

Экспериментальное исследование затухания волн на поверхности воды, покрытой несплоченным льдом в приложении к проблеме дистанционного зондирования

Ермаков С.А. (1, 2), Лазарева Т.Н.(1), Лещев Г.В. (1), Капустин И.А. (1,2), Вострякова Д.В. (1)

(1)Институт прикладной физики РАН, Нижний Новгород, Россия

(2)Волжский государственный университет водного транспорта

Введение

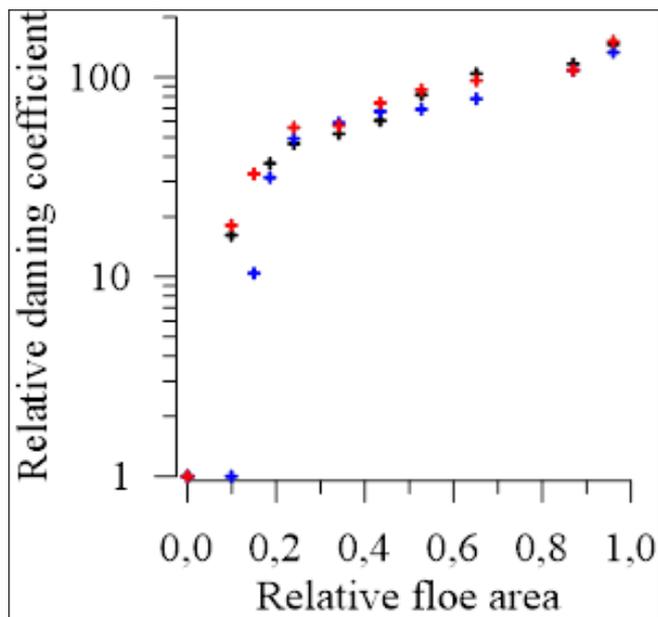
Дистанционное зондирование ветровых волн, распространяющихся в областях водной поверхности, покрытых льдом на начальных этапах его формирования, является актуальной задачей для картографирования ледовых зон и их динамики. Другой аспект проблемы - изучение возможности различия ледовых зон и разливов нефти и нефтепродуктов, а также зон локального уменьшения скорости приводного ветра на радиолокационных изображениях. Настоящее исследование направлено на моделирование процесса затухания поверхностных волн имитаторами льдин в лабораторных и натуральных экспериментах.

Лабораторный эксперимент

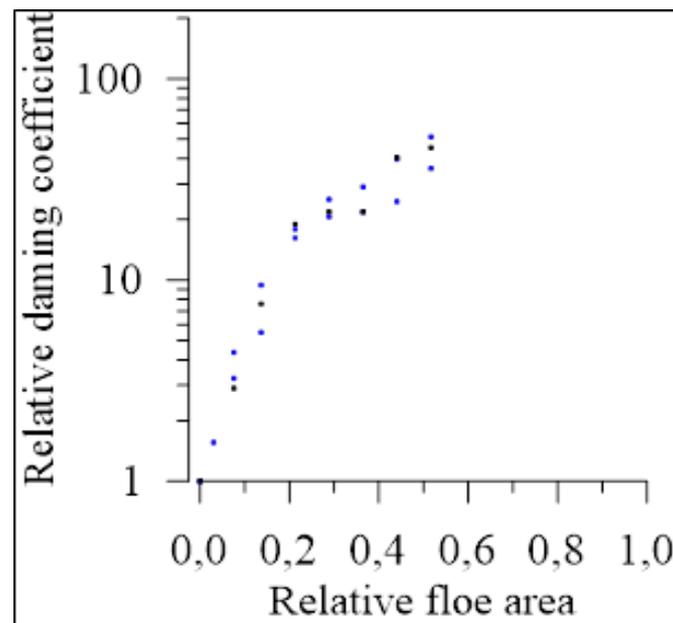
Лабораторные эксперименты проводились в контейнере, установленном на вибростенде, наполненной дистиллированной водой. Поверхностные гравитационно-капиллярные волны (ГКВ) заданных частот параметрически генерировались при амплитуде колебаний, превышающей некоторый пороговый уровень. По измеренному значению пороговой амплитуды методом параметрически возбуждаемых волн был получен коэффициент затухания волны. В качестве имитаторов льдин использовались тонкие пластинки из целлюлозы двух разных размеров, плотность которых приблизительно равна плотности льда.

Зависимости относительного коэффициента затухания при различных соотношениях между длиной волны на поверхности и размерами льдины в зависимости от площади покрытия:

Размер «льдин»: 0,75 см * 0,75 см



Размер «льдин»: 0,35 см * 0,35 см



Красные символы - 8,8 Гц, черные - 9,7 Гц, синие - 11,8 Гц.

Затухание гравитационно-капиллярных волн при наличии льдин, сопоставимых по размеру с ГКВ, может быть на один-два порядка больше, чем затухание волн за счет нерастяжимой пленки.

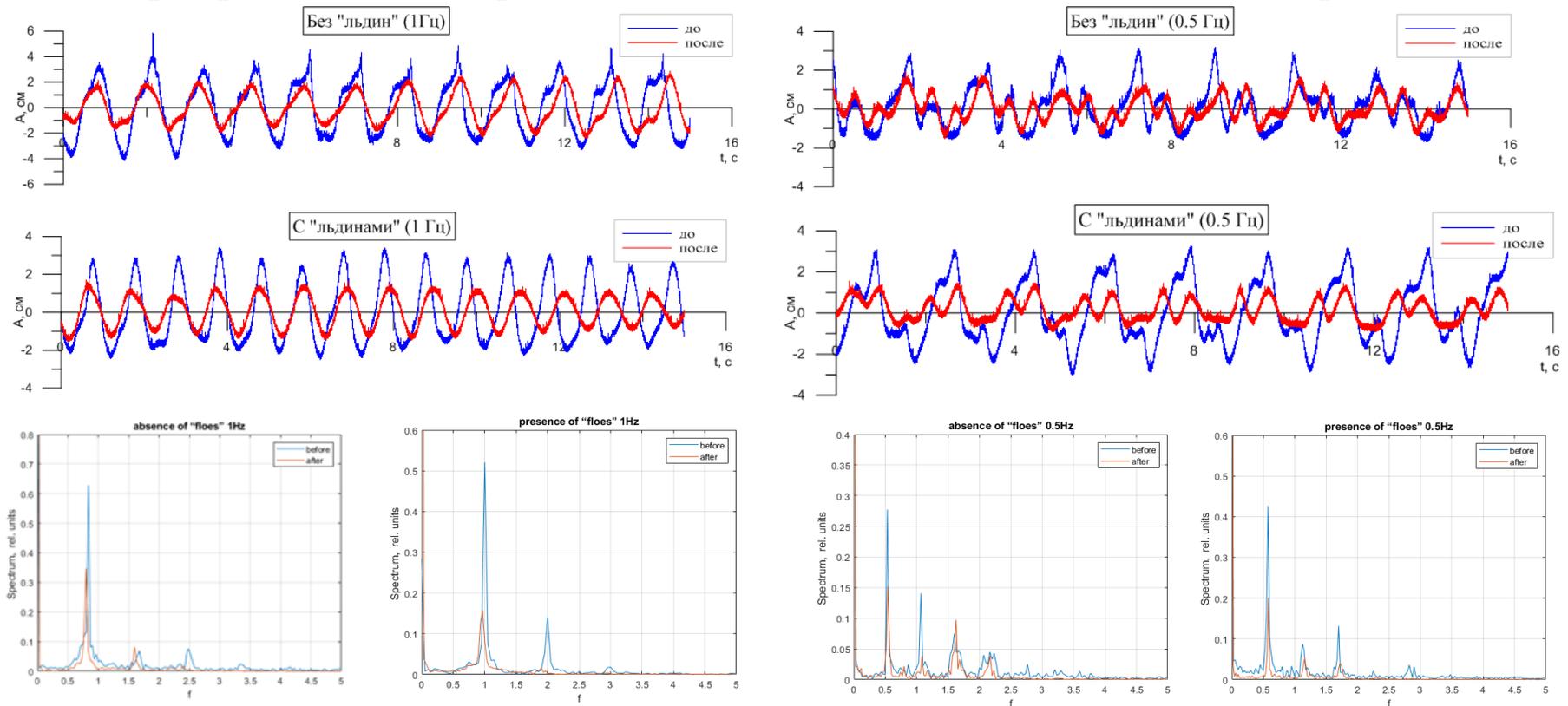
Натурный эксперимент.

Натурные эксперименты были проведены на Горьковском водохранилище с использованием исследовательского судна-катамарана ИПФ РАН «Геофизик». Куски фанеры размером в несколько раз меньше исследуемых длин волн использовались как имитаторы льдин и размещались между баллонами катамарана. Рассматривалось затухание поверхностных волн на ветровом волнении и волнении вызванном механически вертикально колеблющимся моторным катером. Амплитуда волн измерялась волнографами, установленными на носу и корме катамарана.

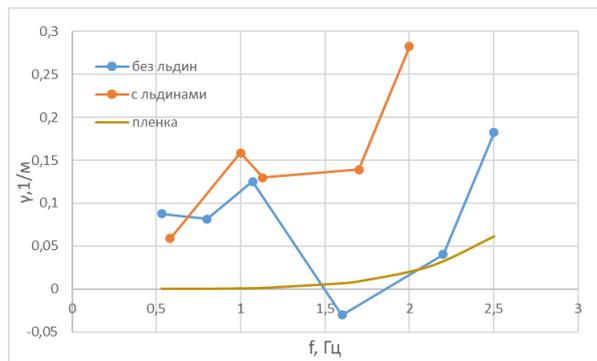


Затухание механически-возбуждаемых волн

Осциллограммы поверхностных волнах до и после прохождения между корпусами катамарана с / без фанерных «льдин» на разных частотах волн и соответствующие им спектры амплитуд



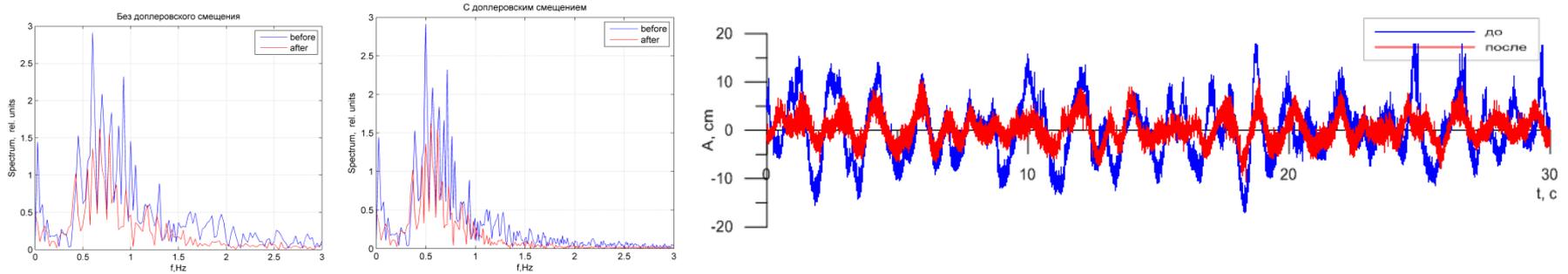
Зависимость полученного коэффициента затухания от частоты при отсутствие льдин(синий), при наличие льдин(оранжевый), теоретическая зависимость коэффициента затухания из-за пленки от частоты (желтый)



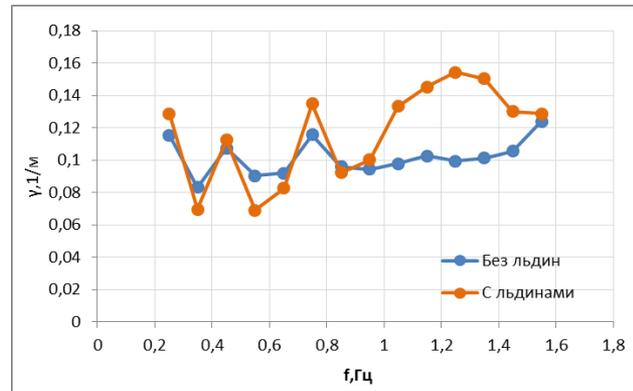
→ Увеличение коэффициента затухания на высших гармониках свидетельствует о сглаживании волны после прохождения «ледяного» слоя.

Затухание ветрового волн

Осциллограмма поверхностных волн до и после прохождения между корпусами катамарана в присутствии фанерных «льдин» и соответствующий спектр амплитуд (без/с учетом доплеровского смещения). Скорость ветра 3 м/с. Скорость движения катамарана 2.3 км/ч.



Зависимость полученного коэффициента затухания ветровых волн от частоты при отсутствие льдин (синий), при наличие льдин (оранжевый)



Измеренный коэффициент затухания ветровых волн с учетом поправки на доплеровский эффект согласуются с затуханием механически-возбуждаемых волн

Выводы

Как показали исследования, затухание волн на льдинах, наблюдаемое как в лабораторных, так и в натуральных экспериментах, может быть сопоставимо или больше затухания волн из-за пленок сырой нефти / нефтяной эмульсии, что указывает на то, что проблема различения, например, ледяного сала и разливов нефти на радиолокационных изображениях может оказаться достаточно сложной.