

# ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ЛАБОРАТОРНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ДЛИННОВОЛНОВЫХ ПРОЦЕССОВ

Куркин А.А., Куркина О.Е., Родин А.А.,  
Талалушкина Л.В., Рувинская Е.А.



## Гидродинамический бассейн

длина - 6.5 м; ширина - 0.5 м;  
высота - 1 м





Всероссийская научная конференция  
«ВОЛНЫ ЦУНАМИ: МОДЕЛИРОВАНИЕ, МОНИТОРИНГ, ПРОГНОЗ»  
17 мая 2019 г.



## Гидродинамический бассейн





## Гидродинамический бассейн

### Вертикальная перегородка



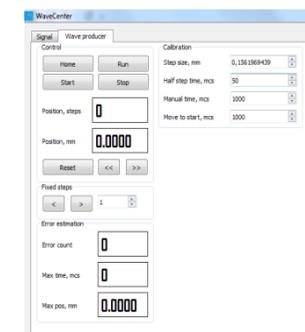
Давление в трубке  
в 2-2.5 атмосферы

### Программируемый волнопродуктор



Угловая амплитуда  
(от вертикального  
положения)  
составляет  $15^\circ$ .  
Диапазон рабочих  
частот 0-3 Гц.

Интерфейс  
управляющей  
программы





## Гидродинамический бассейн

**Наклонное дно**



**Безотражательный донный профиль**



**Протяженный подводный уступ**



**Волногаситель**





## Измерительная система

### Кварцевый преобразователь давления ПДТК-Р-М (22 шт.)



### Регистратор частоты РЧ-24М (12 портов)

Характеристики:

диапазон измерения давления: от 0.07% ВПИ  
до 40 МПа;

диапазон рабочих температур: 0 - +30 °С;

основная приведённая погрешность:  $\pm 0.06\%$ ;

разрешающая способность: 0.0025 % ВПИ;

основная абсолютная погрешность

температурного канала:  $\pm 0.3$ ;  $\pm 0,5^\circ\text{C}$ ;

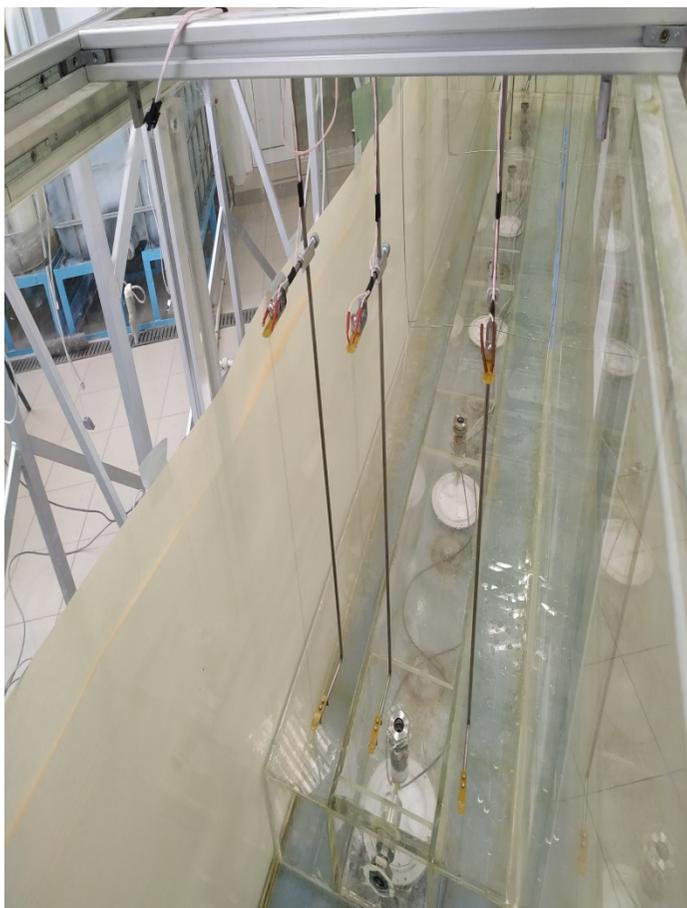
разрешающая способность температурного

канала:  $0,005^\circ\text{C}$



## Измерительная система

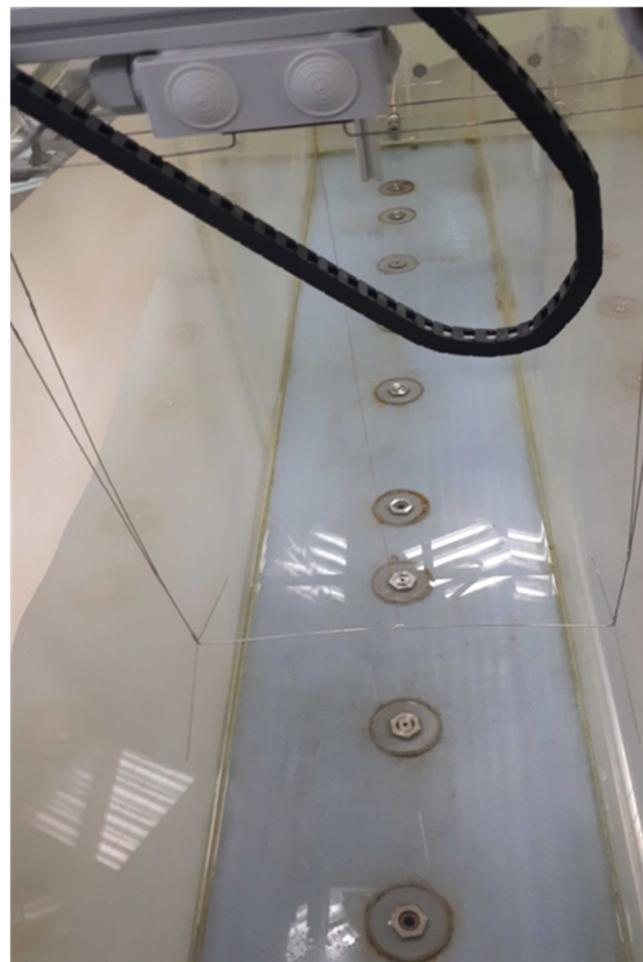
**Резистивные струнные волнографы (8 шт.)  
(частота дискретизации – 100 Гц, длина струны – 50 см)**





## Измерительная система

**Емкостные струнные волнографы (5 шт.)  
(частота дискретизации – 80 Гц, длина струны – 60 см)**





## Система видеofиксации



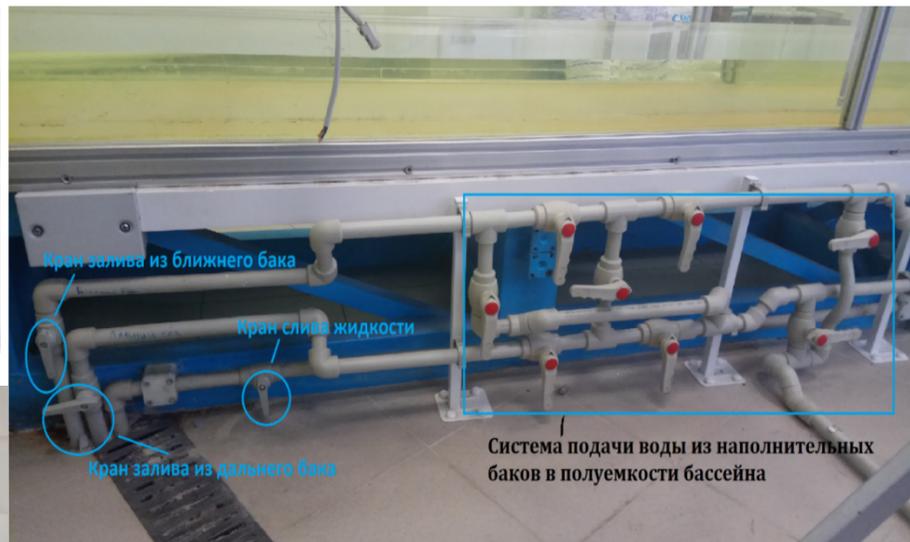
камера  
Logitech C920 (6 шт.)

Высокоскоростная видеокамера  
GO-5000M-PGE (разрешение 5,0 МП (2560 x  
2048 пикселей), частота кадров - 22 кадра в  
секунду, интерфейс GigE Vision 1-Cable (PoE))





### Красители для жидкости Уранин А, К-01, С-01



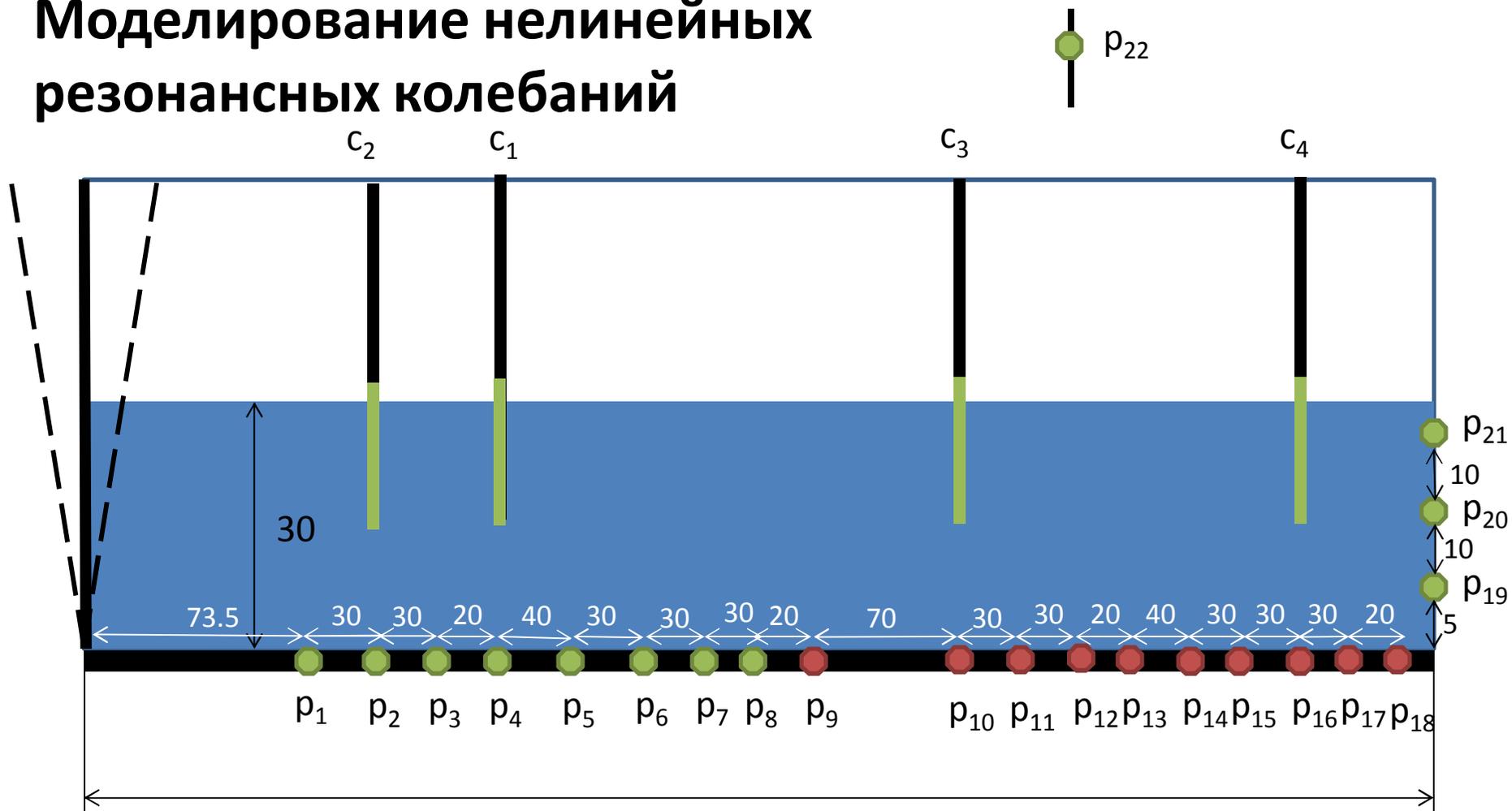
### Вискозиметр Stabinger viscometer SVM 3001



Плотность температура, динамическая и кинематическая вязкости



## Моделирование нелинейных резонансных колебаний

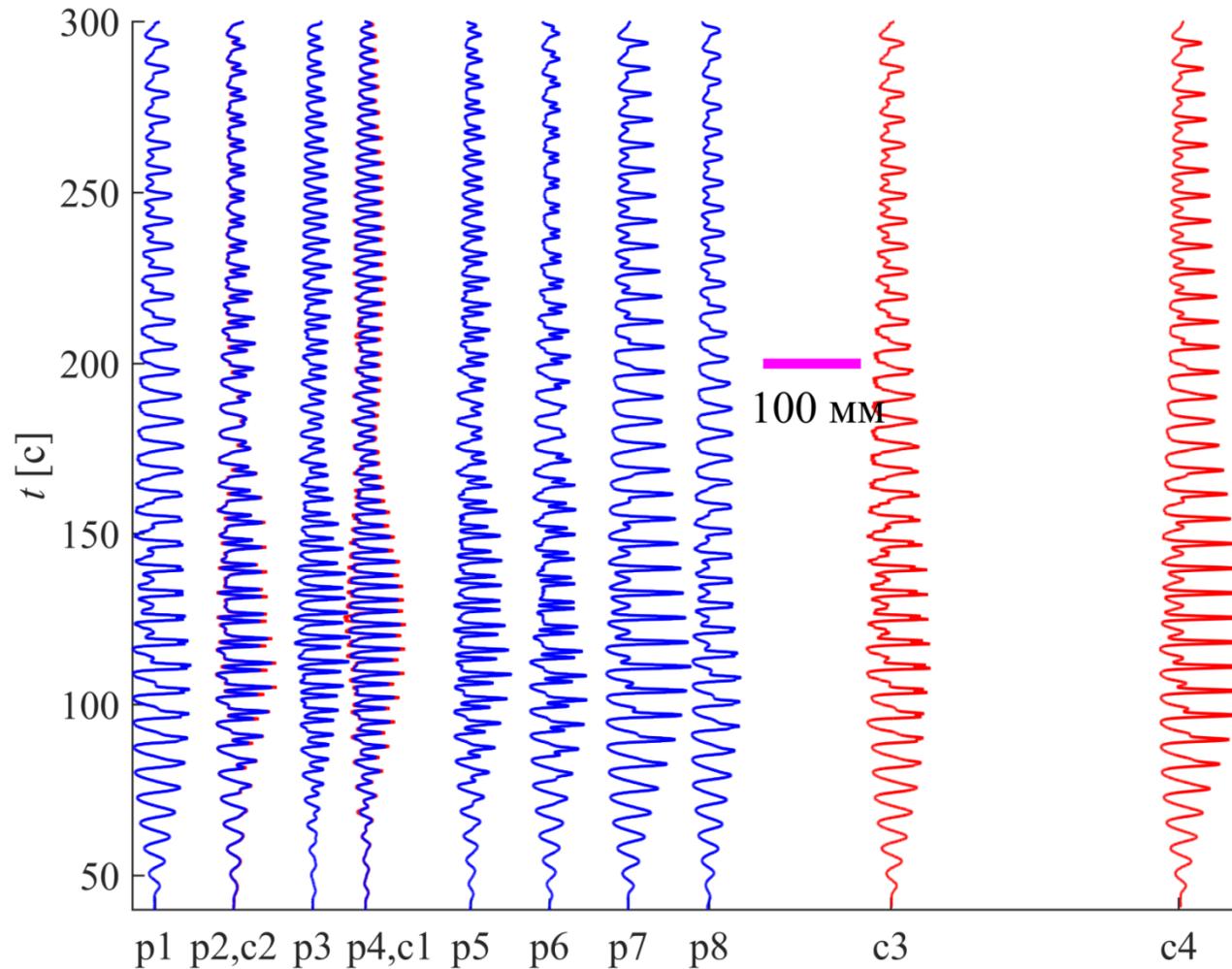


частота волнопродуктора 0.14 Гц – близка к частоте поверхностных линейных собственных колебаний низшей моды, амплитуда  $15^\circ$

- участвующие в эксперименте датчики
- не участвующие в эксперименте датчики



## Моделирование нелинейных резонансных колебаний



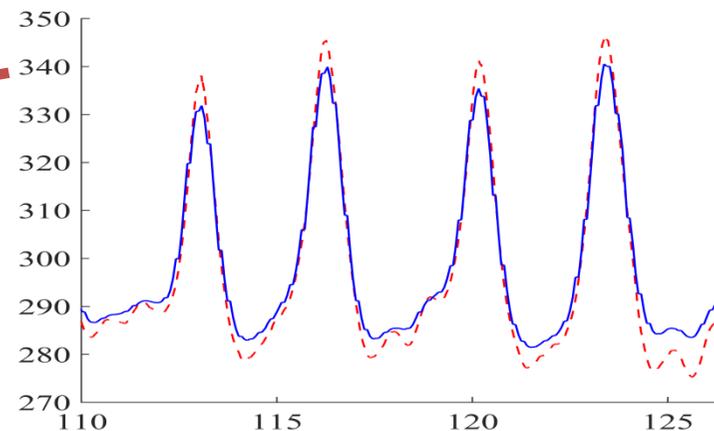
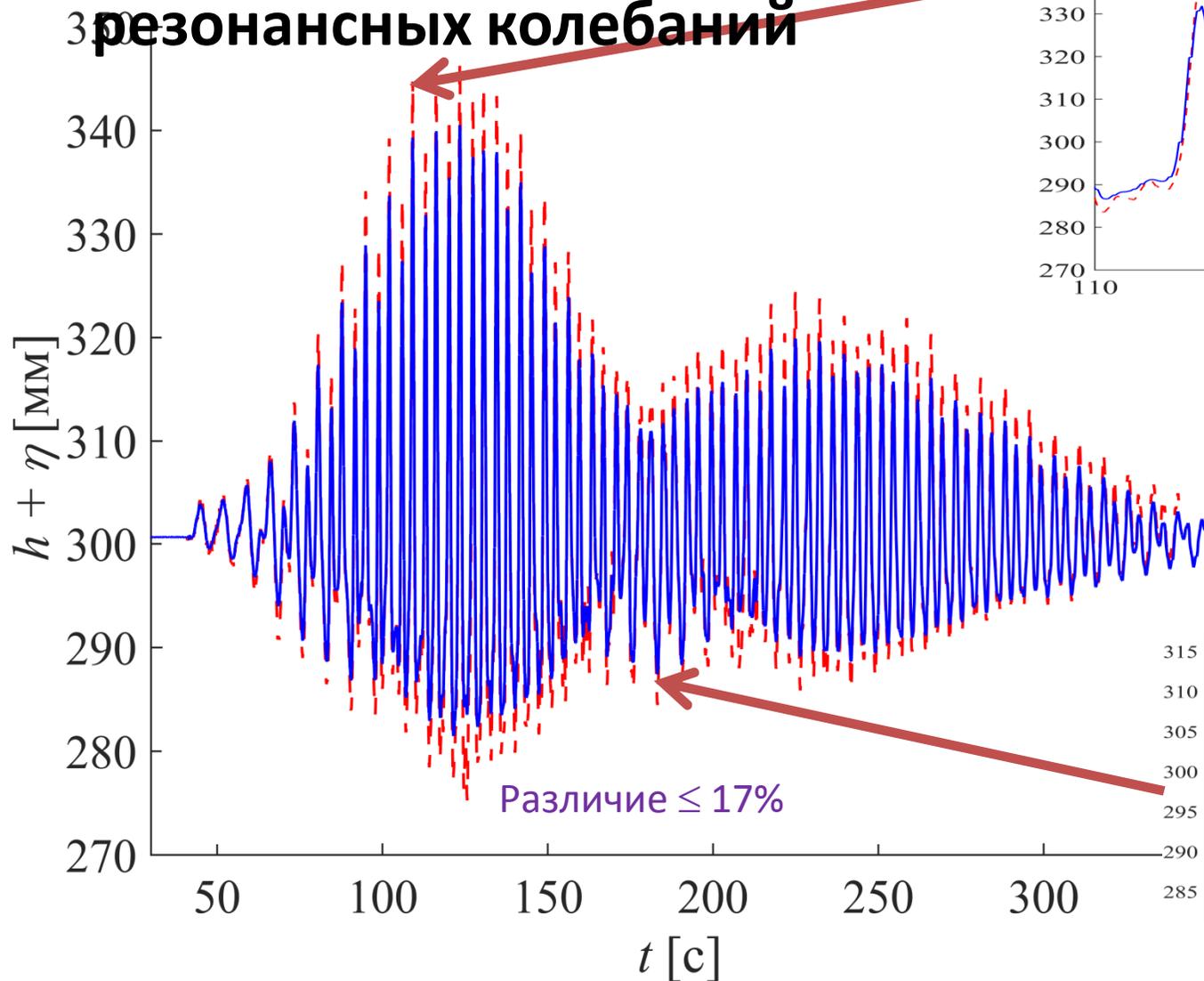
Амплитуда смещения  
водной поверхности в  
мм,

**p** – донные датчики  
давления (**синие**  
кривые),

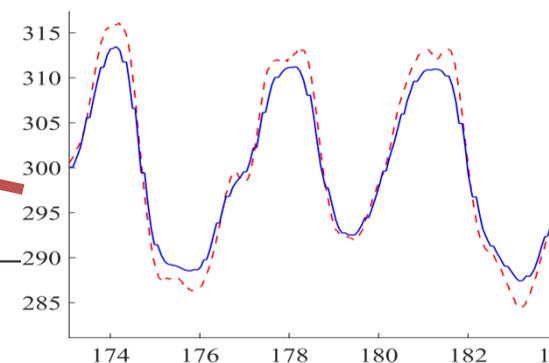
**c** – емкостные  
струнные волнографы  
(**красные** кривые),  
расстояния между  
датчиками  
отображены  
в масштабе 3:10



## Моделирование нелинейных резонансных колебаний

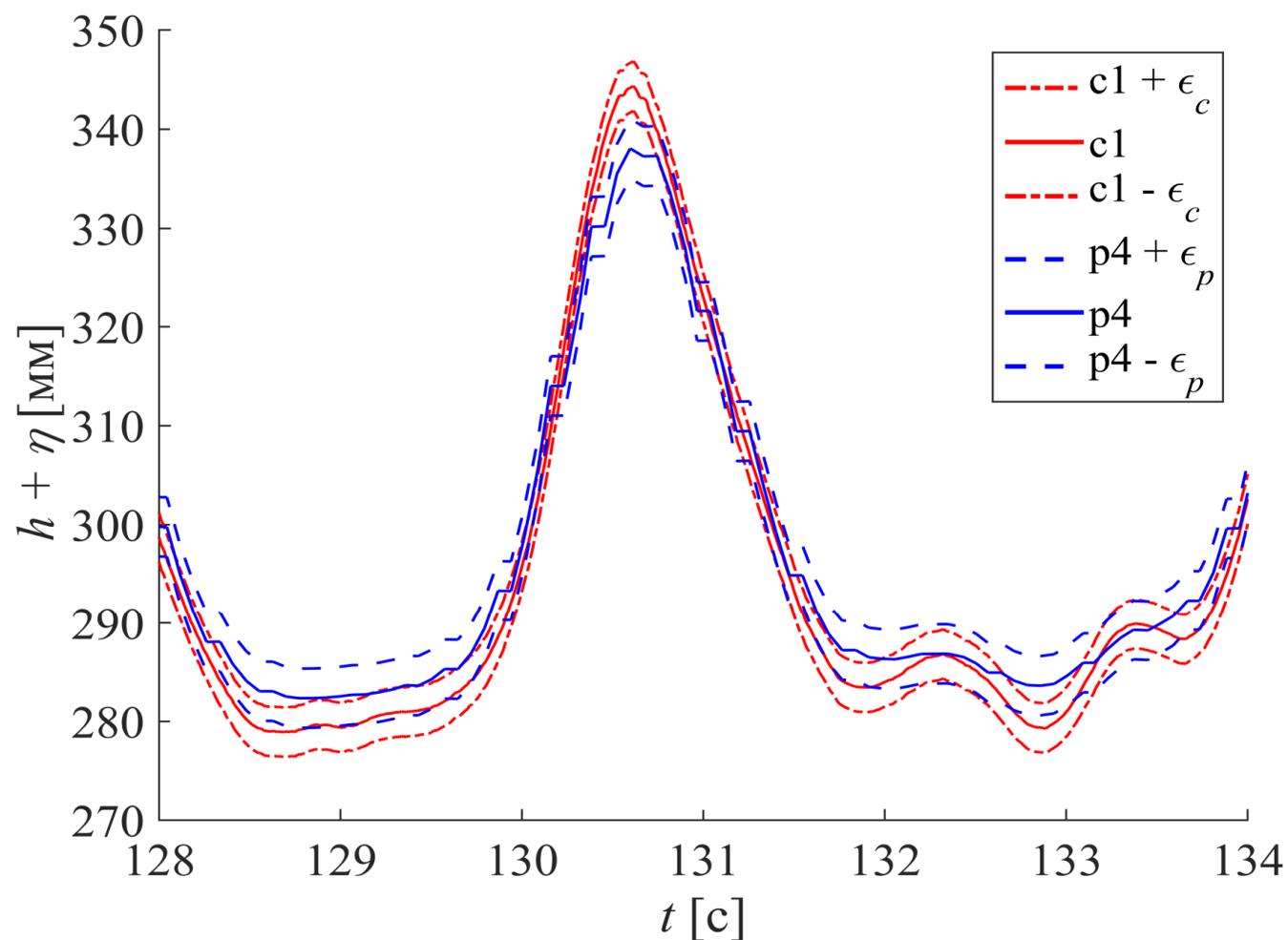


Сравнение записей  
донного датчика  
давления р4 (**синяя**  
кривая) и емкостного  
струнного волнографа с1  
(**красная - - -** кривая)





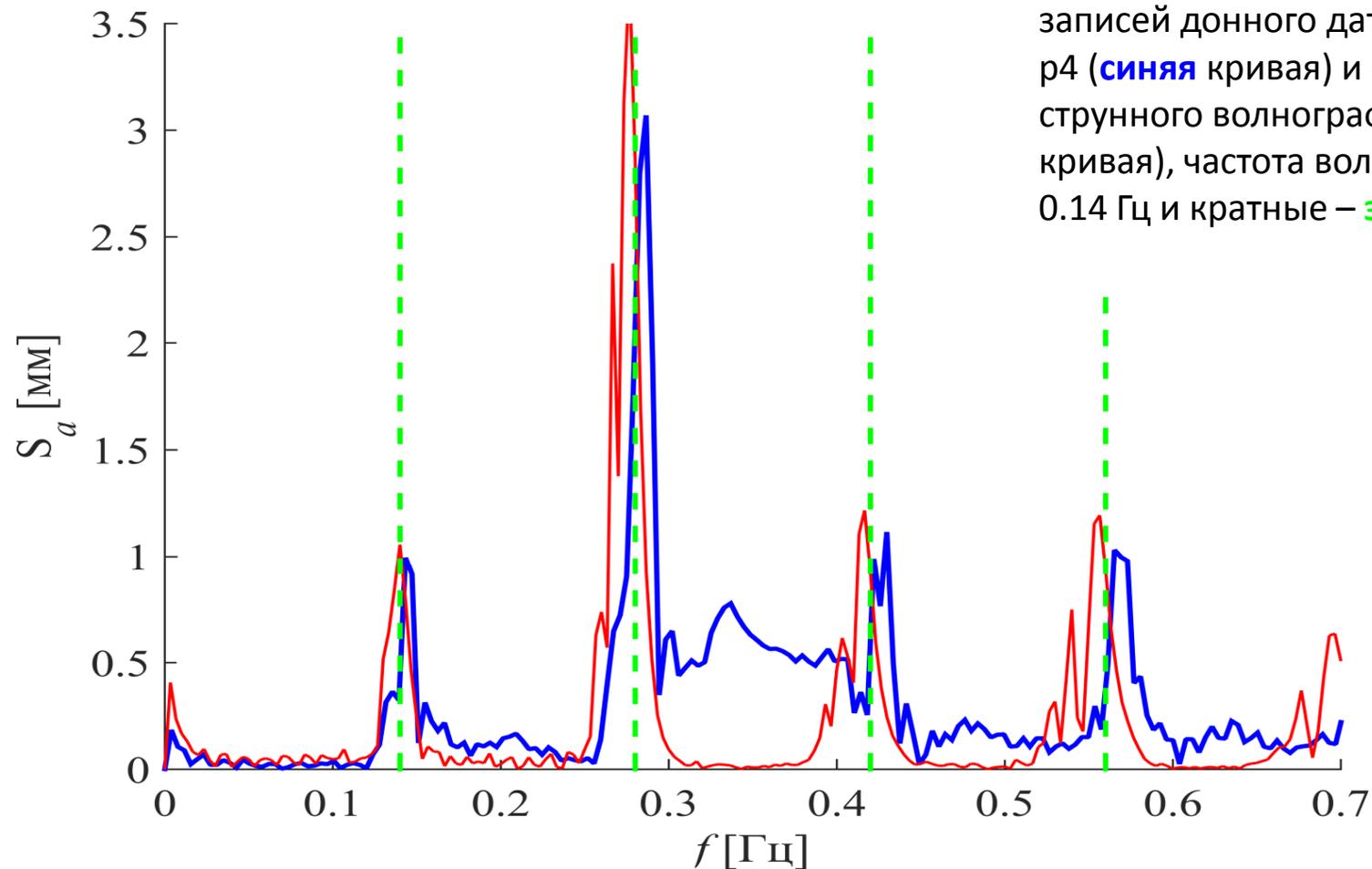
## Моделирование нелинейных резонансных колебаний



Учёт  
погрешностей  
измерительного  
оборудования



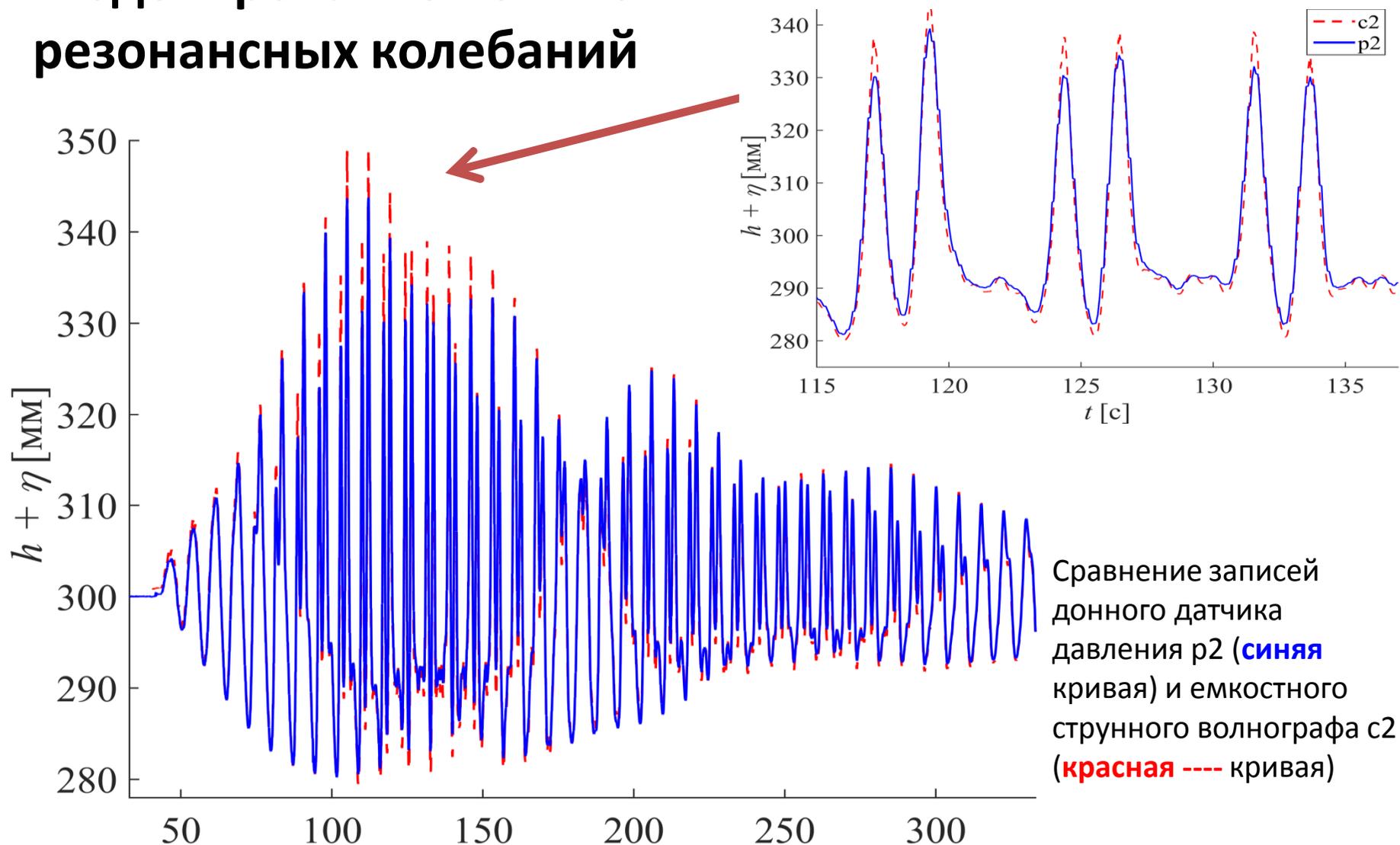
## Моделирование нелинейных резонансных колебаний



Сравнение спектральных амплитуд записей донного датчика давления р4 (**синяя** кривая) и емкостного струнного волнографа с1 (**красная** кривая), частота волнопродуктора 0.14 Гц и кратные – **зеленым** ----

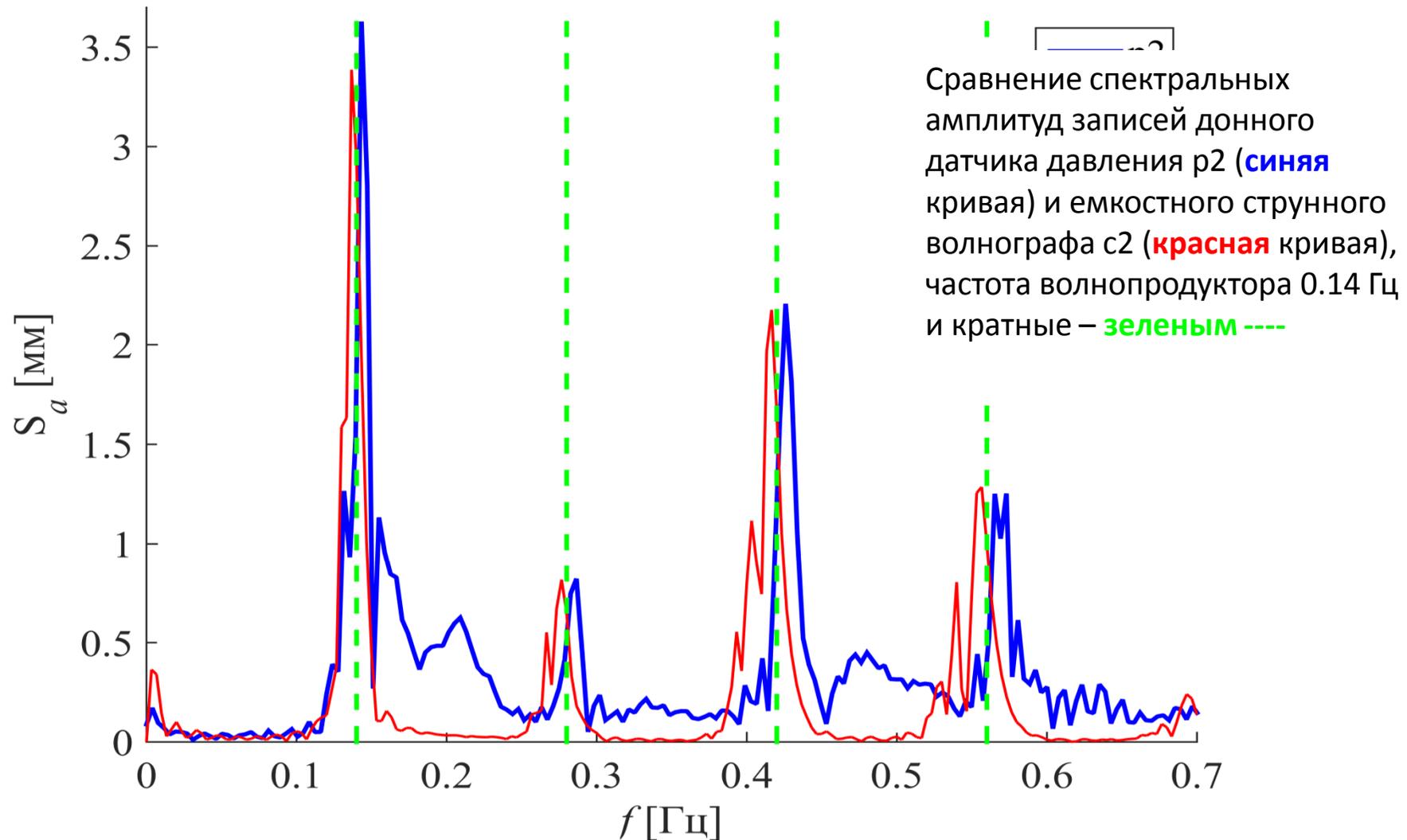


## Моделирование нелинейных резонансных колебаний



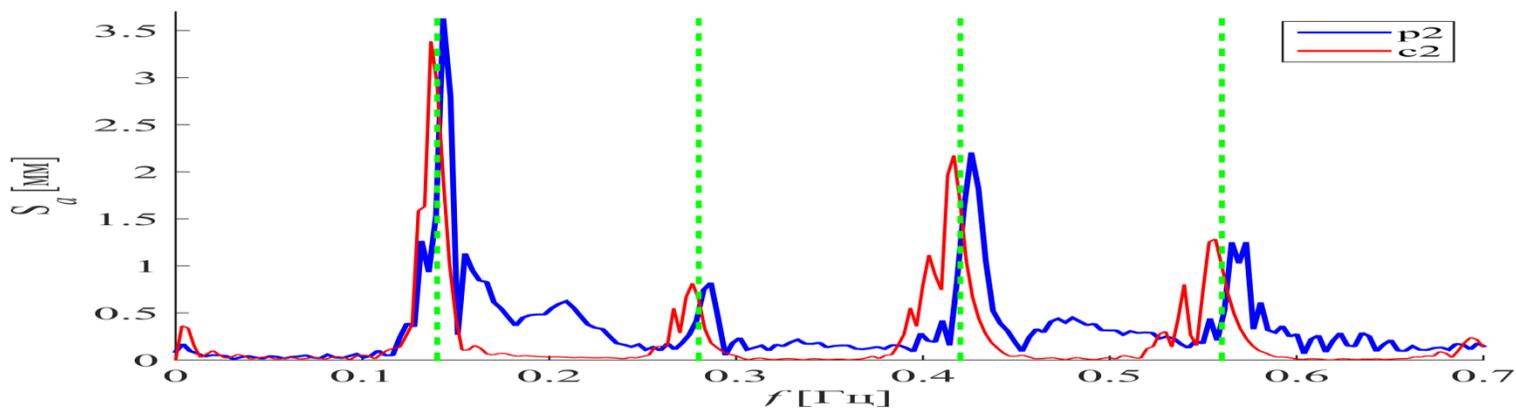
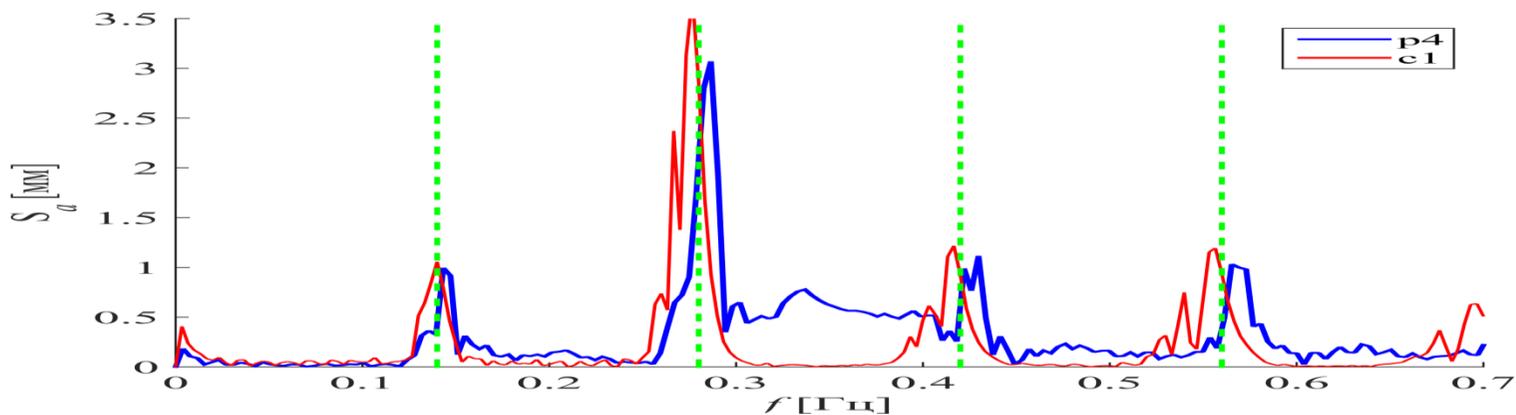


## Моделирование нелинейных резонансных колебаний



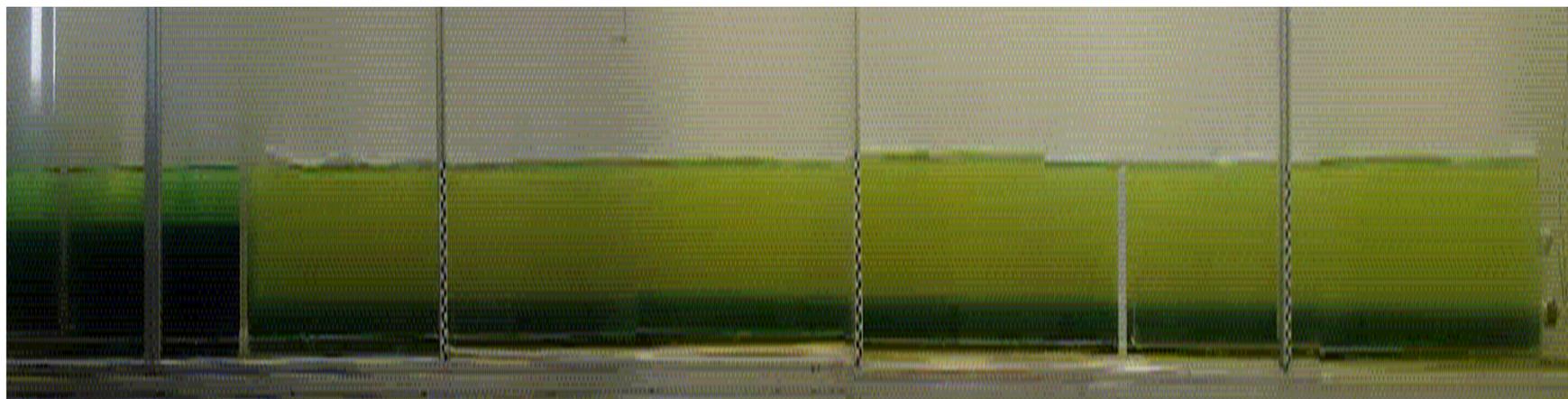
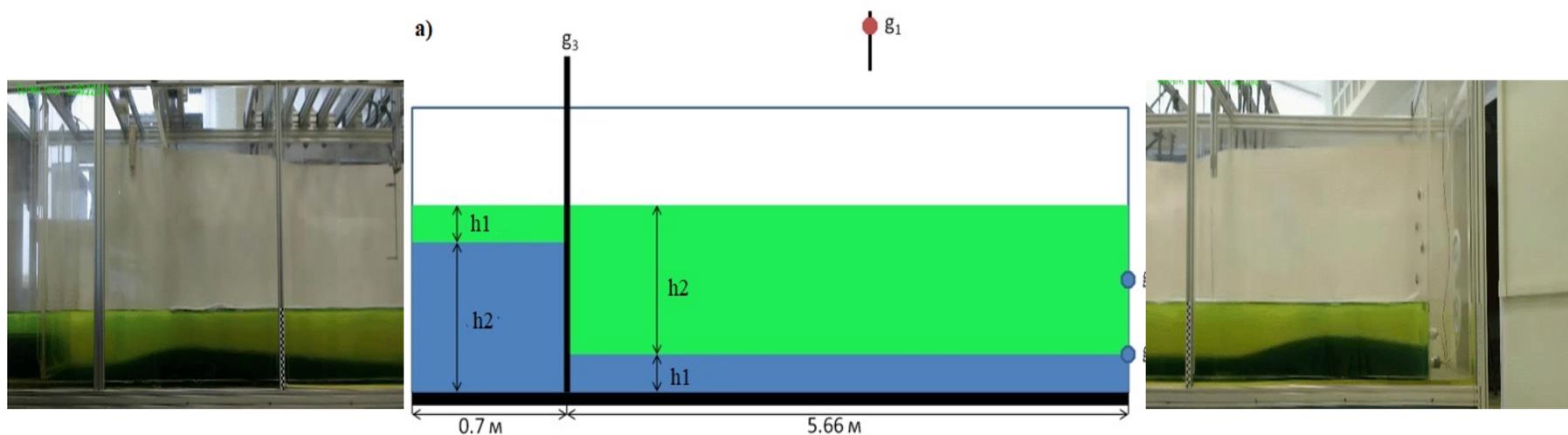


## Моделирование нелинейных резонансных колебаний



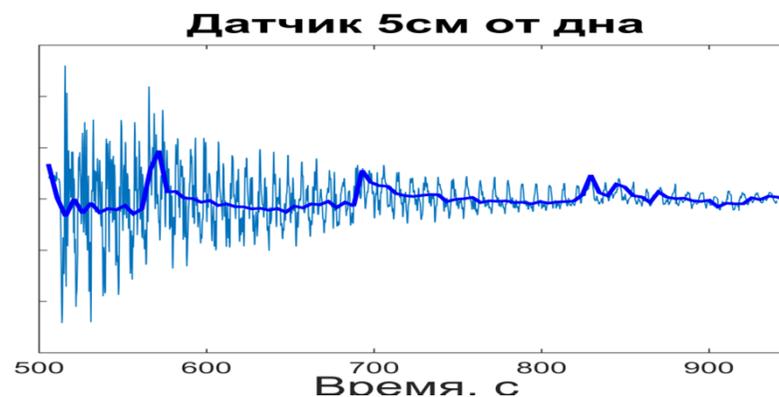
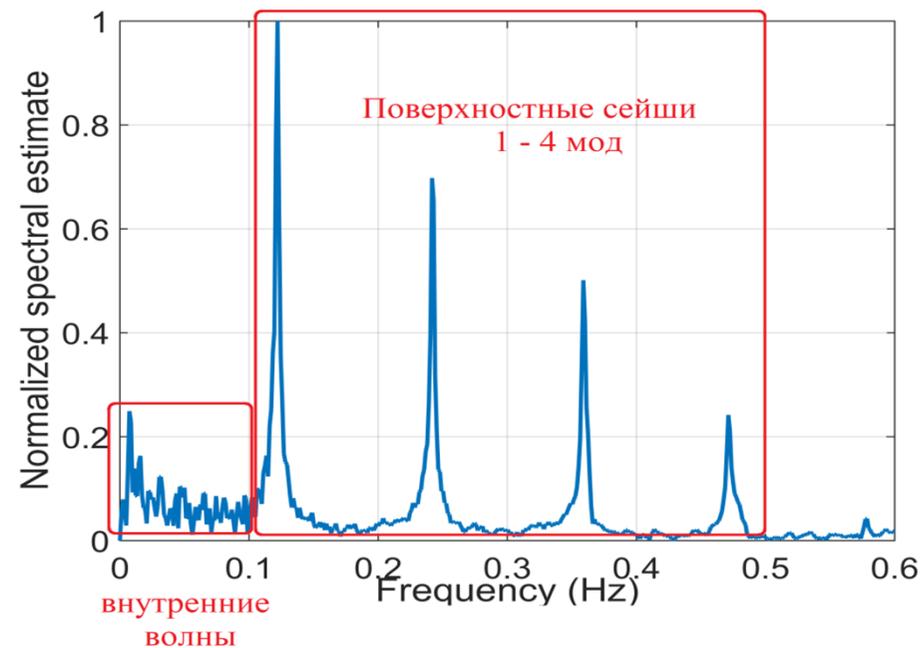
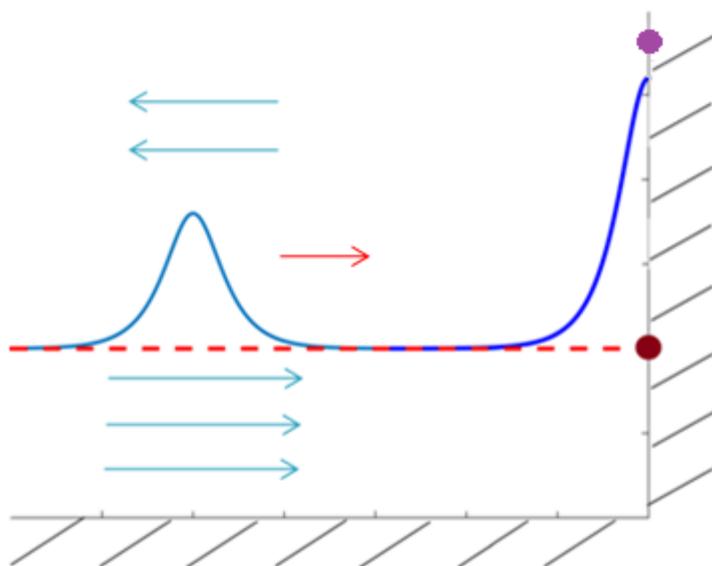


## Моделирование распространения локализованных импульсов повышения уровня



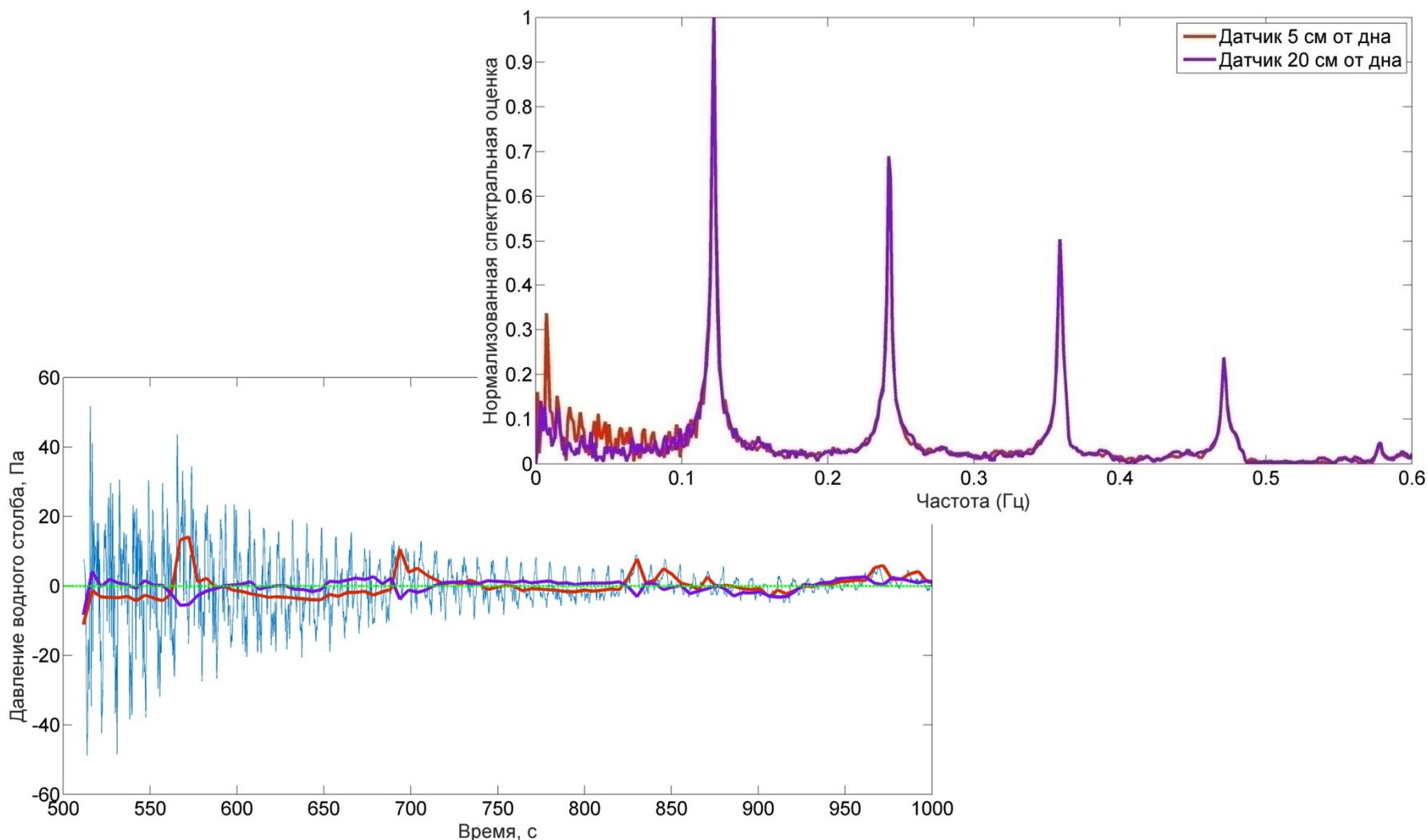


## Моделирование распространения локализованных импульсов повышения уровня





## Моделирование распространения локализованных импульсов повышения уровня





## Моделирование распространения локализованных импульсов понижения уровня

