

**“След” обрушающейся
гравитационной волны на
взволнованной водной
поверхности: лабораторный
эксперимент.**

Ермаков С.А., Доброхотов В.А., Сергиевская
И.А., Капустин И.А.

ИПФ РАН, ВГУВТ, Нижний Новгород

Цель экспериментов

Из повседневных наблюдений следует, что задние склоны обрушающихся (с “барашками”) волн с длинами порядка и более 1 м, выглядят более гладкими за счет подавления мелкомасштабной ветровой ряби. Эффект может быть важен в задачах дистанционного зондирования морской поверхности

Цель работы – смоделировать эффект подавления ветровой ряби на профиле обрушающихся волн, выяснить физический механизм выглаживания, измерить эффект методами СВЧ -радиолокации

Овальный ветро-волновой бассейн ИПФ РАН

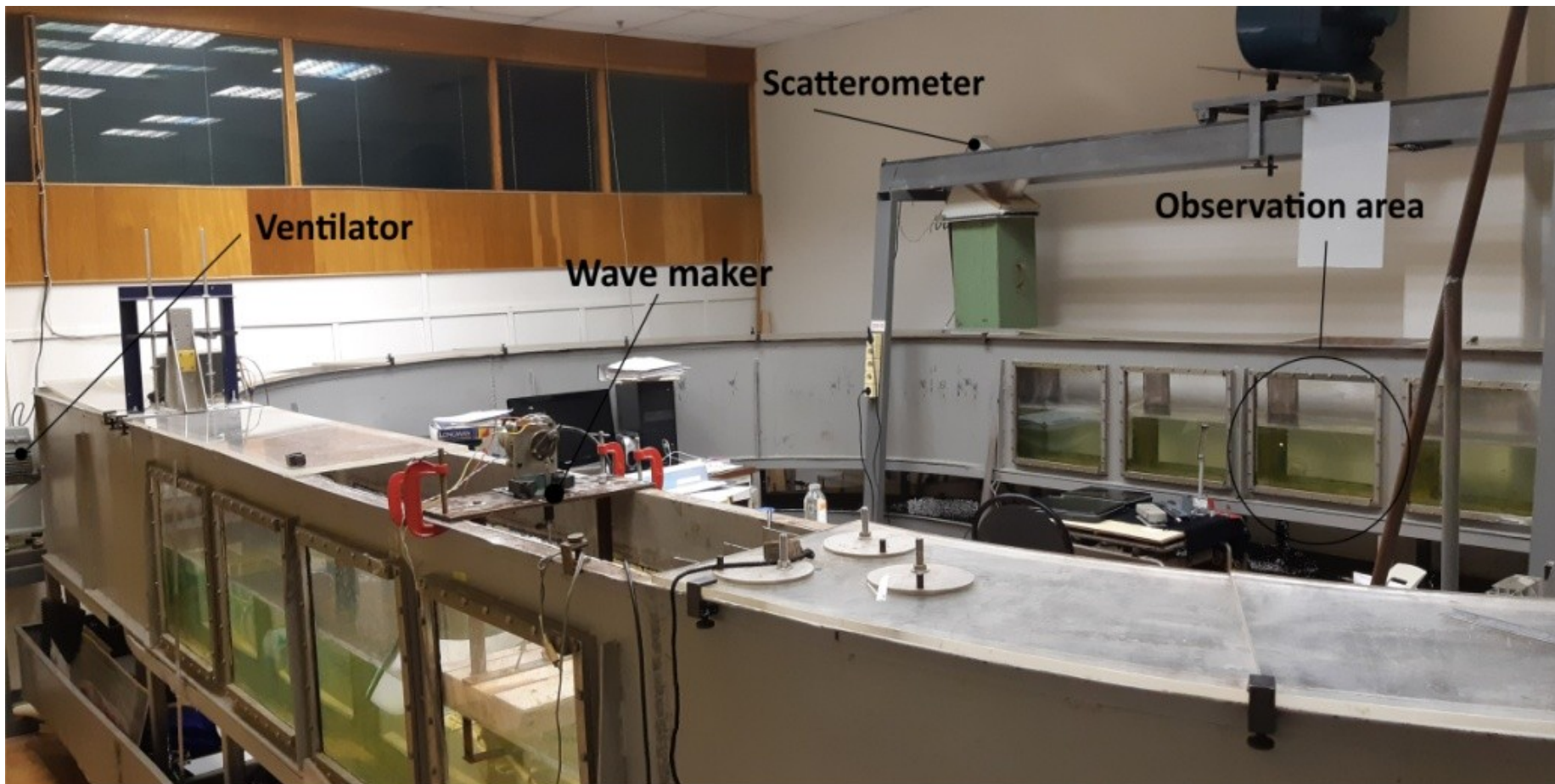
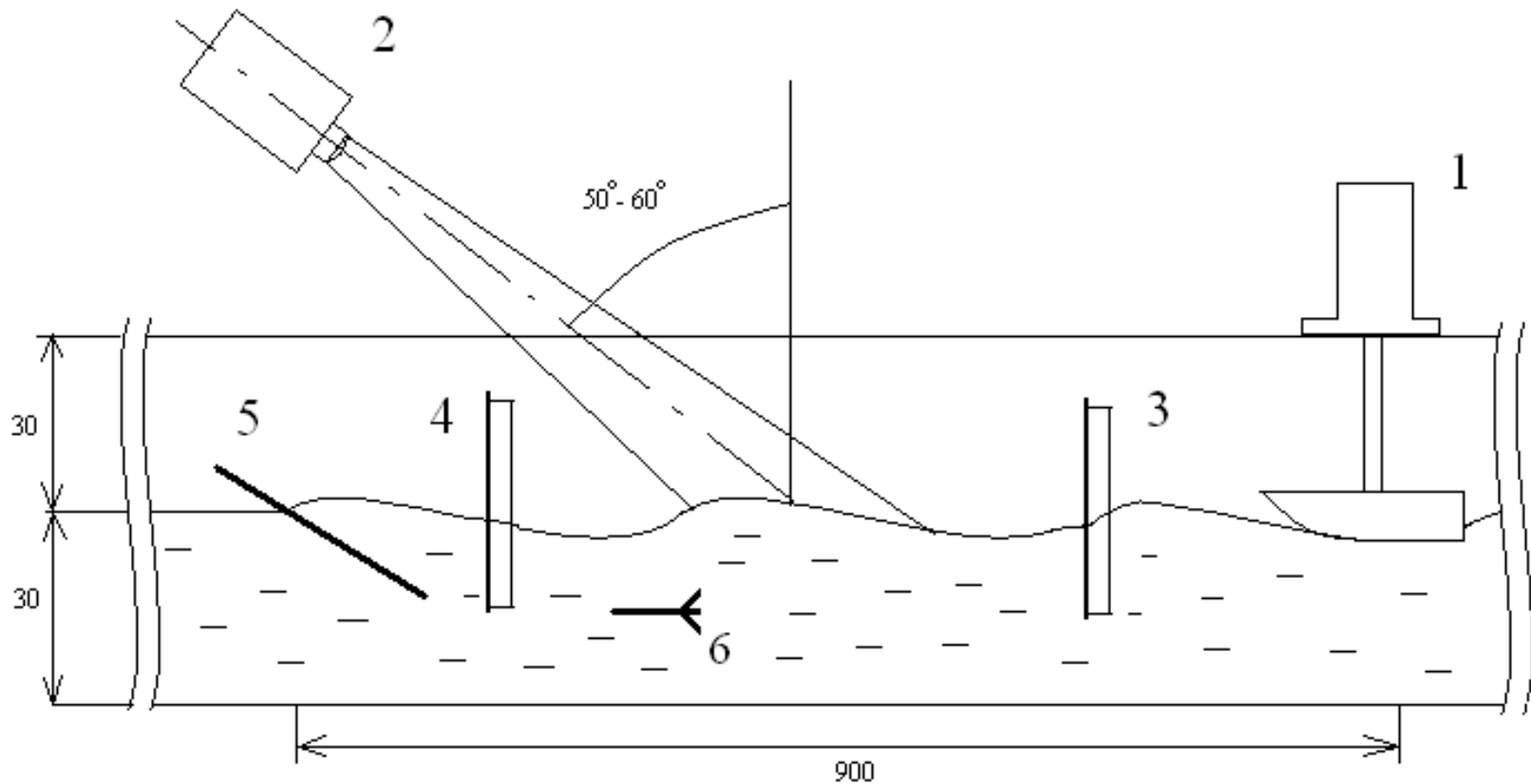
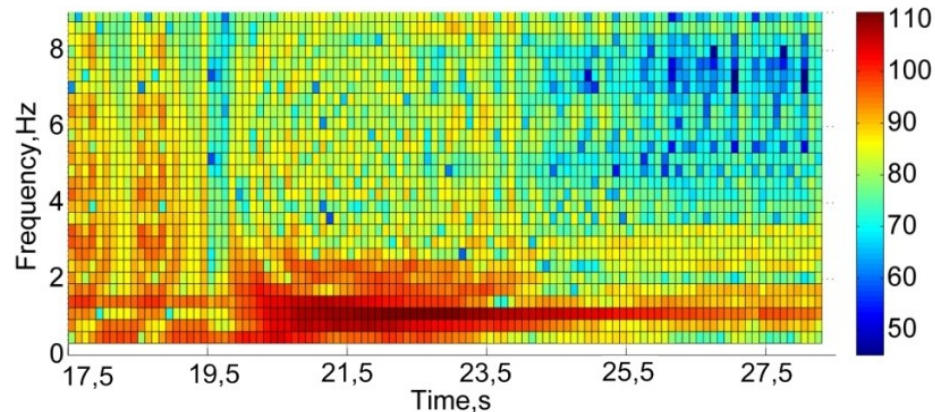
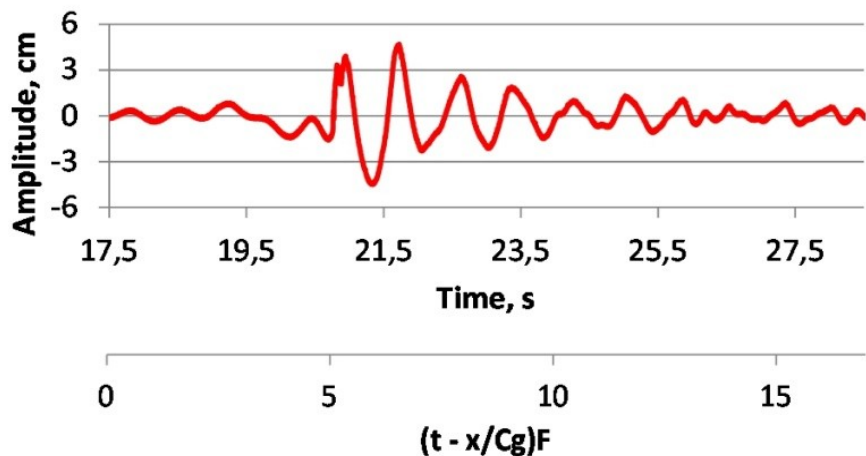
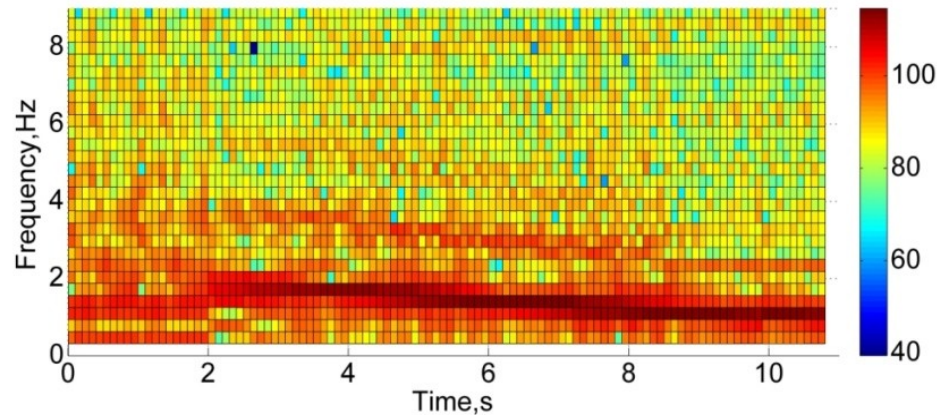
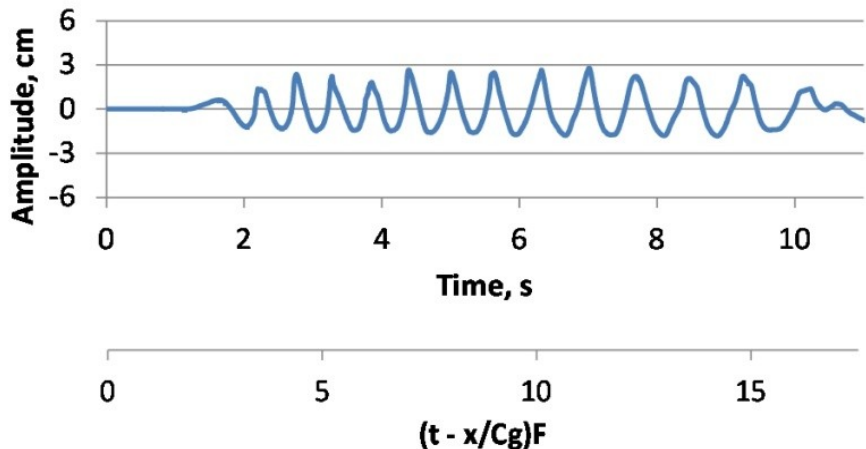


Схема эксперимента



wave maker - 1, Ka-band scatterometer - 2, wire gauge – 3,4,
wave absorber – 5, ADV – 6

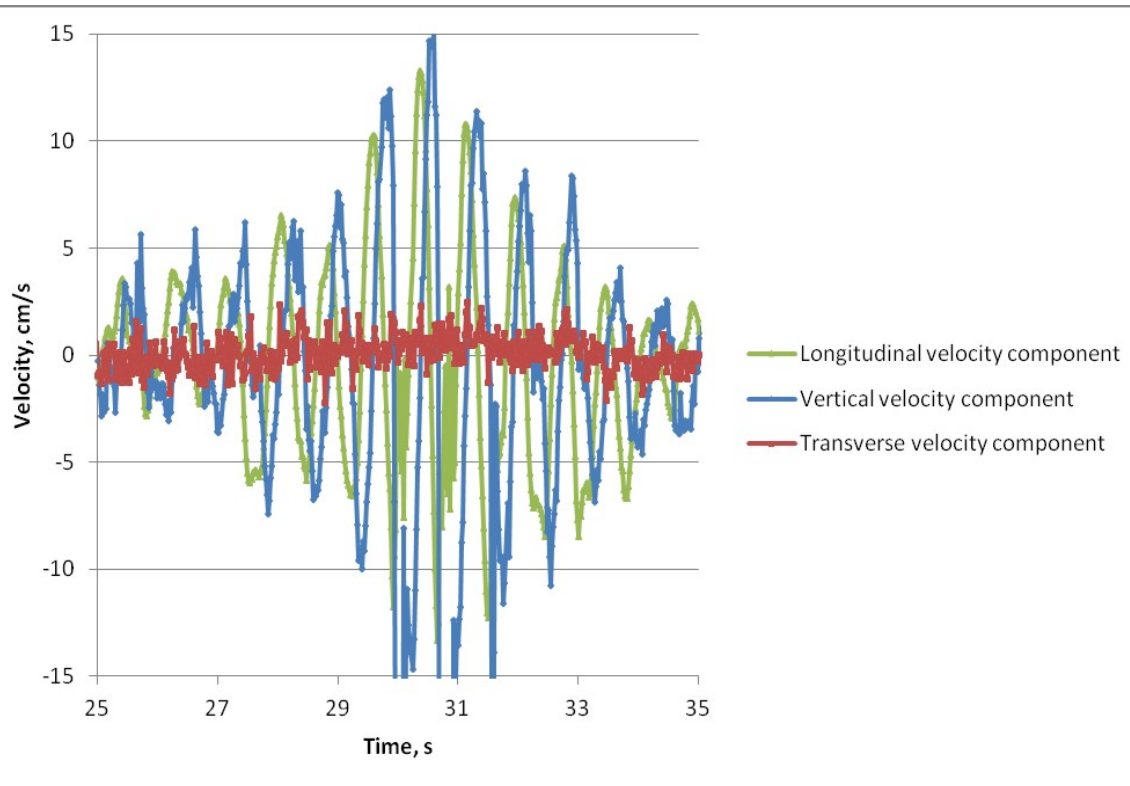
Обрушение. Дисперсионная фокусировка цуга волн. Измерения волнографами



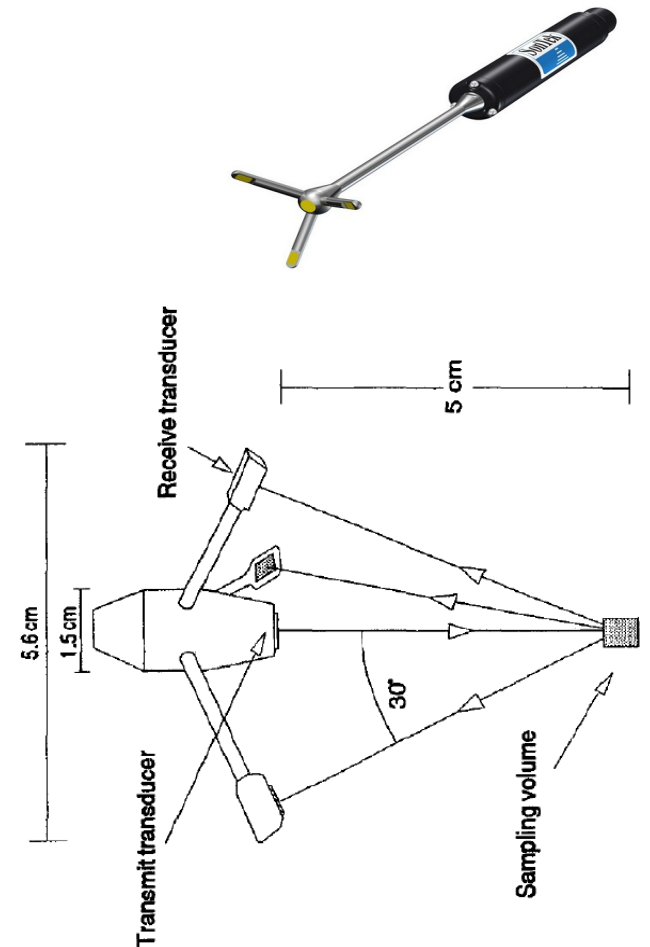
Временная запись низкочастотного волнового пакета с линейно меняющейся частотой вблизи волнопродуктора (синий график) и на расстоянии 8,5 м (красный график), а также их спектрограммы

Измерения скоростей (турбулентности)

Ultrasonic Acoustic Doppler Velocimeter "SonTek 16 MHz MICRO ADV"

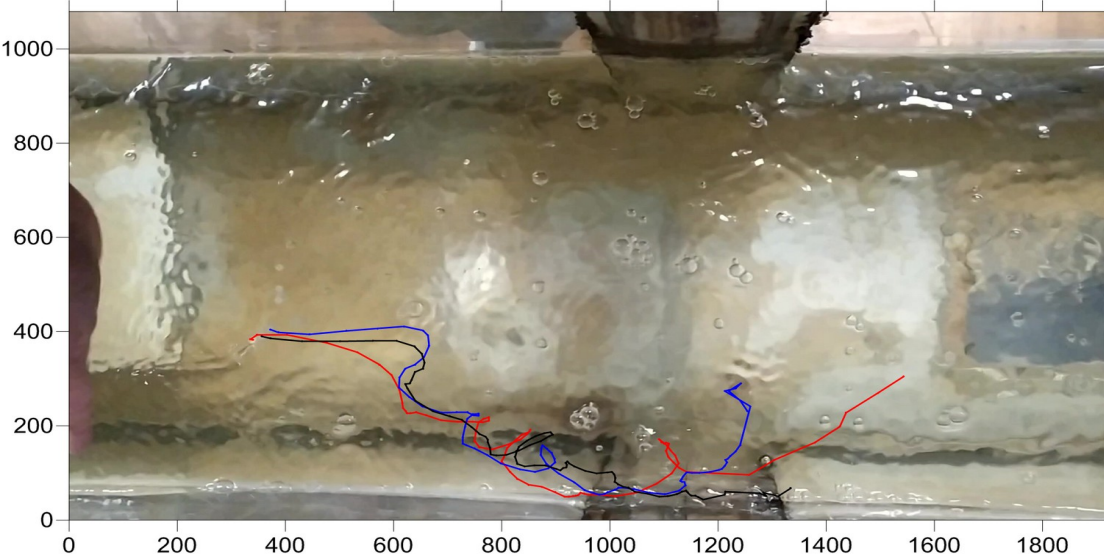


Non breaking waves of a frequency
1.2 Hz and an amplitude 2.3 cm
measured with ADV



Max sampling rate 50 Hz,
sampling volume 0.09 cm³

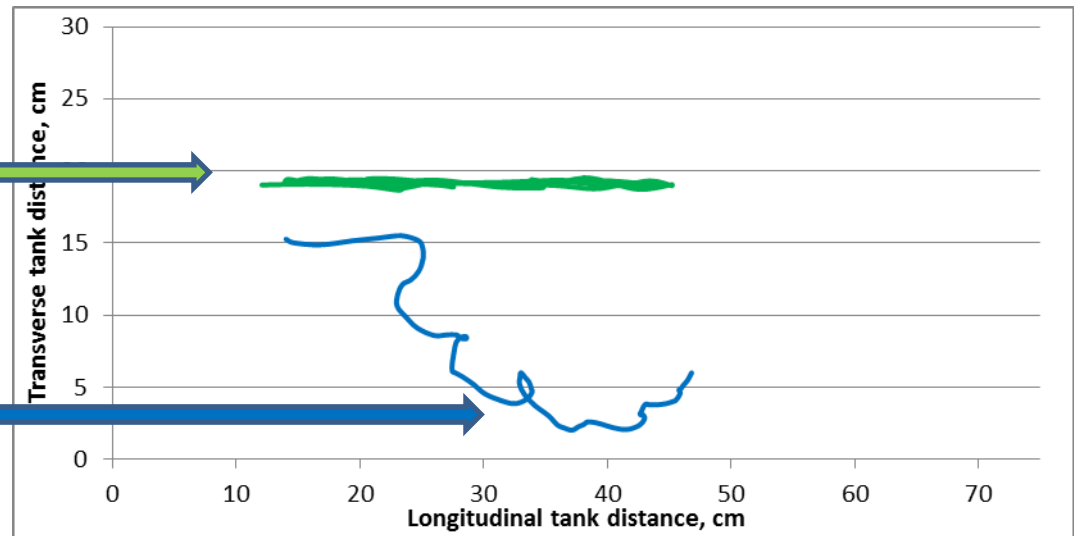
Движение частиц на поверхности воды в поле ИНТЕНСИВНЫХ ВОЛН



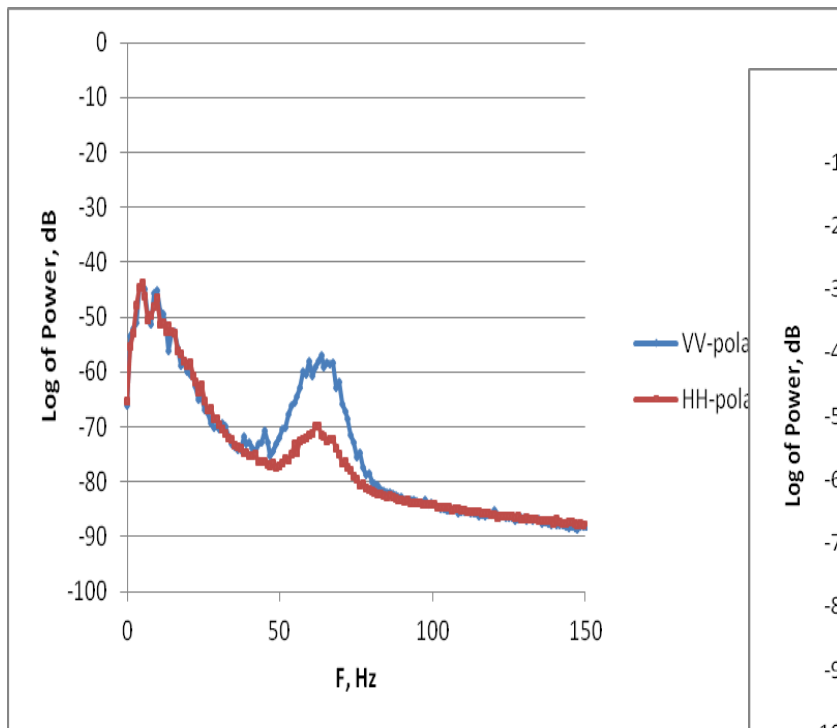
Траектории маркеров
(съемка поверхности воды
сверху)

Траектории маркеров в
необрушивающей волне

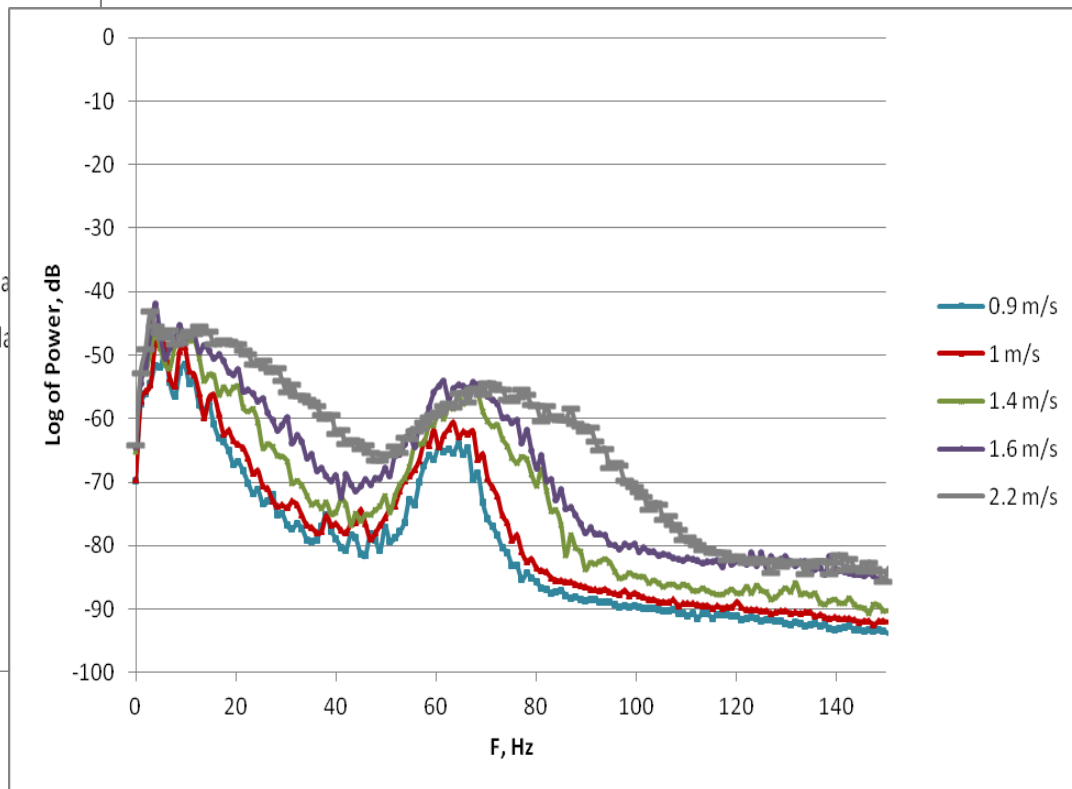
Траектории маркеров в
обрушивающей волне



Радиолокационные (РЛ) измерения волнения



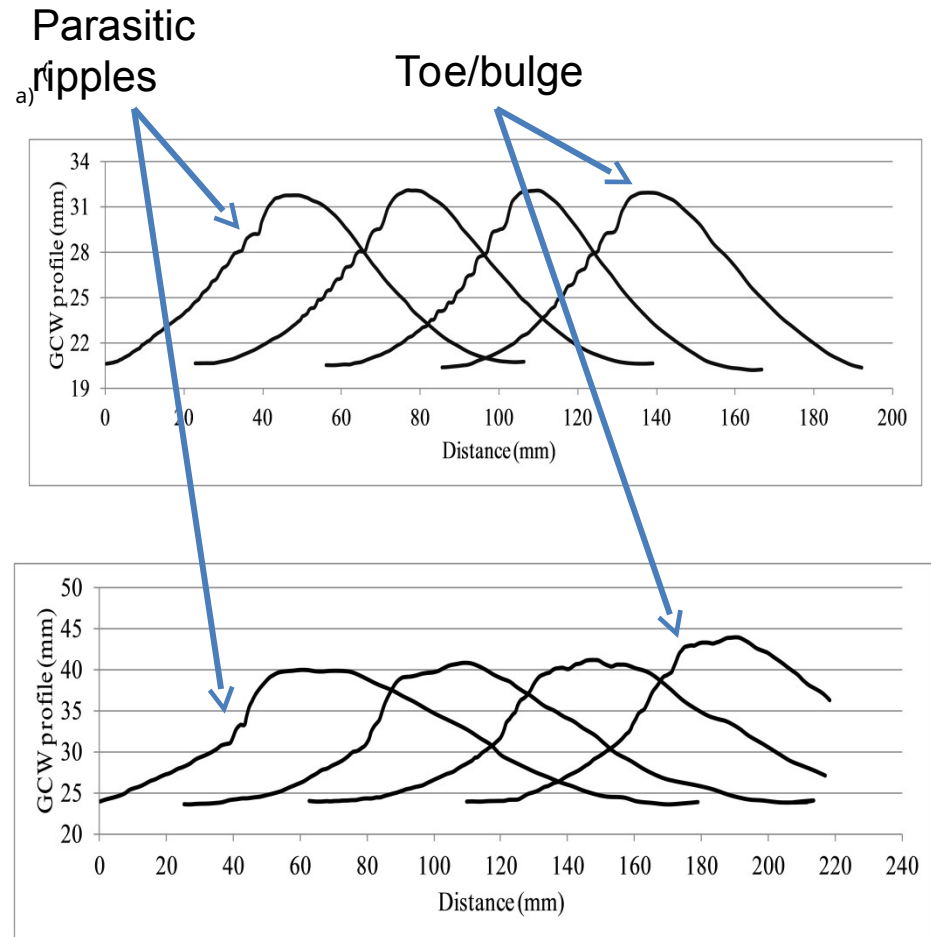
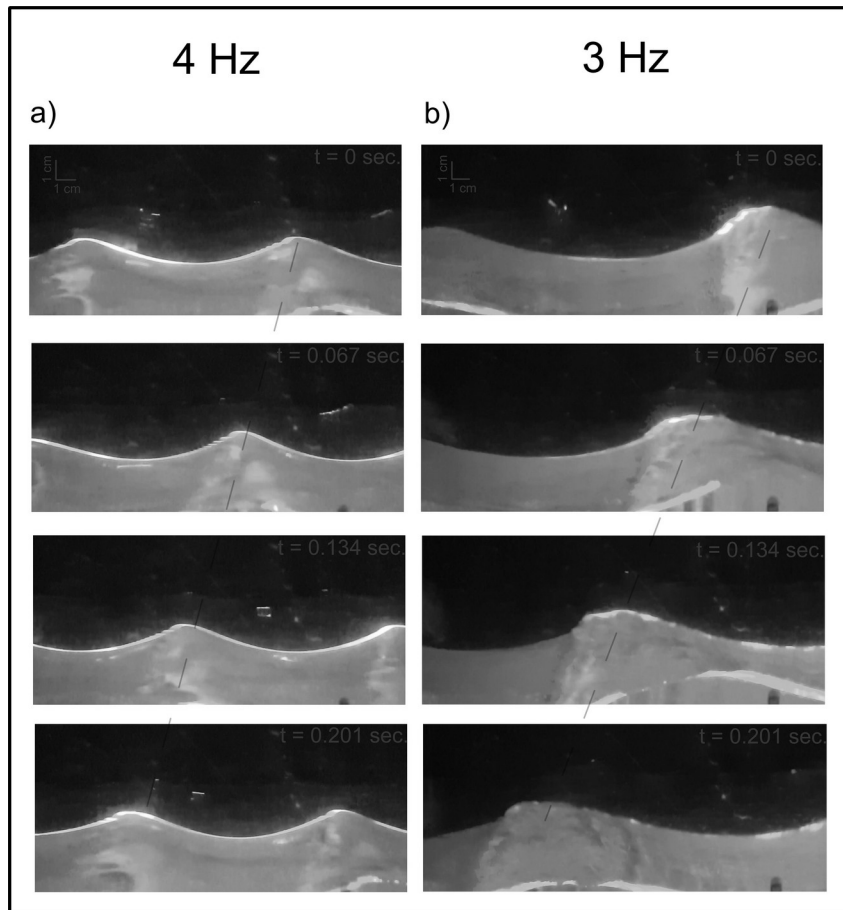
Спектры РЛ сигналов на вертикальной (VV) и горизонтальной (HH) поляризациях



Спектры РЛ сигналов на VV при разных скоростях ветра

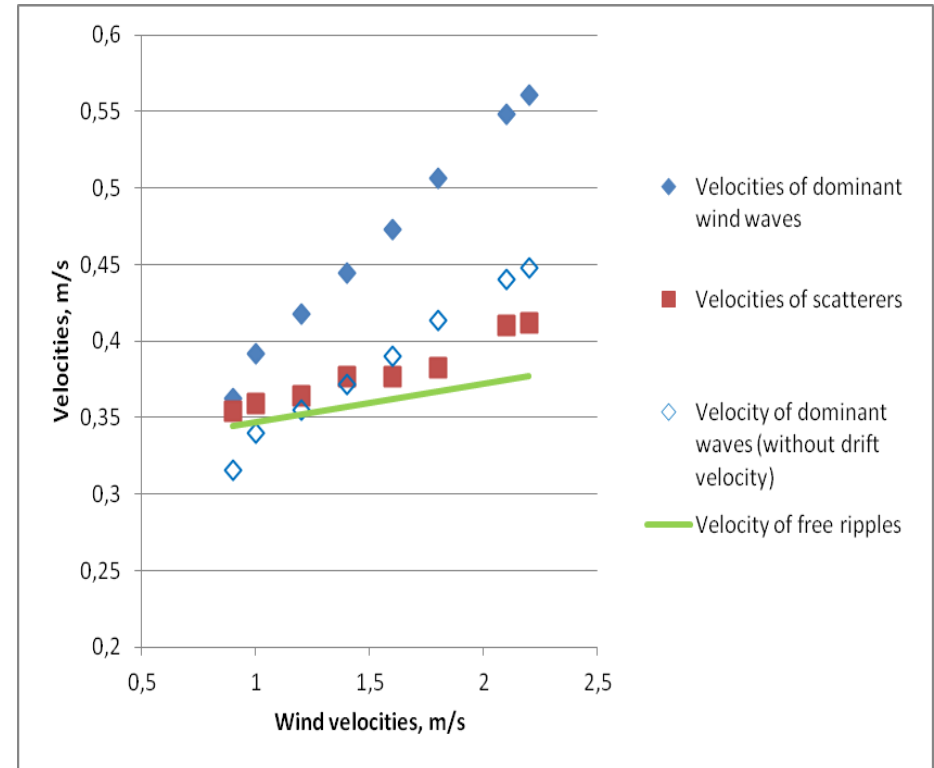
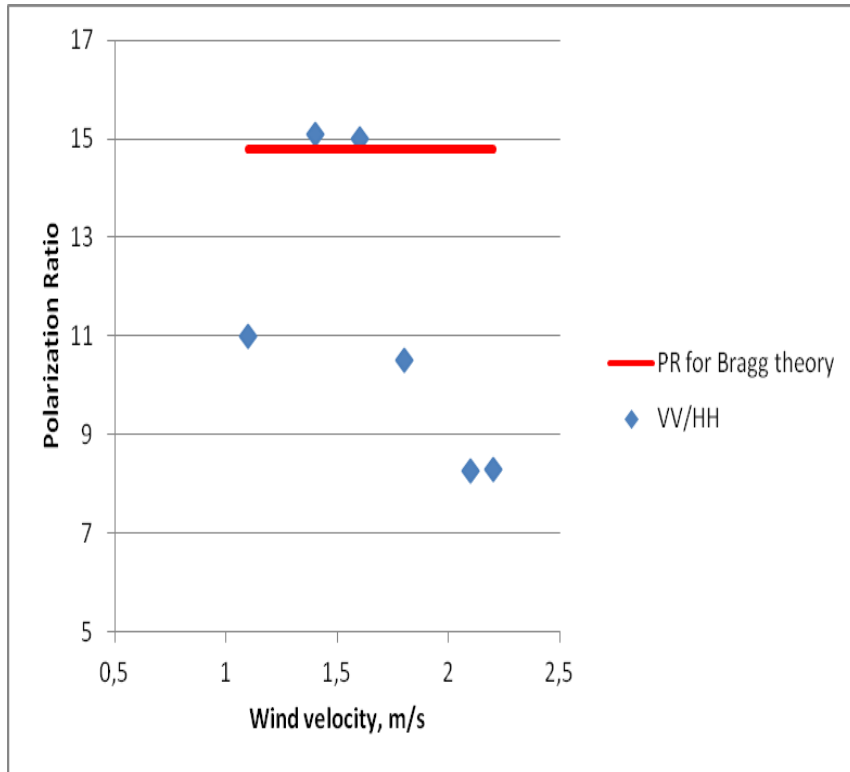
С ростом скорости ветра доплеровский спектр уширяется в область высоких частот, что указывает на вклад нерезонансных (небрэгговских) рассеивателей

Профили сильнейших см-дм-волн



Snapshots (left) and profiles (right) of 4 Hz- and 3 Hz-wave profiles at consecutive times. GCW steepness of about 0.3.

Особенности РЛ рассеяния

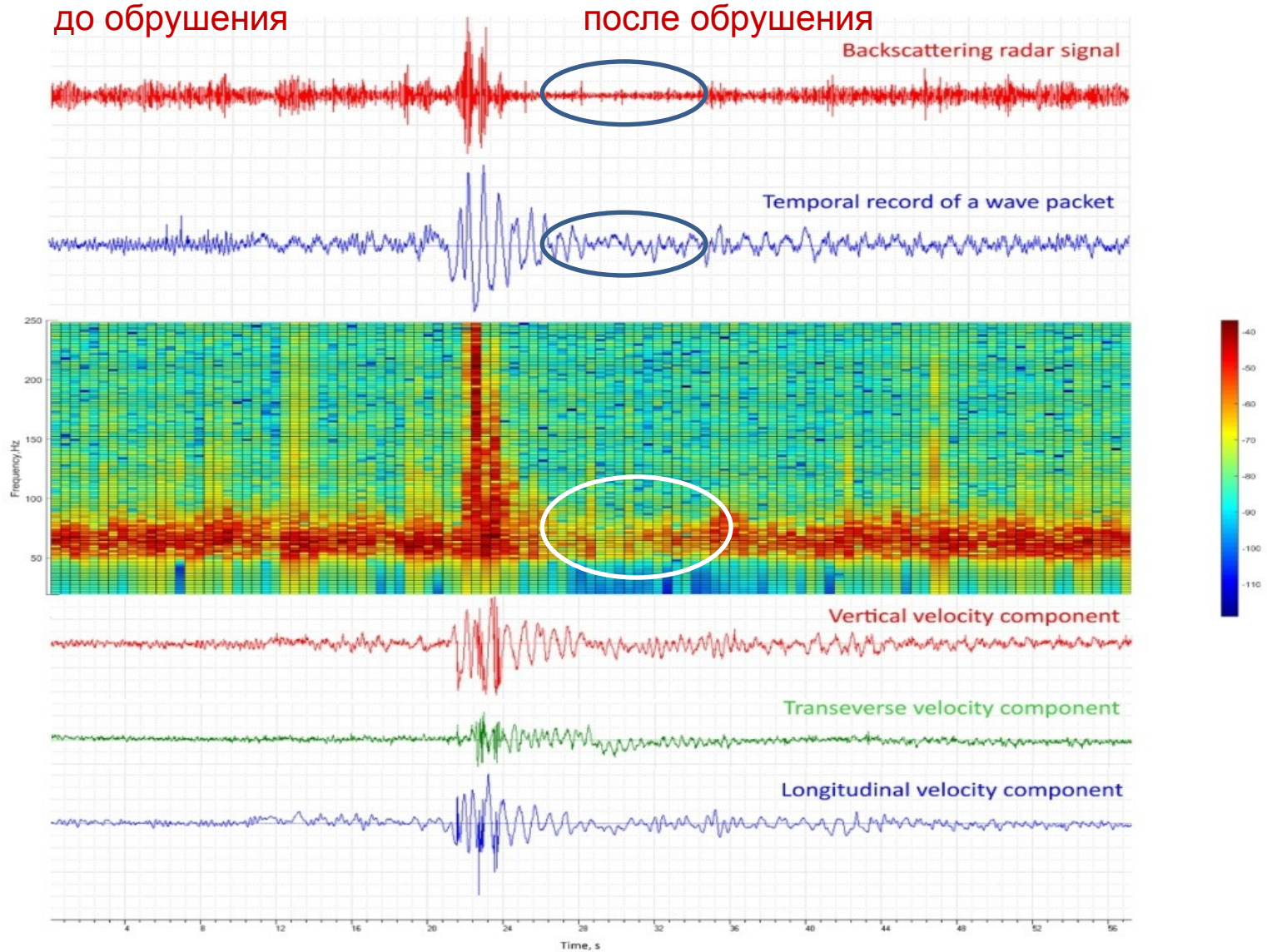


Поляризационное отношение вертикальной и горизонтальной поляризаций

Скорости РЛ рассеивателей выше скоростей свободных брэгговских волн и ниже, чем доминантных ветровых см-дм-волн

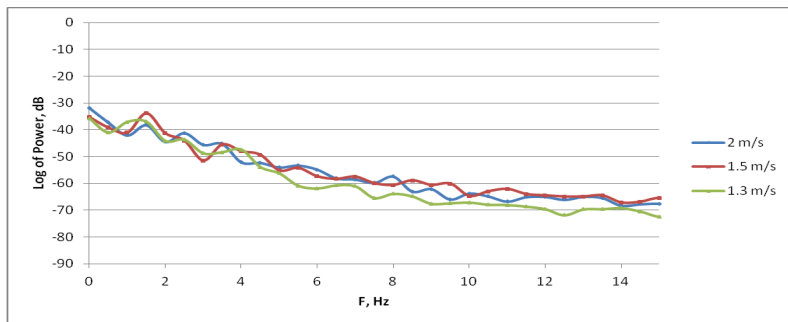
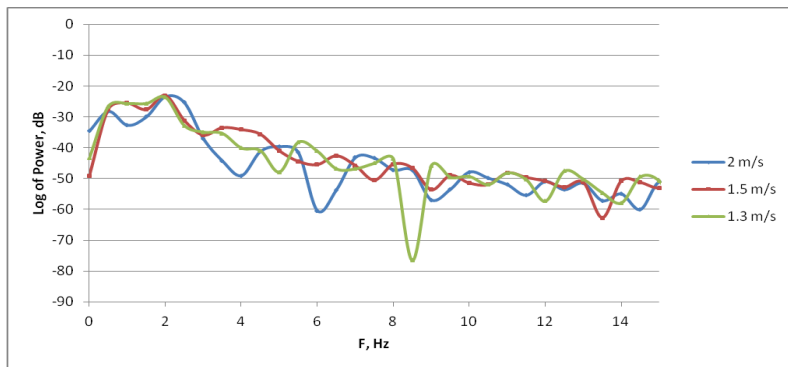
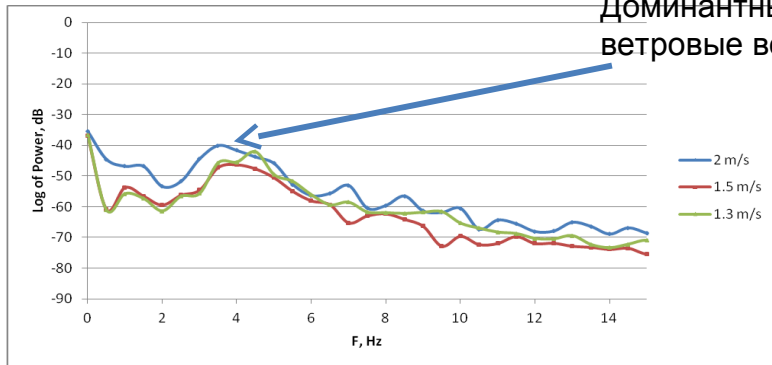
Ветровые волны – композиция свободной (квазилинейной) капиллярной ряби и нелинейных структур на профиле см-дм-волн

Эффект подавления ветровой ряби после обрушения длинных волн



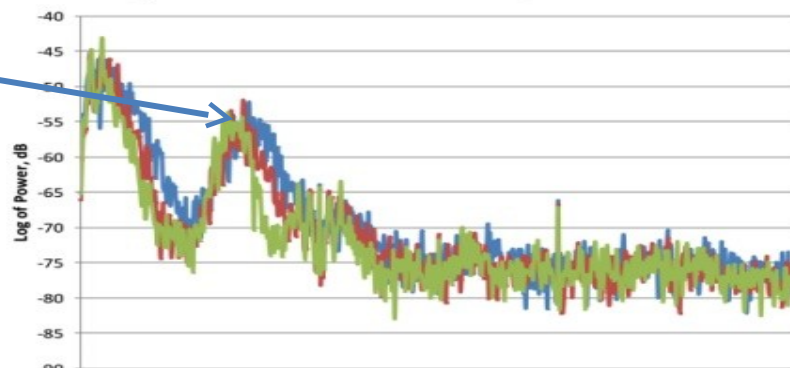
Обратное РЛ рассеяния, смещение поверхности (вверху),
спектрограмма РЛ сигнала (середина) и три компоненты скорости
в верхнем слое воды (внизу)

Доминантные ветровые волны

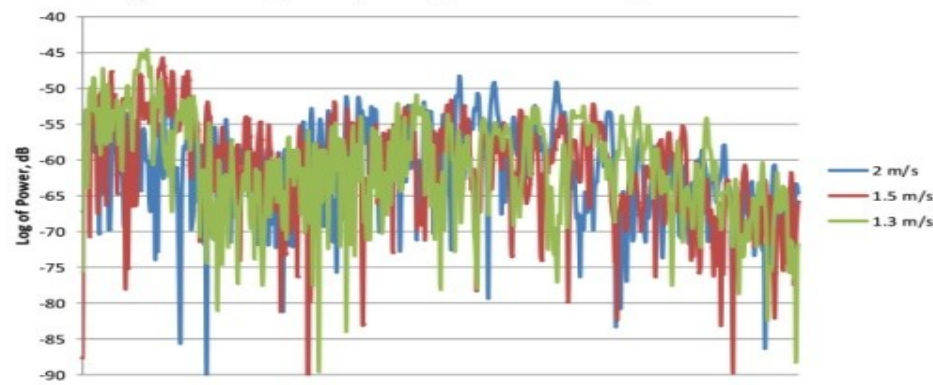


Спектры ветровых волн

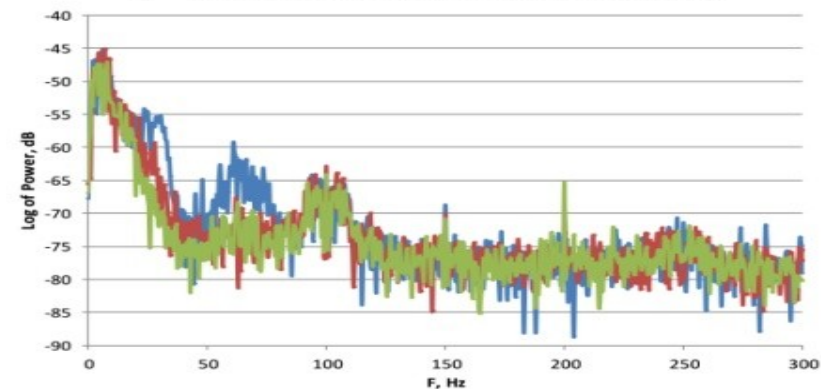
a) Before breaking waves



b) During the passage of breaking waves



c) After the passage of breaking waves

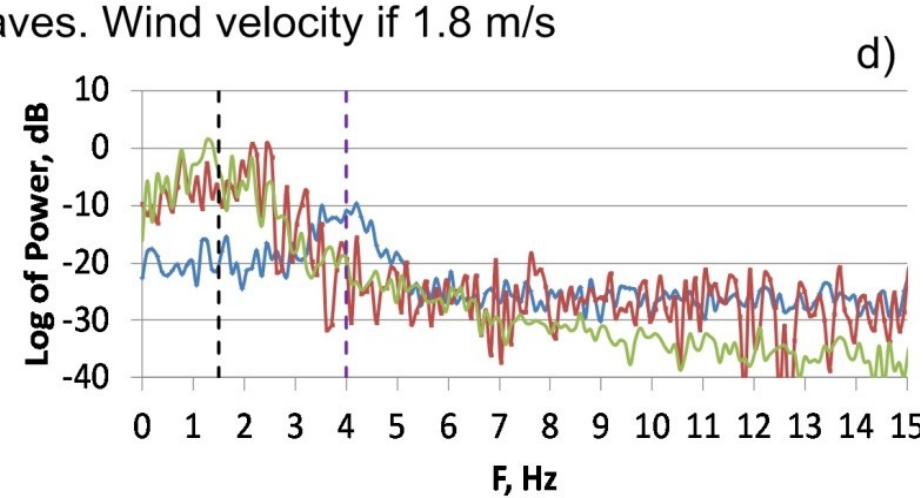
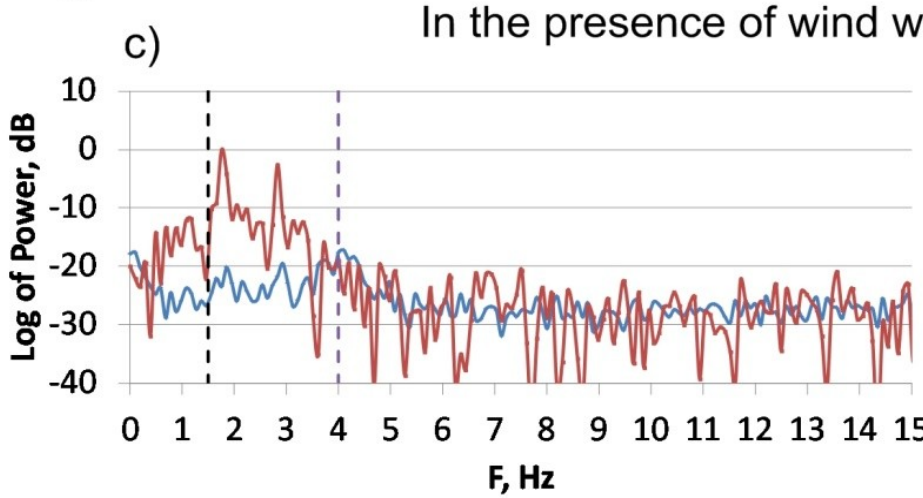
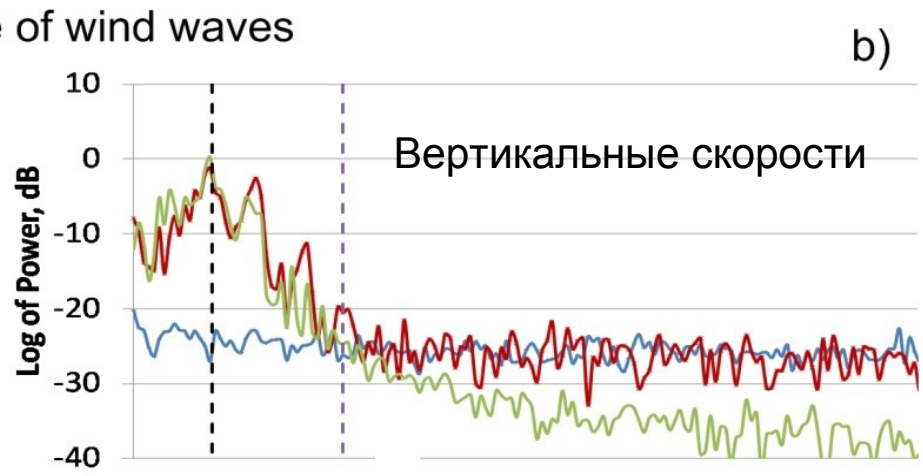
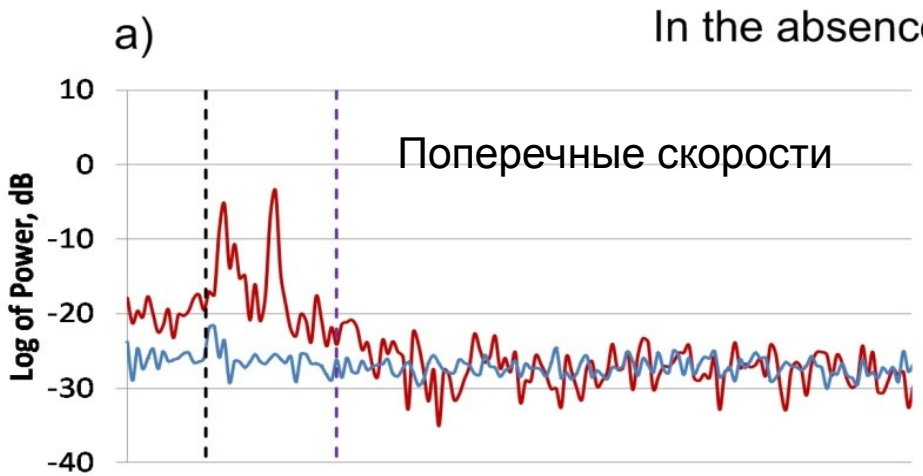


РЛ доплеровские спектры



Пример движения частиц на поверхности воды после обрушения гребня гравитационной волны м-го диапазона.

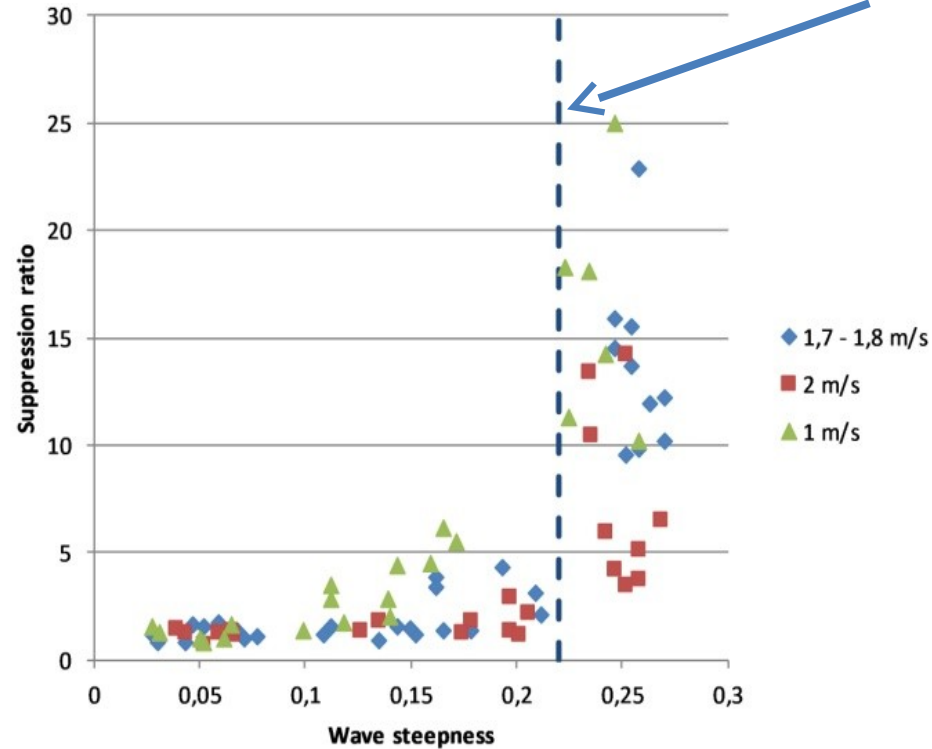
Спектры вертикальных и поперечных (турбулентных) скоростей



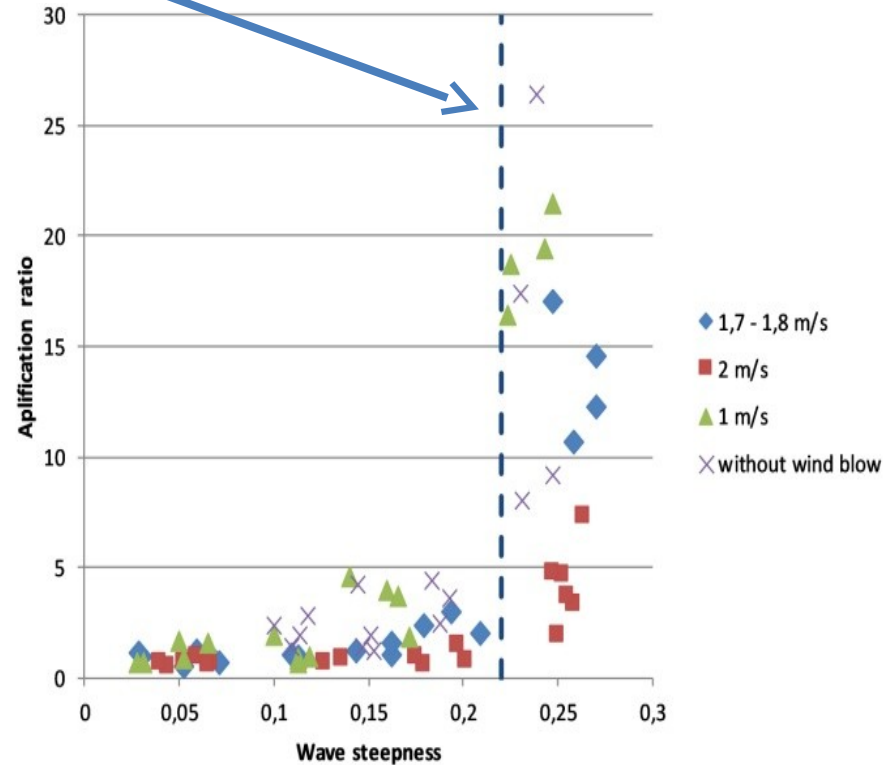
- Before breaking waves
- After breaking waves (transverse component)
- - Frequency of the breaking waves
- - Frequency of the wind waves

- Before breaking waves
- After breaking waves (vertical component)
- After breaking waves (longitudinal component)
- - Frequency of the breaking waves
- - Frequency of the wind waves

Крутизна обрушивающейся волны



Степень подавления интенсивности РЛ сигнала как функция крутизны интенсивной НЧ волны



Относительная интенсивность пульсаций поперечной компоненты скоростей в жидкости (турбулентных скоростей) как функция крутизны интенсивной НЧ волны

Выводы

- В условиях лабораторного эксперимента продемонстрирован эффект уменьшения интенсивности ветровой ряби и интенсивности РЛ сигнала после прохождения обрушающихся волн.
- Подавление интенсивности РЛ сигнала после обрушения волны оказывается существенно более сильным, чем уменьшение интенсивности ветровой см-дм-ряби, что, очевидно, связано с вкладом нелинейных структур (паразитной капиллярной ряби и toe-bulge структур) на профиле ветровых волн.
-
- Показано, что интенсивность РЛ сигнала, а также интенсивность турбулентных скоростей как функции крутизны интенсивной НЧ волны носят “квазипороговый характер” при приближении крутизны к критическому значению.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ !