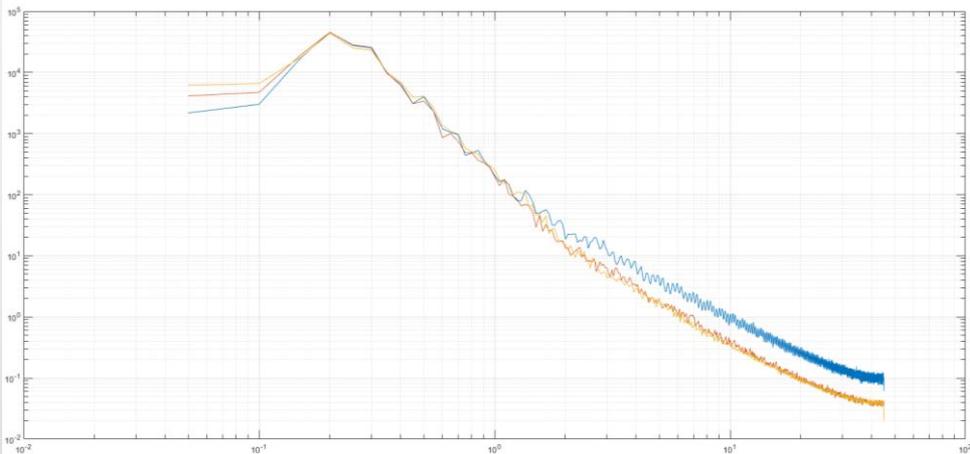
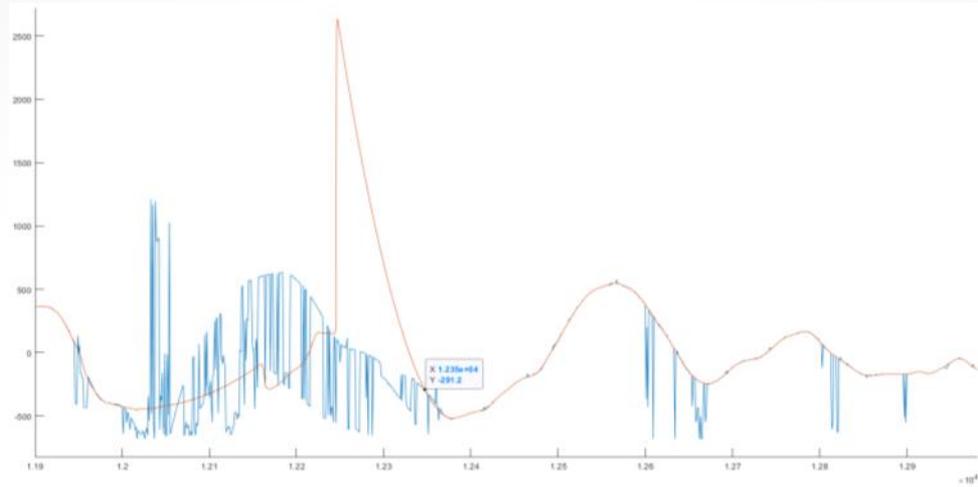
Оценка шумовой дорожки

Для 90 Гц

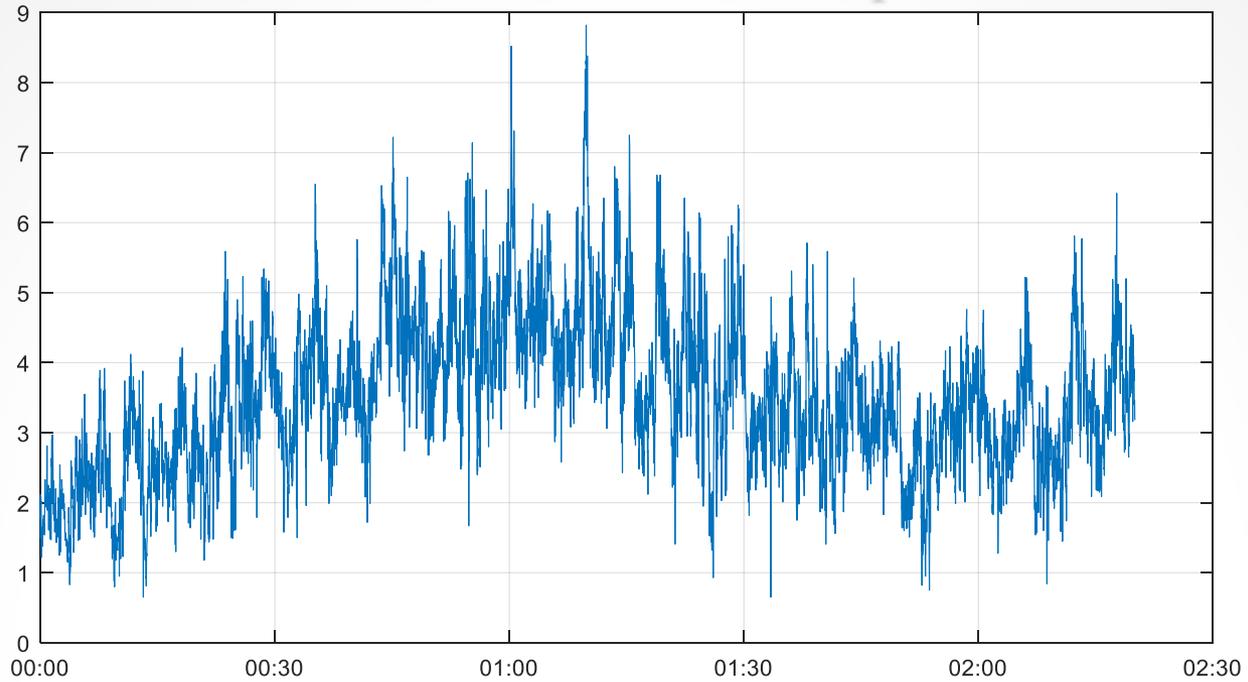
Для 30 Гц



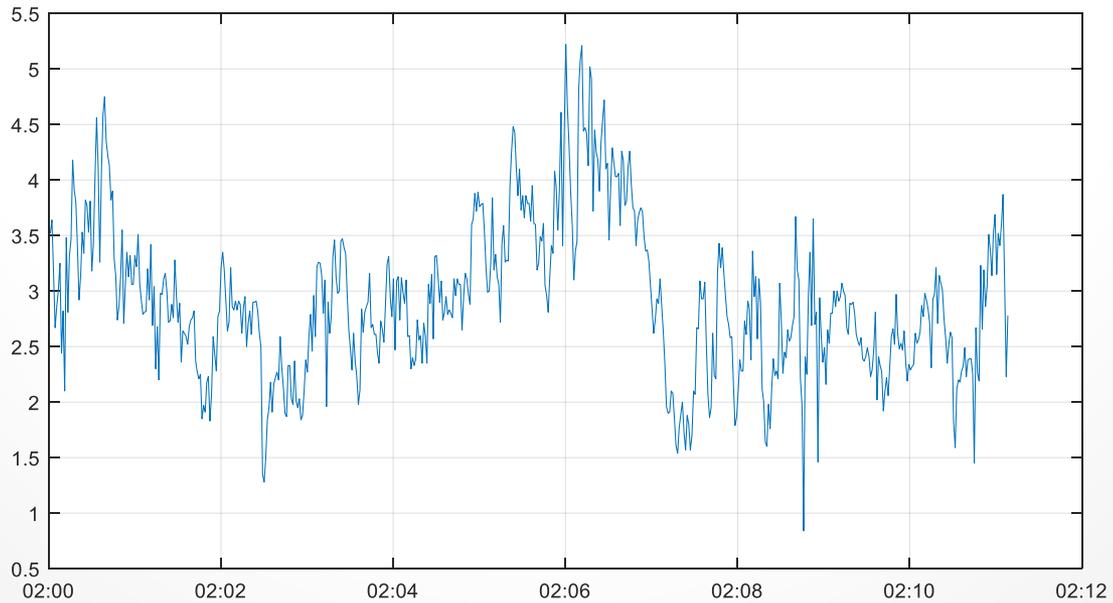
Погрешности измерений



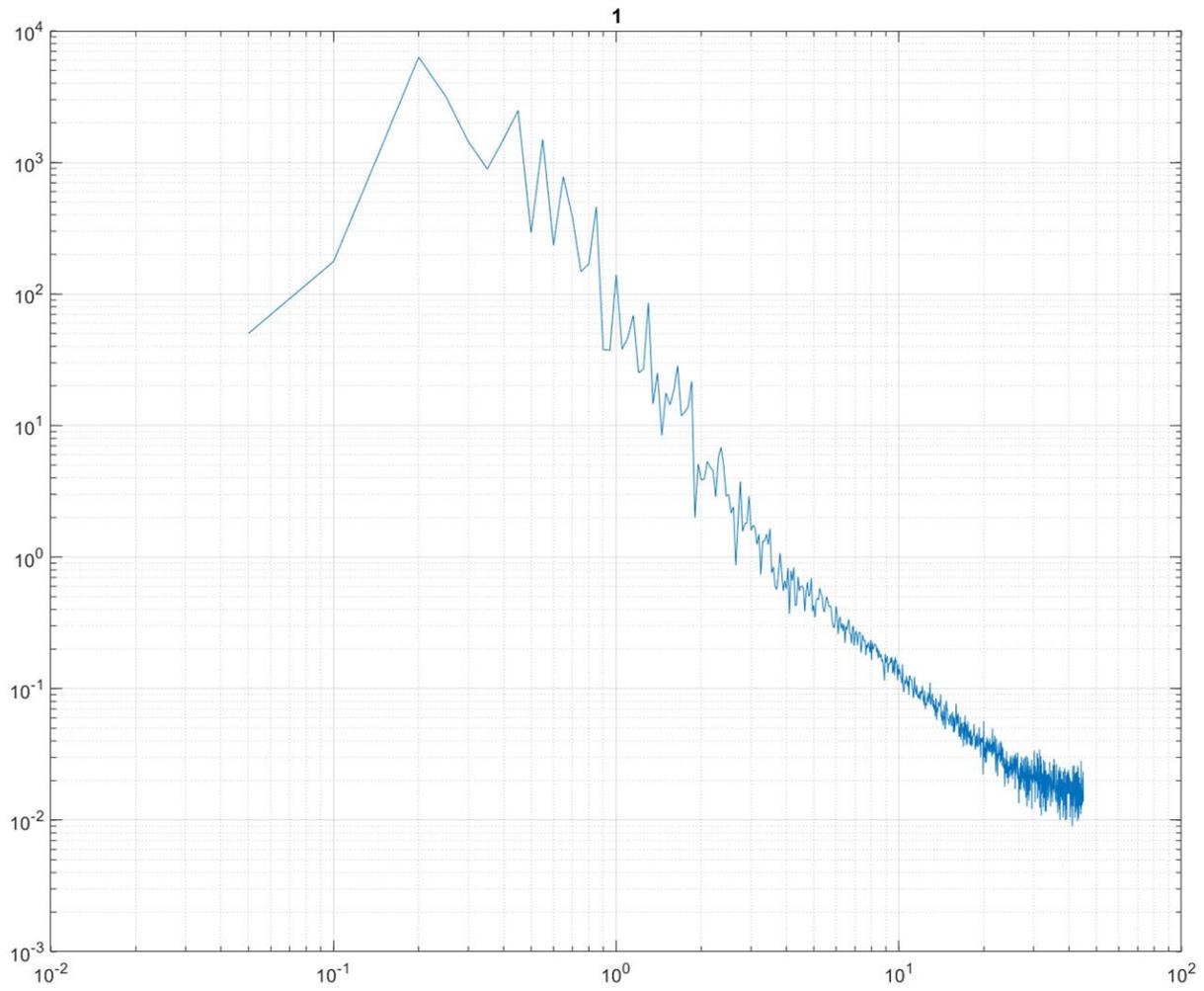
Особенности спектров



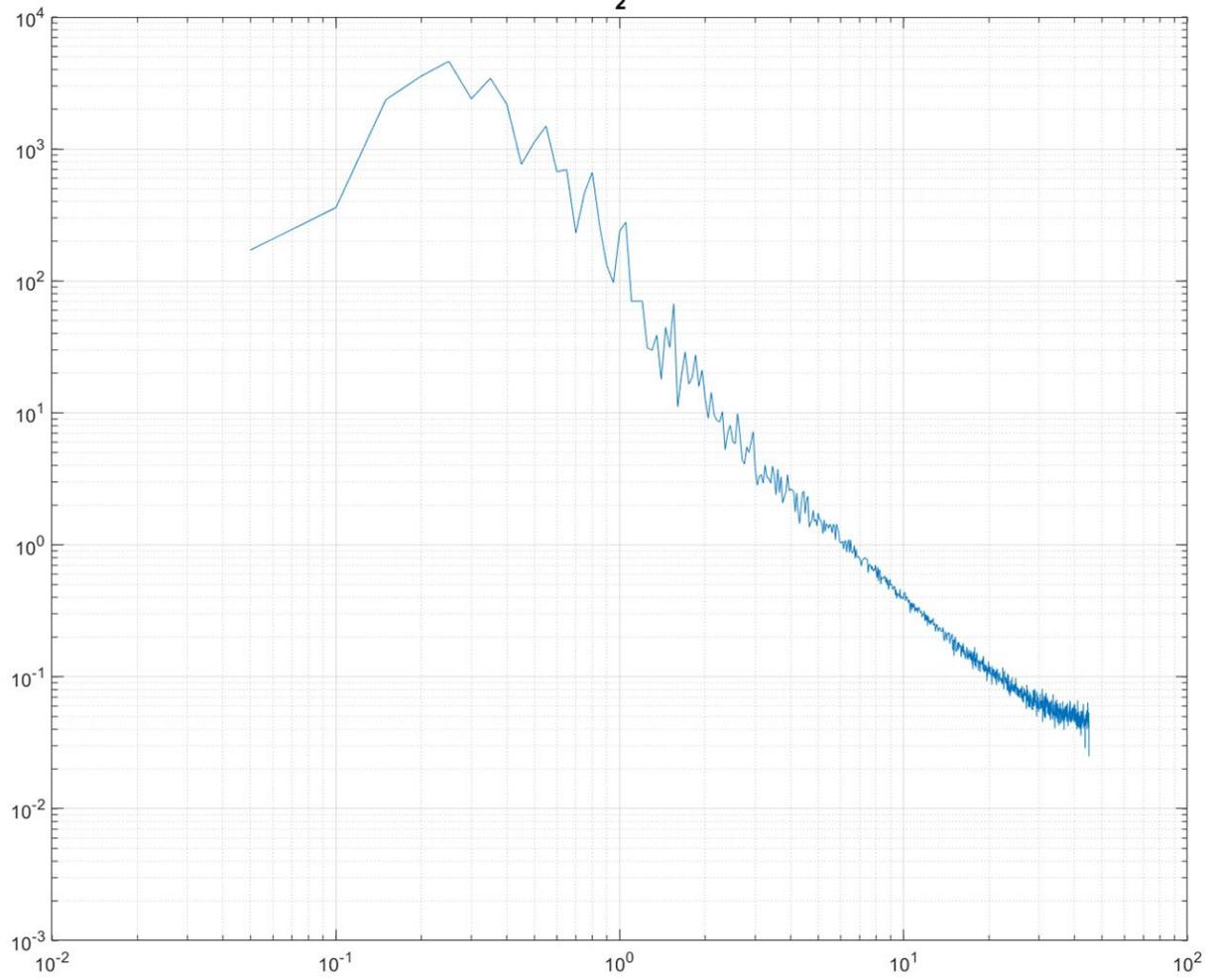
Jul 14, 2024



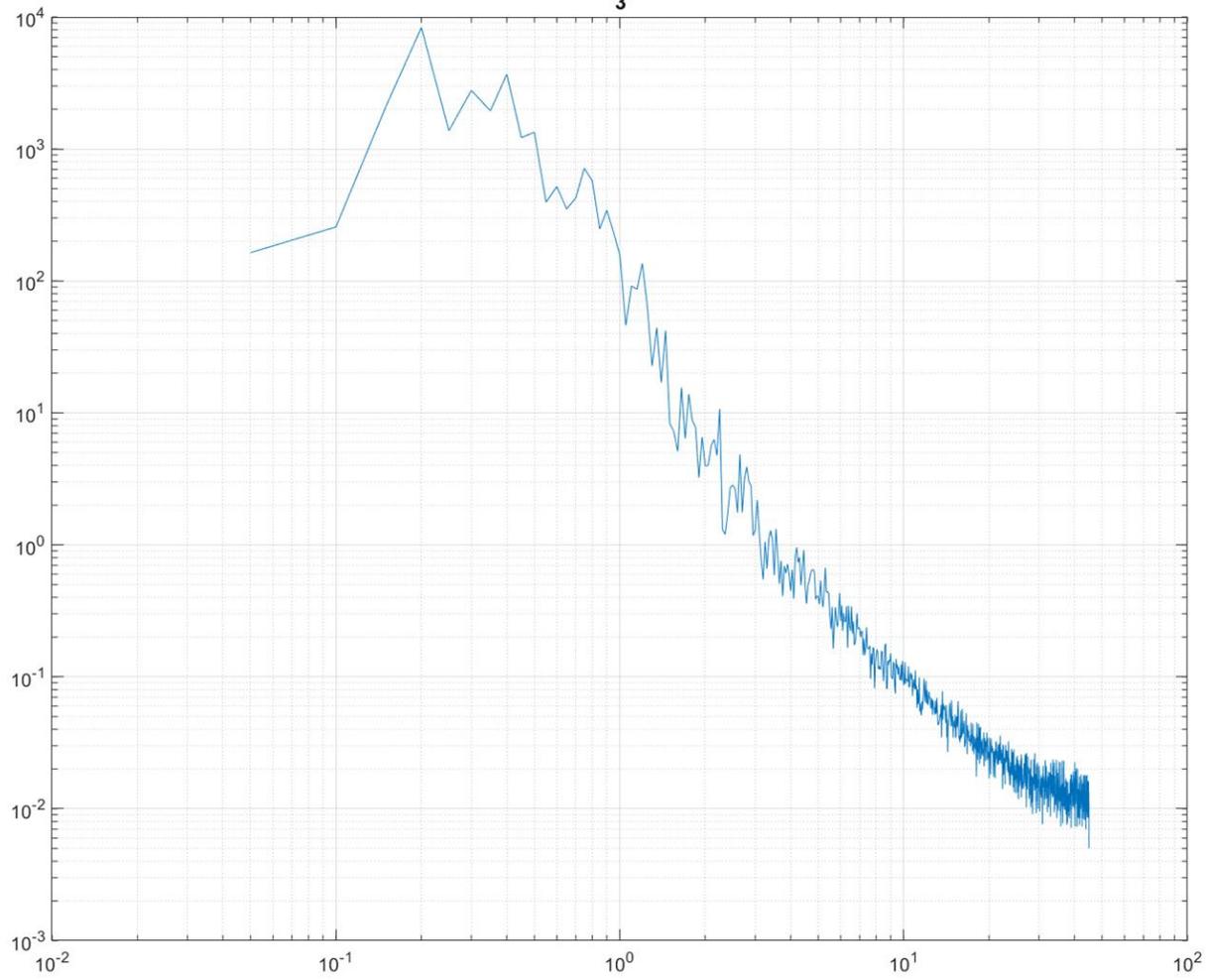
Jul 14, 2024



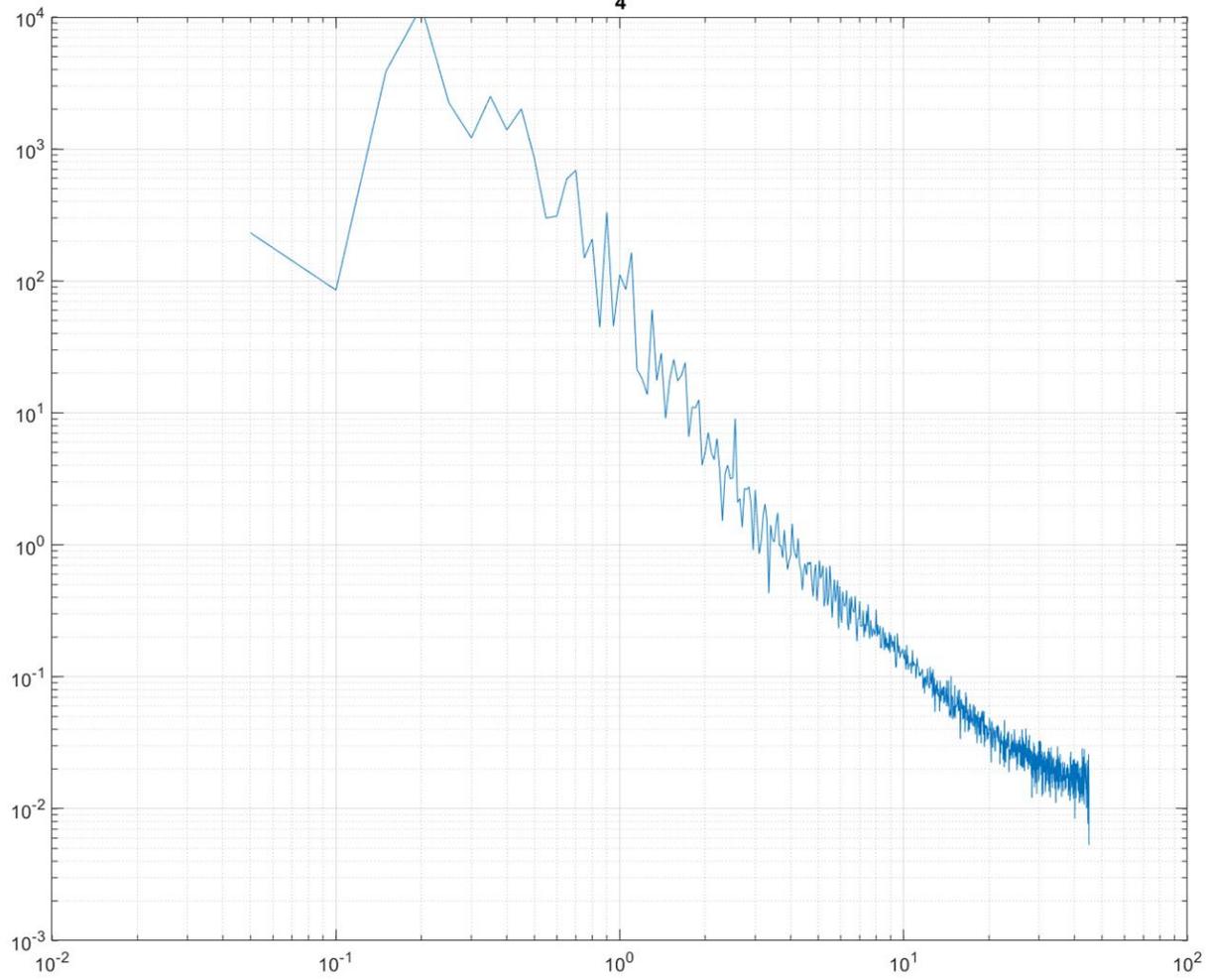
2



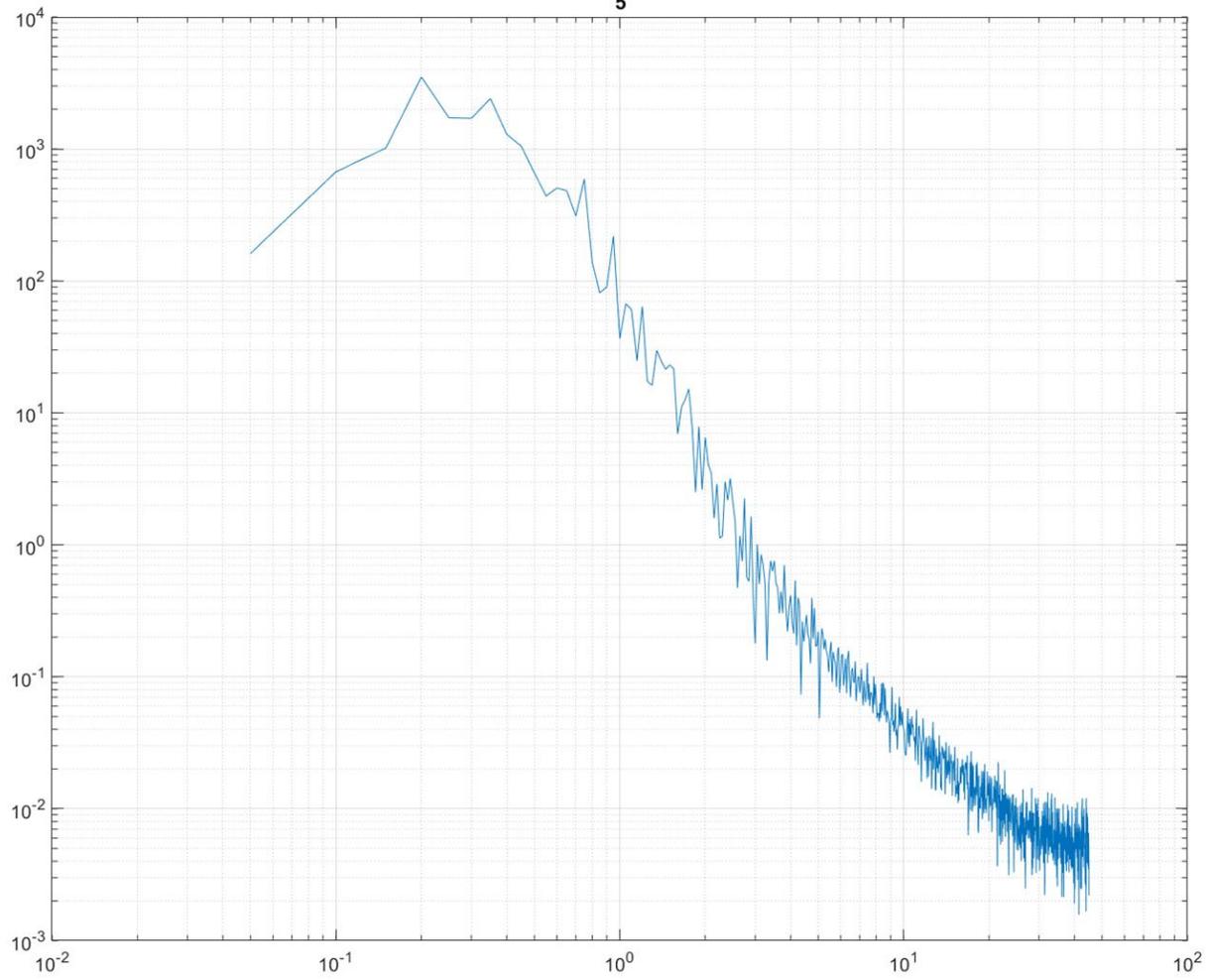
3



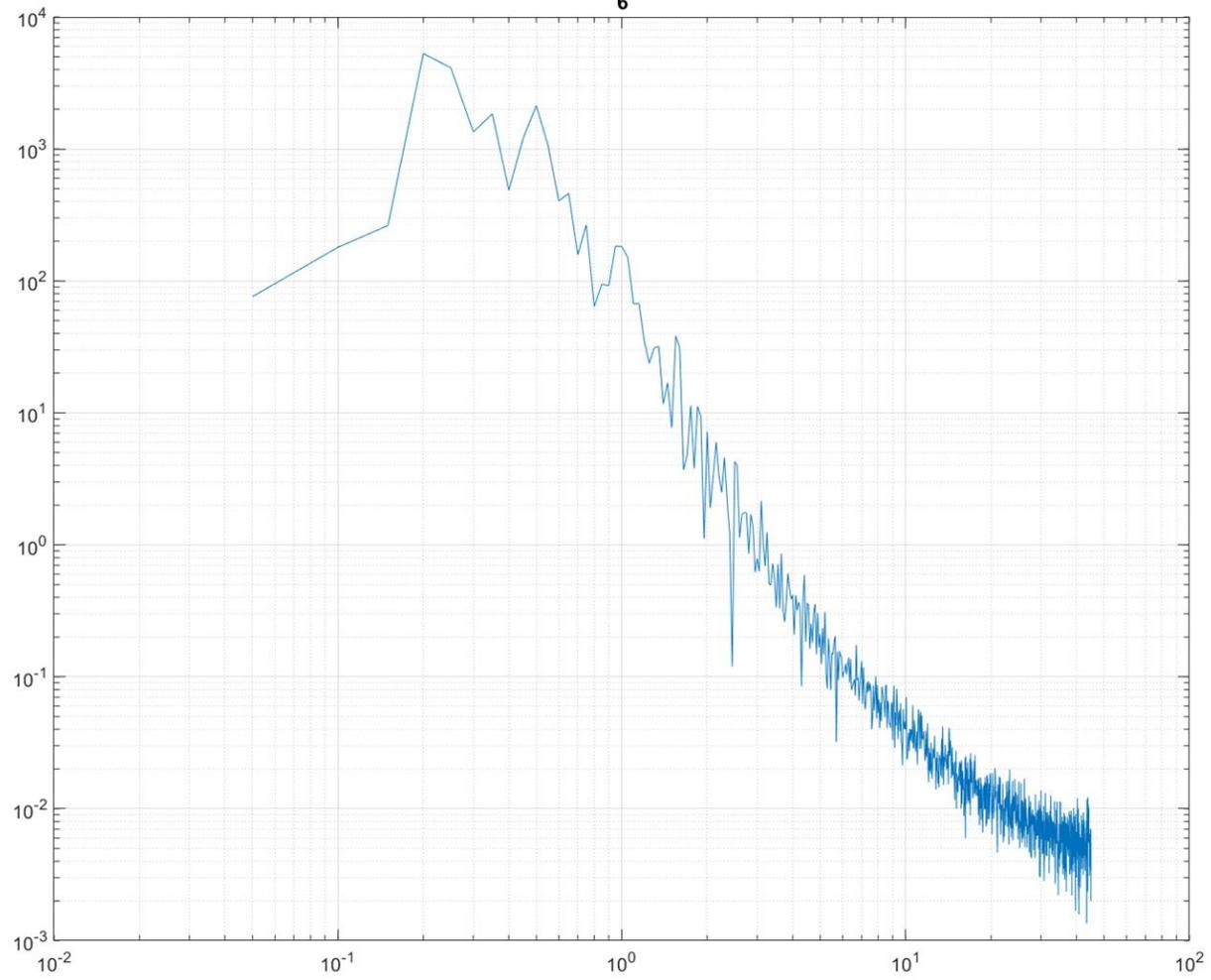
4



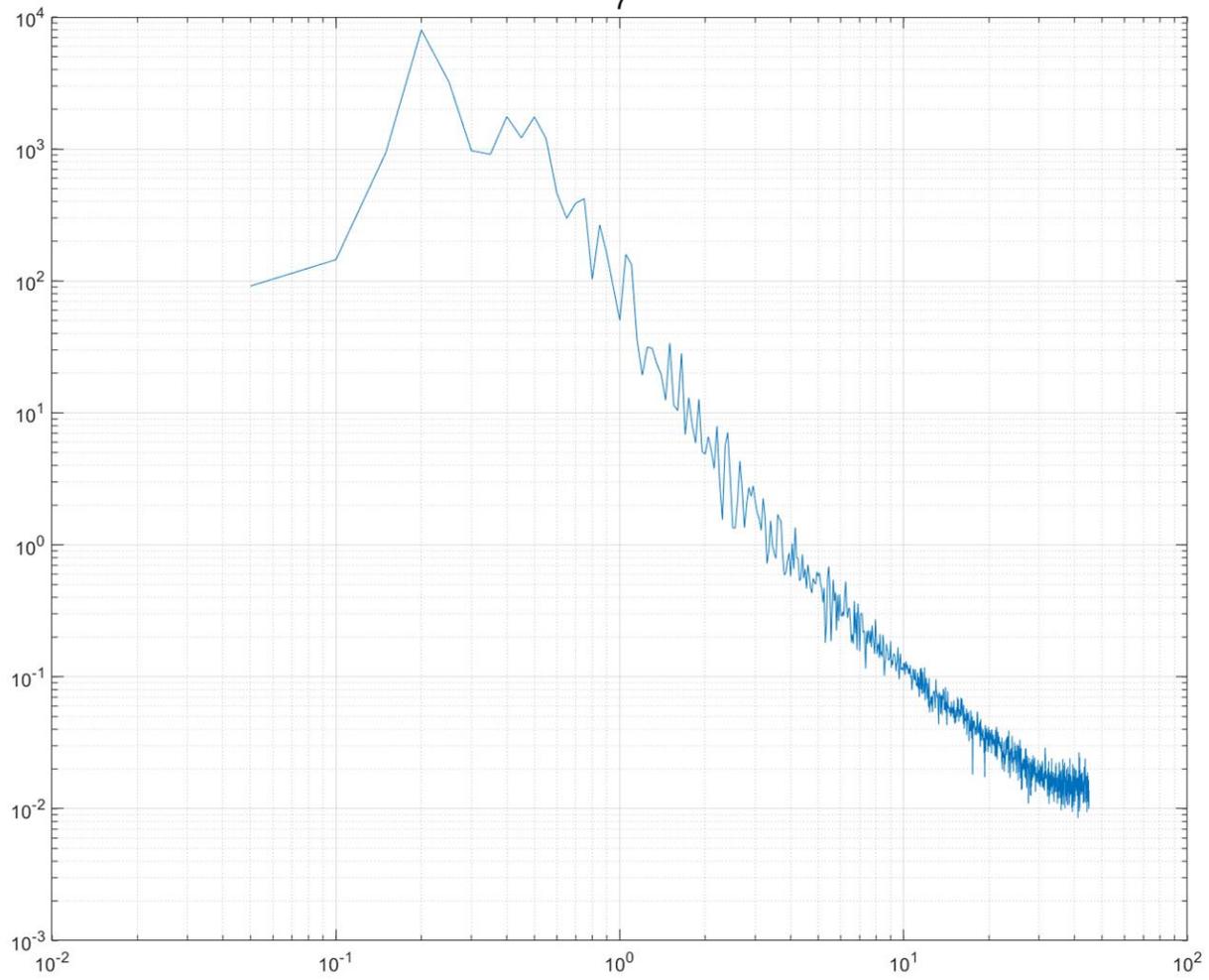
5

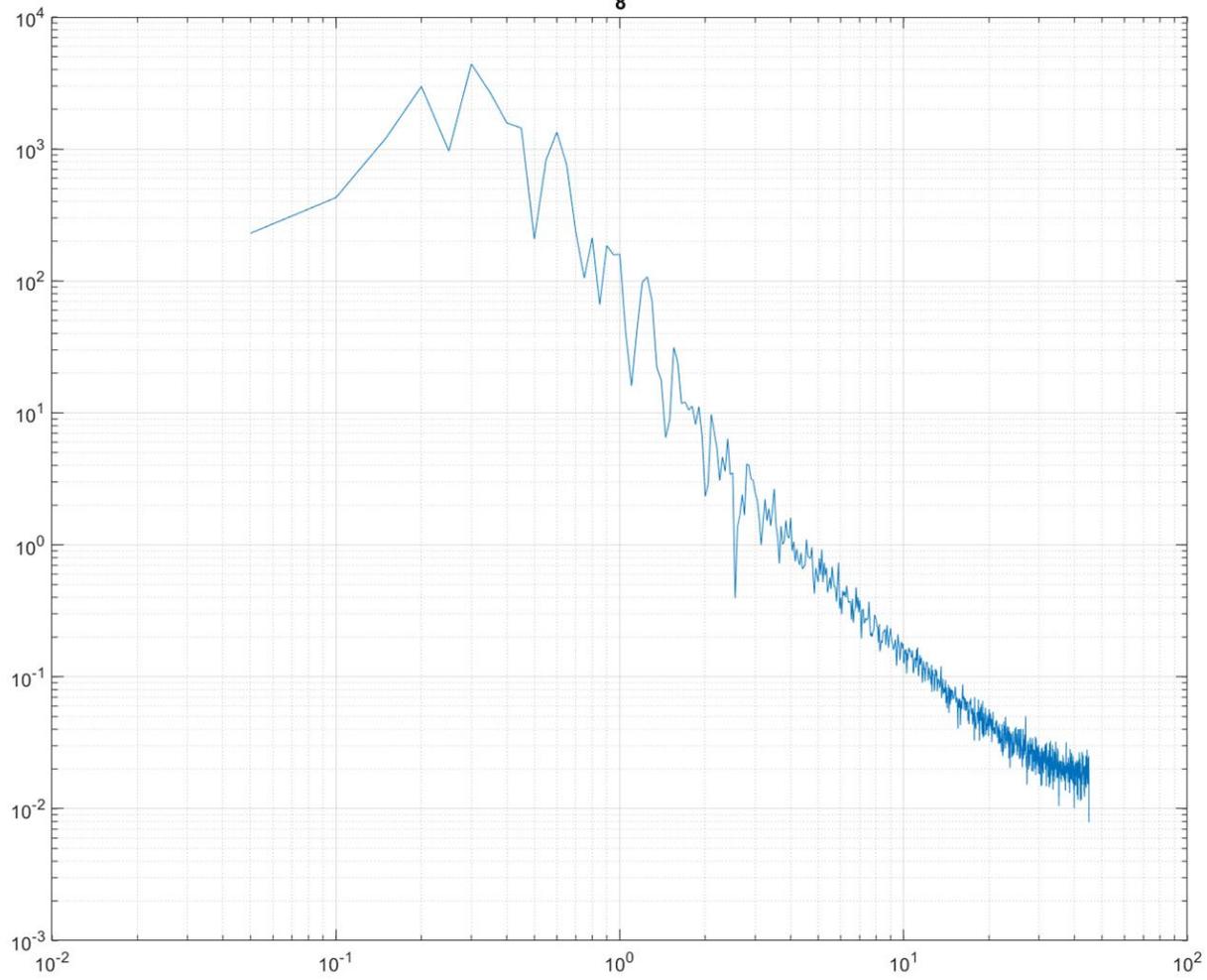


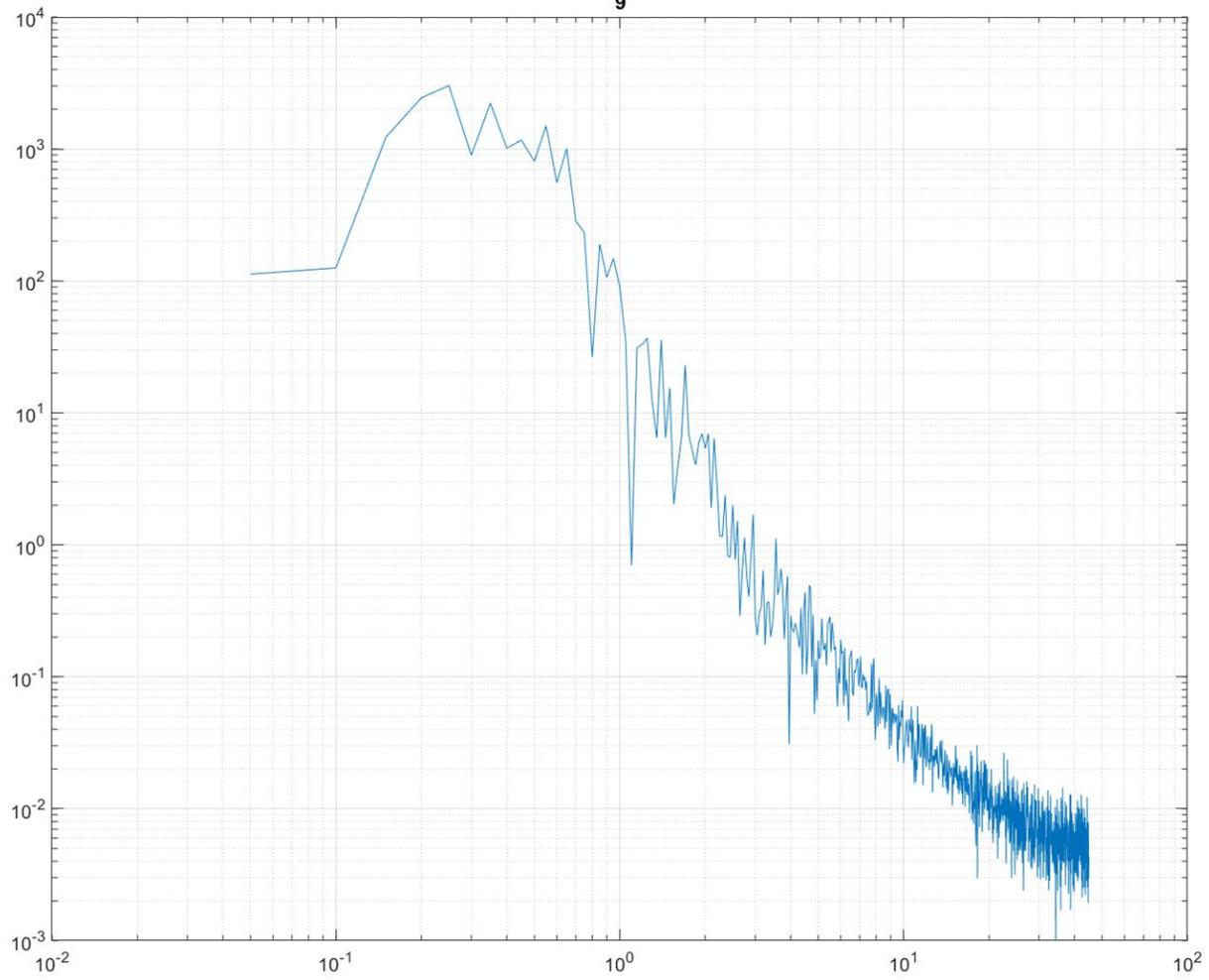
6



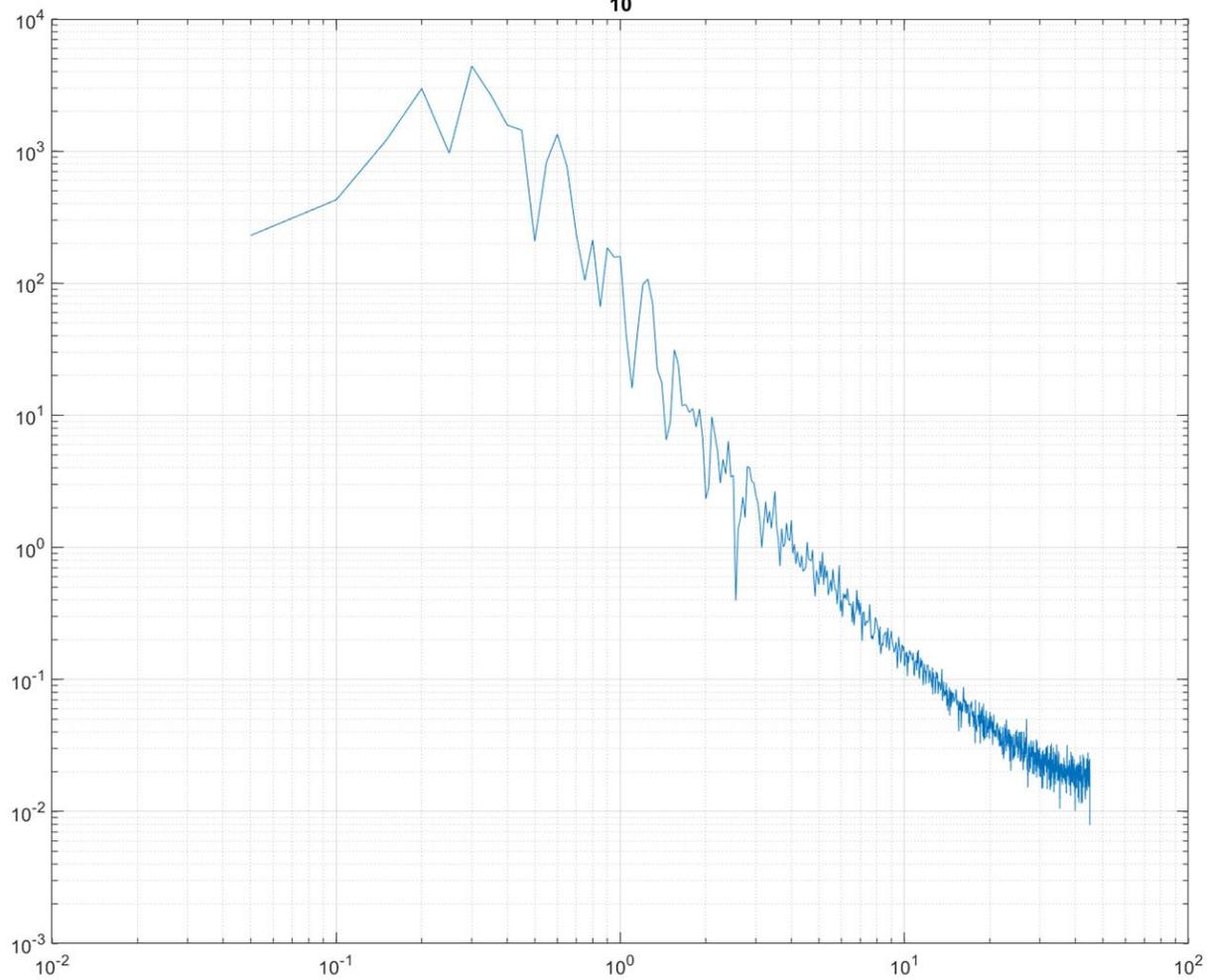
7



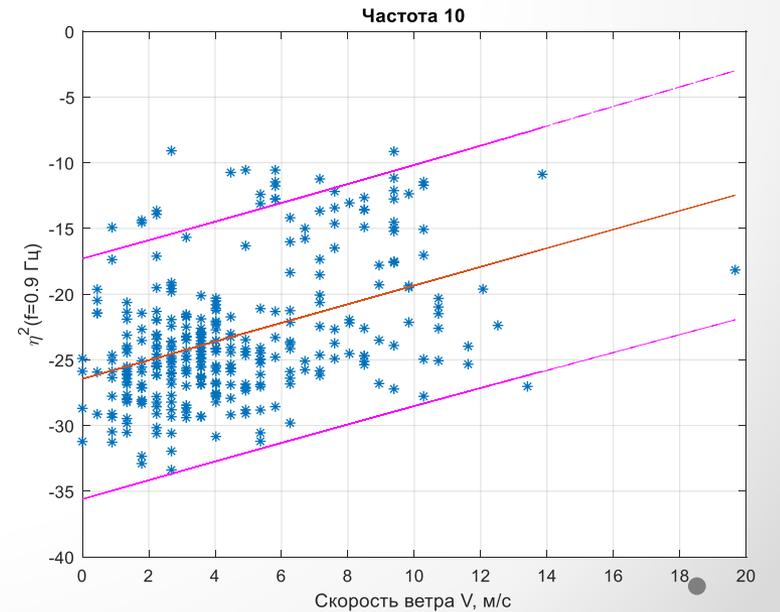
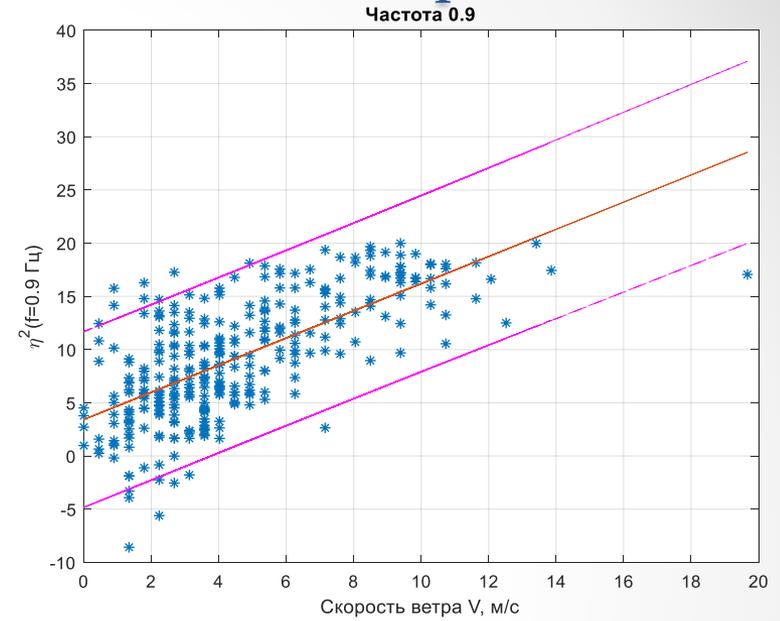
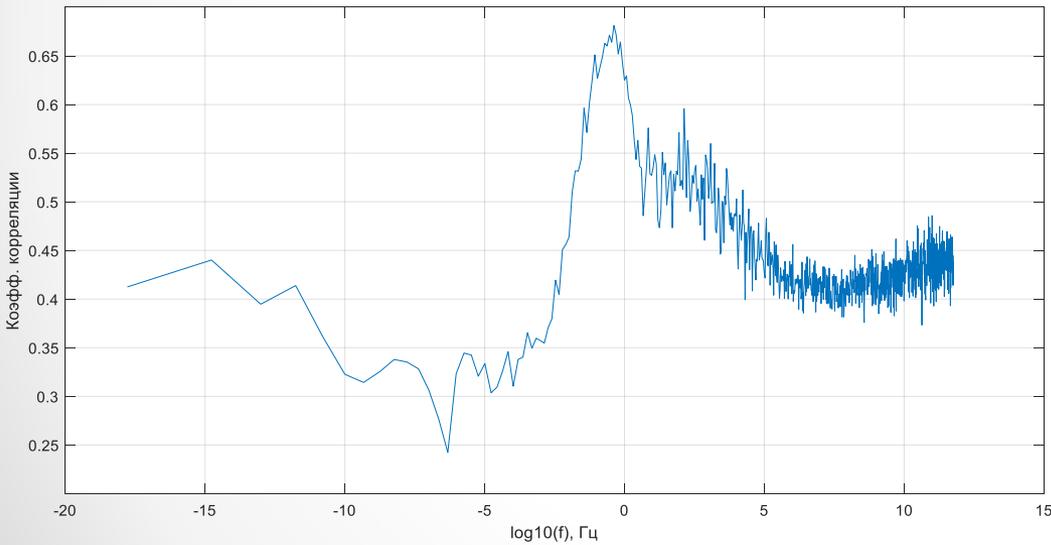
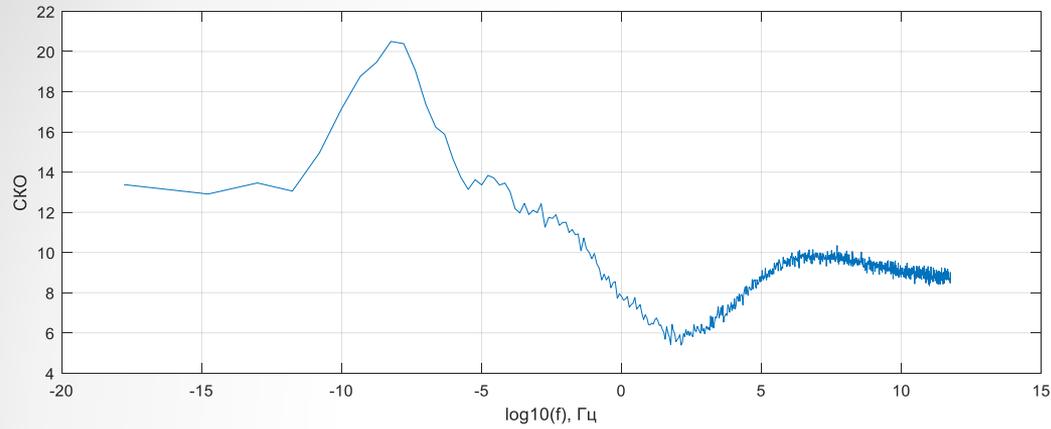




10



Оценка корреляции скорости ветра и спектральной плотности мощности волнения для 330 спектров 30 Гц



Промежуточные статистические результаты

Скорость ветра v , м/с	Ср. знач. наклона β	Ср. знач. Спектр.плотн ости на 10 Гц
0..2	-1,30	-21,43
2...3	-1,72	-14,27
5...8	-1,69	-11,83

Скорость ветра v , м/с	Средняя высота волны h , м
0..2	0,14
2...3	0,34
5...8	0,45

Корреляция коэффициента наклона 2 и скорости ветра V	Корреляция коэффициента наклона 3 и скорости ветра V	Корреляция ср. высоты волн h и скорости ветра V	Корреляция спектральной плотности мощности $S(0,9\text{Гц})$ и скорости ветра V
0,1	-0,5	0,9	0,68

Спасибо за внимание!



Работа выполнена при поддержке гранта РФФ 23-17-00189