

**Лабораторные исследования
радиолокационного рассеяния на
поверхностных волнах в присутствии
вертикально ориентированных
плавающих в воде пластиковых пленках**

Доброхотов Владимир Андреевич

Ермаков Станислав Александрович

Сергиевская Ирина Андреевна

Хазанов Григорий Ефимович

Экологическая проблема

Поступление пластикового мусора в океан в последние десятилетия достигает угрожающего масштаба, представляя серьезную экологическую угрозу морским экосистемам

Макропластик, т.е. плавающие на поверхности или в приповерхностном слое воды пластиковые объекты с размерами порядка единиц – десятков сантиметров и более может оказывать существенное влияние на распространение мелкомасштабных ветровых волн см-дм-диапазона длин, что может служить физической основой для развития методов радиолокационной диагностики

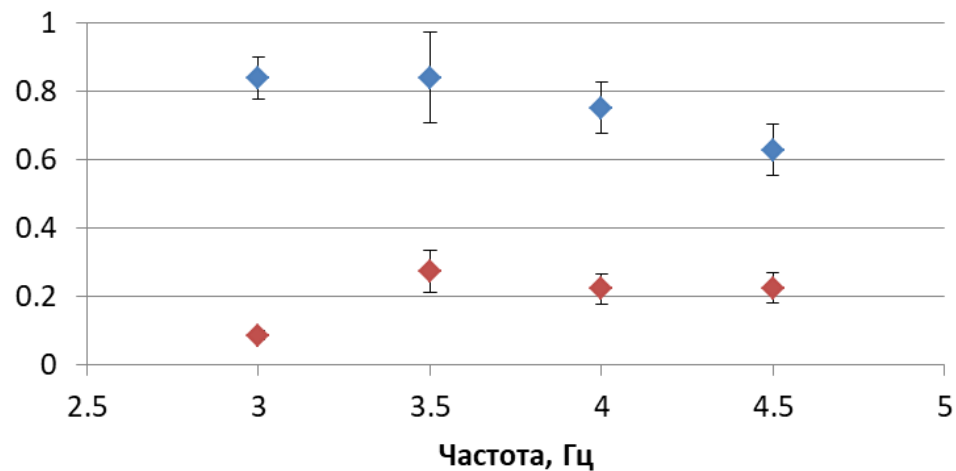


Работа выполнена в рамках проекта РФФ: «Исследование влияния плавающих пластиковых объектов и биогенных пленок на распространение поверхностных волн в приложении к проблеме радиолокационного зондирования пластикового мусора в океане»

(23-17-00167)

Ослабление ГКВ в присутствии ПЭ- пленки

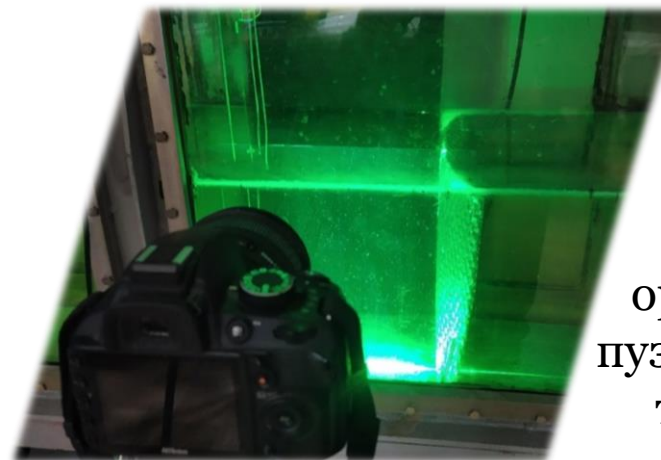
Коэффициенты прохождения и отражения поверхностных ГКВ в зависимости от частоты падающей волны



◆ Апр / Апад ◆ Аотр / Апад

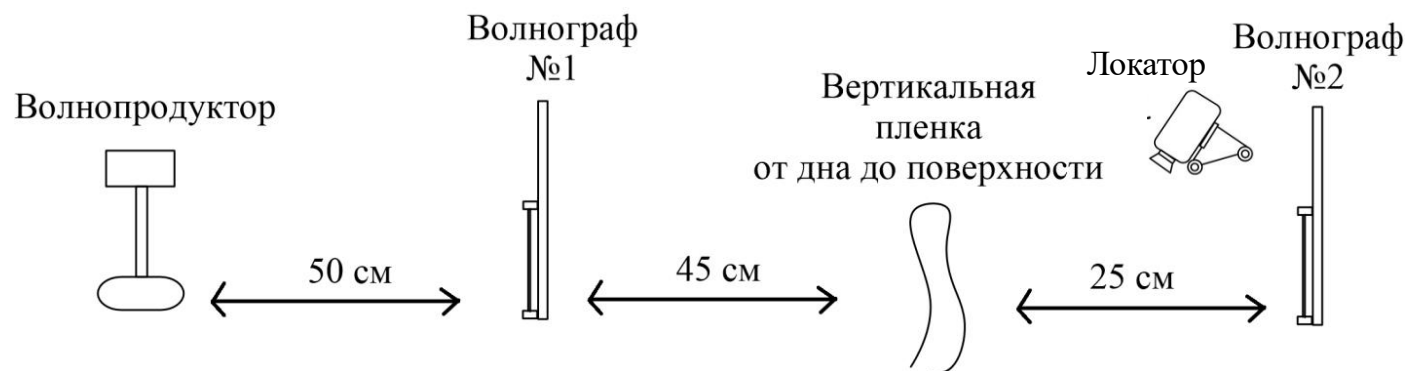
$$K_{пр} = \frac{A_{пр}}{A_{пад}}$$

$$K_{отр} = \frac{A_{отр}}{A_{пад}}$$



$\lambda_{ГКВ}$: 8 – 17 см
 kA : 0.1 – 0.3

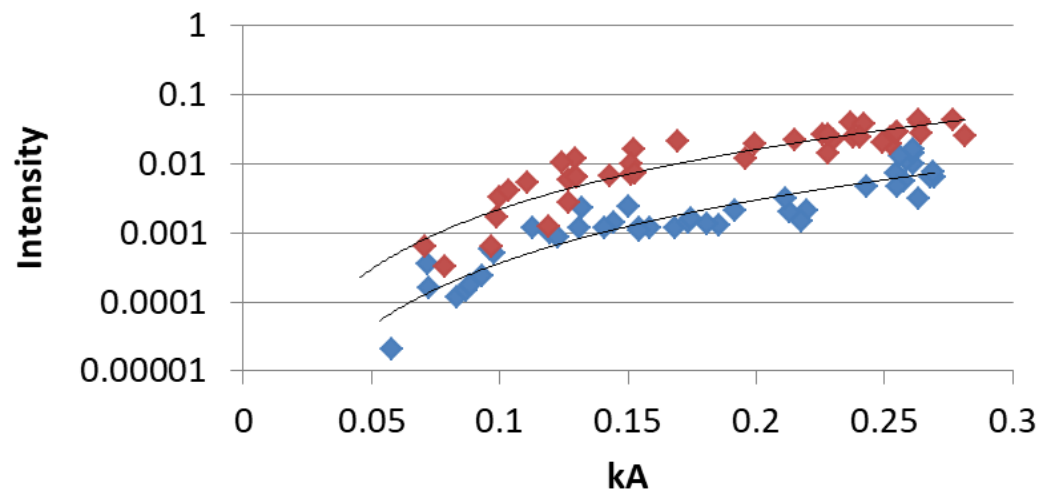
Вертикально ориентированная пузырчатая пленка с толщиной 2 мм



Исследование РЛ рассеяния Ka-диапазона гравитационно-капиллярными волнами

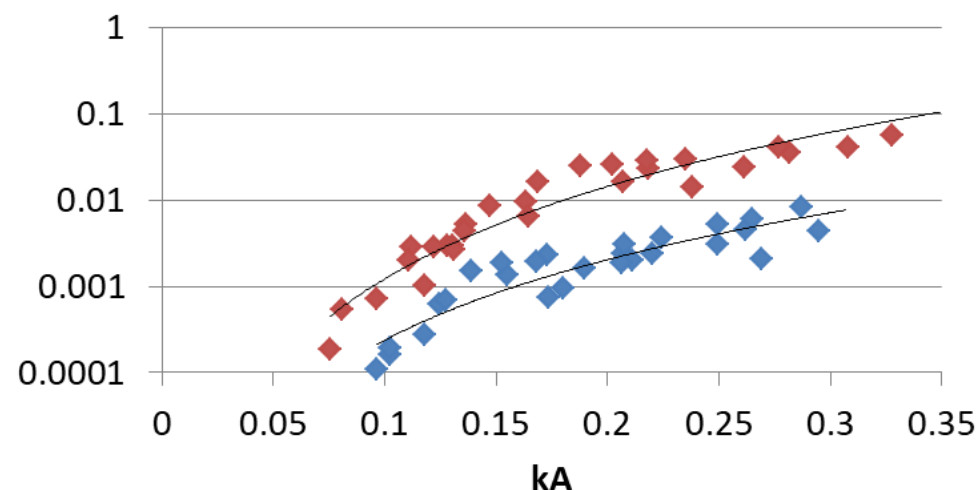
(длина эм. волны 8.7 мм)

Пятно локатора попадало в область сразу за вертикальной пленкой



◆ Без пленки ◆ С пленкой

4 Гц ГКВ



◆ Без пленки ◆ С пленкой

3 Гц ГКВ

Усиление интенсивности обратного РЛ рассеяния после ПЭ пленки. При удалении пятна локатора от края пленки на несколько длин волн **интенсивность рассеяния изменяется** (уменьшается по сравнению с интенсивностью рассеяния сразу за вертикальной пленкой)

Доплеровский сдвиг частоты РЛ сигнала

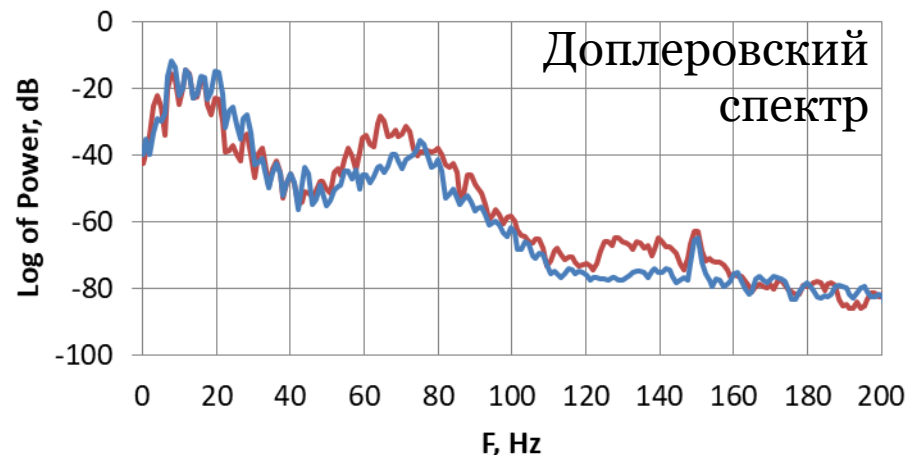
$$\omega_d = 2k_e \sin(\theta) V$$

k_e - волновое число падающей электромагнитной волны

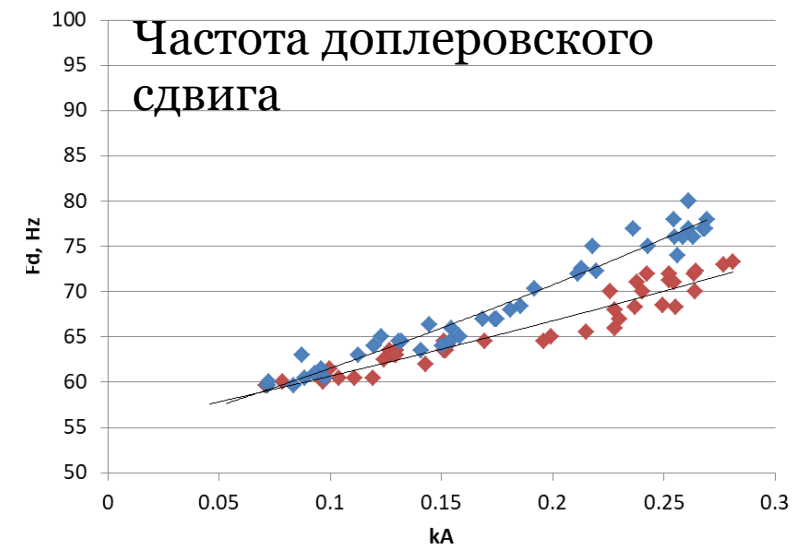
θ - угол падения

V – скорость рассеивателей

Вклад коротких капиллярных волн, возбуждаемых колебаниями вертикально ориентированной пленки, в общем случае обратное РЛ рассеяние

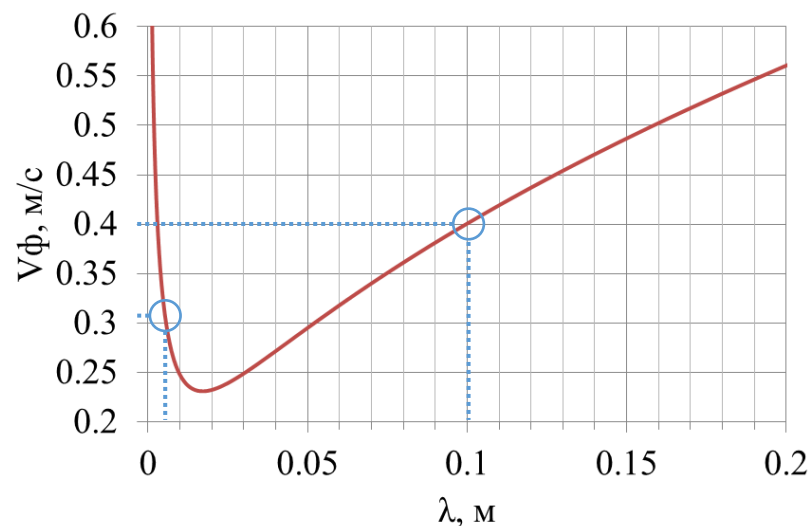


— С пленкой — Без пленки



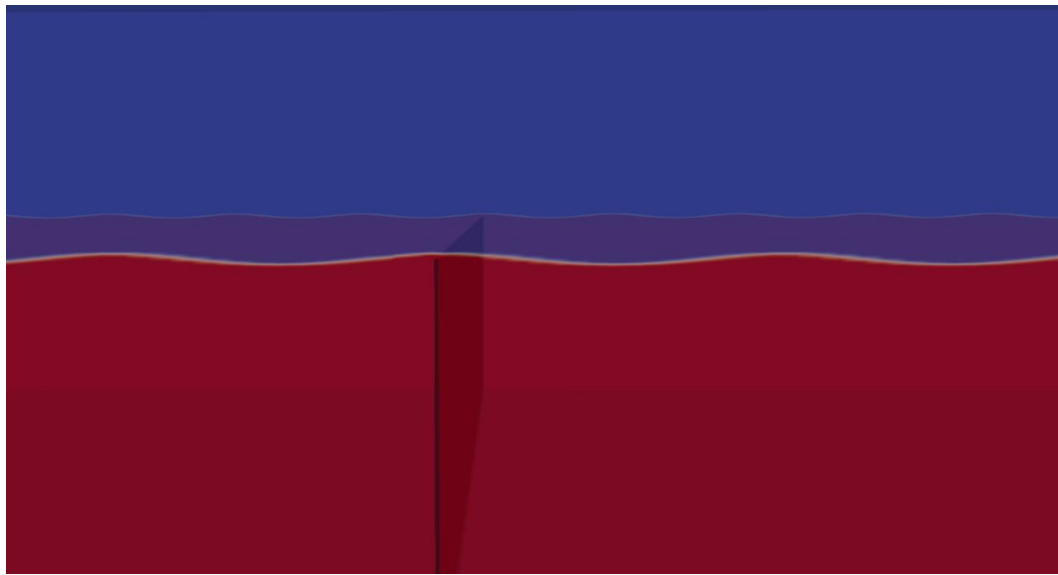
◆ С пленкой ◆ Без пленки

$$\omega^2 = gk + \sigma k^3 / \rho$$

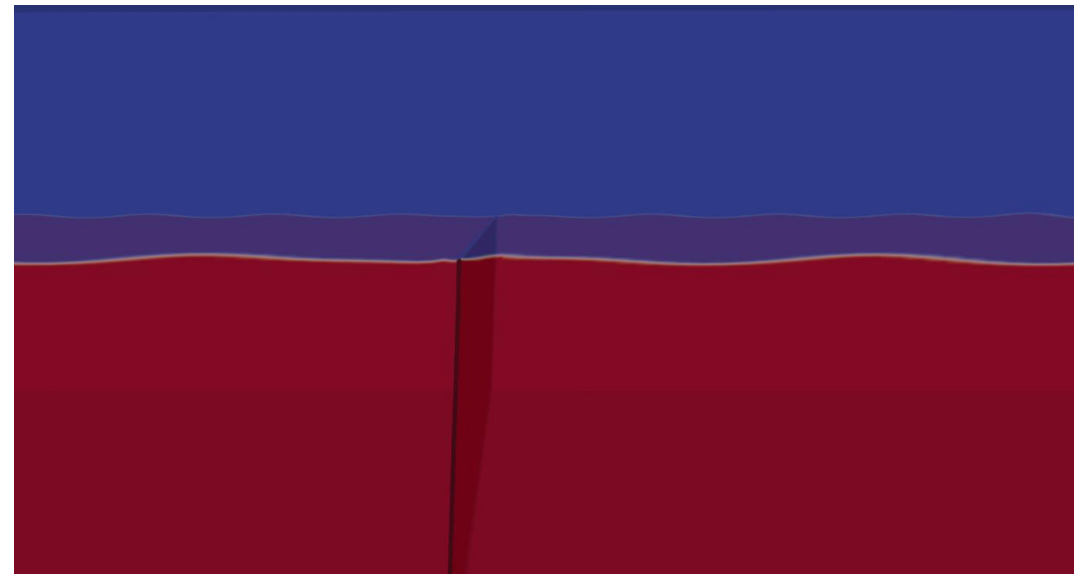


Численные расчеты в среде OpenFoam

В начальный момент (1) волна распространяется свободно. В момент начала колебания пленки в поле волны (пленка в отклоненном состоянии), рядом с ней появляются небольшие возмущения (2), распространяющиеся дальше.



(1)



(2)

Результаты

Гравитационно-капиллярные волны слабо затухают при прохождении области с вертикально ориентированной полиэтиленовой пленкой;

При этом интенсивность обратного радиолокационного рассеяния вблизи полиэтиленовой пленки **увеличивается** по сравнению с интенсивностью в отсутствие пленки. Эффект ослабевает при удалении от пленки

Поверхностные гравитационно-капиллярные волны возбуждают колебания вертикально ориентированной пленки, что приводит к генерации вторичных коротких капиллярных волн, вносящих вклад в обратное рассеяние и быстро затухающих с расстоянием, что подтверждается проведенными численными расчетами в среде OpenFoam