

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИПФ РАН,
академик РАН Г.Г. Денисов



«10» июля 2024 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики им. А.В. Гапонова-Грехова Российской академии наук» (ИПФ РАН)

по диссертации Доброхотова Владимира Андреевича «Экспериментальное исследование влияния изменчивости гравитационно-капиллярных волн в присутствии пленок и обрушений на морской поверхности на микроволновое рассеяние Ка-диапазона» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по научной специальности: 1.6.17. Океанология.

Работа выполнена в отделе радиофизических методов в гидрофизике (отд. 220) Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики им. А.В. Гапонова-Грехова Российской академии наук».

Научный руководитель – Ермаков Станислав Аленксандрович, заведующий отделом радиофизических методов в гидрофизике ИПФ РАН, доктор физико-математических наук.

В 2021 г. соискатель учёной степени окончил магистратуру в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского" по направлению подготовки 03.04.03. Радиопизика.

Сроки обучения в аспирантуре Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики им. А.В. Гапонова-Грехова Российской академии наук»: с 1 сентября 2021 года по 31 августа 2024 года..

Свидетельство об окончании аспирантуры № 105200 00000023 от 10 июля 2024 года.

В период подготовки диссертации соискатель Доброхотов Владимир Андреевич работал стажером-исследователем в отделе радиофизических методов в гидрофизике (отд. 220) Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики им. А.В. Гапонова-Грехова Российской академии наук».

Личное участие аспиранта в получении результатов, изложенных в диссертации

Все приведенные в диссертации результаты получены либо лично аспирантом, либо при его непосредственном участии. В частности, аспирантом выполнены все

присутствующие в работе лабораторные эксперименты, также проведена обработка полученных в ходе работы данных.

Научная новизна и основные результаты диссертационного исследования

1. Получено, что значения поляризационного отношения (VV/HH) для случая чистой поверхности находятся между значениями, предсказываемыми Брэгговской теорией и значением неполяризованного рассеяния. Поляризационное отношение уменьшается с ростом крутизны волны.

2. Показано, что паразитная капиллярная рябь отвечает в большей степени за Брэгговскую компоненту рассеяния, в то время как валообразные bulge / toe структуры вблизи гребня волны за неполяризованную (квази зеркальную) компоненту.

3. Показано ослабление интенсивности обратного радиолокационного рассеяния на мелкомасштабном ветровом волнении после прохождения обрушающихся длинных волн за счет подавления мелкомасштабных волн гидродинамической турбулентностью, формируемой при обрушении длинных волн.

4. Получено, что паразитная капиллярная рябь и bulge/toe структуры на профиле крутых гравитационно-капиллярных волн подавляются полиэтиленовыми пленками, причем, паразитная капиллярная рябь, аналогично случаю пленок поверхностно-активных веществ, подавляется сильнее, чем bulge/toe структуры, что приводит, с одной стороны, к снижению полной интенсивности радиолокационного сигнала, а с другой - к росту относительного вклада неполяризованной компоненты рассеяния.

5. Обнаружено значительное ослабление интенсивности радиолокационного сигнала в подветренной по отношению к пленке области волнения – эффект “следа” пластикового мусора, величина эффекта зависит от азимутального угла, под которым проводится зондирование.

Степень достоверности результатов проведенных исследований

Все представленные результаты диссертационного исследования являются достоверными и обоснованными. В работе применялись надежные и апробированные методы и подходы. Положения и основные результаты диссертационной работы опубликованы в рецензируемых российских и зарубежных научных журналах и подвергались оценке независимых международных экспертов. Результаты докладывались на всероссийских и международных симпозиумах, конференциях, школах и обсуждались на научных семинарах.

Практическая и теоретическая значимость результатов исследования

Результаты диссертационной работы углубляют понимание механизмов радиолокационного рассеяния Ка-диапазона на гравитационно-капиллярных волнах, в том числе, в присутствии пленок поверхностно-активных веществ малой концентрации, сильно нелинейных обрушивающихся волн, а также полиэтиленовых пленок.

Полученные численные зависимости для интенсивности обратного радиолокационного рассеяния, а также связанный с этим вклад паразитной капиллярной

ряби и bulge/toe структур в компоненты этого рассеяния на гравитационно-капиллярных волнах на поверхности воды, покрытой пленкой ПАВ, могут иметь значение для разработки методов дистанционного зондирования морской поверхности.

Полученный в ходе экспериментального моделирования эффект ослабления радиолокационного рассеяния после обрушения длинной волны может помочь в понимании физических механизмов затухания, а также представляет пользу для дальнейшего развития методов корректной интерпретации радиолокационных данных морской поверхности.

Полученные в ходе экспериментального моделирования коэффициенты затухания и зависимости интенсивности обратного радиолокационного рассеяния Ka-диапазона от толщины пленки представляют пользу при измерении сигнала обратного микроволнового рассеяния в области скопления пластикового мусора.

Список работ, опубликованных в журналах из Перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук

1. Ermakov, S.A.; Dobrokhotov, V.A.; Sergievskaya, I.A.; Kapustin, I.A. Suppression of Wind Ripples and Microwave Backscattering Due to Turbulence Generated by Breaking Surface Waves. *Remote Sens.* 2020, 12, 3618.
2. S. A. Ermakov, I. A. Sergievskaya, V. A. Dobrokhotov and T. N. Lazareva, "Wave Tank Study of Steep Gravity-Capillary Waves and Their Role in Ka-Band Radar Backscatter," in *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, vol. 60, pp. 1-12, 2022, Art no. 4202812
3. Stanislav A. Ermakov, Vladimir A. Dobrokhotov, Irina A. Sergievskaya, Ivan A. Kapustin, Alexander V. Kupaev, "Ka-band radar backscattering from breaking waves: wave tank study," *Proc. SPIE 11529, Remote Sensing of the Ocean, Sea Ice, Coastal Waters, and Large Water Regions 2020*, 115290S
4. С.А. Ермаков, И.А. Сергиевская, В.А. Доброхотов, И.А. Капустин, А.В. Купаев "К вопросу о физической природе рассеяния микроволнового излучения Ka-диапазона на взволнованной водной поверхности", *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса*. 2019. Т. 16. №6. С. 235–241
5. С.А. Ермаков, В.А. Доброхотов, Г.В. Лещев, О.А. Даниличева, Л.М. Плотников «Модельные эксперименты по исследованию влияния пластикового мусора на водной поверхности на характеристики радиолокационных сигналов Ka-диапазона» *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса*. 2024. Т. 21. № 1. С. 257-269
6. Доброхотов В.А., Ермаков С.А., Сергиевская И.А. «Лабораторное исследование особенностей радиолокационного рассеяния Ka-диапазона и затухания волн на воде, покрытой полиэтиленовой пленкой», *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса*. 2023. Т. 20. № 6. С. 247-257

Ценность научных работ диссертанта отражается высоким уровнем публикаций в рецензируемых международных. Они неоднократно обсуждались на различных конференциях и семинарах, получили высокую оценку ведущих специалистов и имеют высокую цитируемость.

Результаты, представленные в диссертационной работе, в полной мере изложены в работах, опубликованных соискателем ученой степени. Формулировки результатов изложены в соответствии с личным вкладом автора в каждую из опубликованных статей. Ссылки на источники заимствования материалов оформлены корректно.

Научная специальность, которой соответствует диссертация: 1.6.17. Океанология.

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

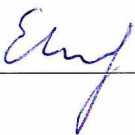
Диссертация соответствует критериям, установленным в соответствии с Федеральным законом Российской Федерации от 23 августа 1996 года № 127-ФЗ "О науке и государственной научно-технической политике".

Диссертация «Экспериментальное исследование влияния изменчивости гравитационно-капиллярных волн в присутствии пленок и обрушений на морской поверхности на микроволновое рассеяние Ка-диапазона» Доброхотова Владимира Андреевича рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по научной специальности: 1.6.17. Океанология.

Настоящее заключение составлено на основании решения Ученого совета отделения геофизических исследований и Центра гидроакустики ИПФ РАН по проведению итоговой аттестации по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности: 1.6.17. Океанология.

Присутствовало на заседании 14 чел.

Результаты голосования: «за» – 14 чел., «против» – 0 чел., «воздержалось» – 0 чел.
протокол № 9 от « 27 » июня 2024 г.



Мареев Евгений Анатольевич,
доктор физико-математических наук,
Председатель Ученого совета отделения
геофизических исследований



Шаталина Мария Викторовна,
кандидат физико-математических наук,
Учёный секретарь отделения геофизических
исследований