

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор Федерального государственного  
бюджетного учреждения науки «Института



## ОТЗЫВ

### ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

НА

ДИССЕРТАЦИОННУЮ РАБОТУ ДАНИЛИЧЕВОЙ ОЛЬГИ АРКАДЬЕВНЫ  
«ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ЭВОЛЮЦИИ ПЛЁНОЧНЫХ СЛИКОВ В ПОЛЕ  
ВЕТРОВОГО ВОЛНЕНИЯ И ИХ ПРОЯВЛЕНИЙ ПРИ РАДИОЛОКАЦИОННОМ И  
МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНОМ ЗОНДИРОВАНИИ МОРСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ»,  
ПРЕДСТАВЛЕННУЮ К ЗАЩИТЕ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА  
ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ НАУК  
ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ 1.6.17- ОКЕАНОЛОГИЯ.

Диссертационная работа Даниличевой Ольги Аркадьевны посвящена применению методов дистанционного зондирования для исследования сликовых структур на морской поверхности и изменчивости ветрового волнения, в частности, спутниковым наблюдениям пленочных сликов на водной поверхности с целью исследования механизмов растекания пленок в поле ветровых волн и в приложении к восстановлению скоростей морских течений, анализу спутниковых и экспериментальных данных по радиолокационному наблюдению обрушающихся ветровых волн, исследованию влияния фитопланктона на характеристики оптических и радиолокационных микроволновых сигналов обратного рассеяния.

**Актуальность темы диссертации** определяется растущим значением дистанционных методов исследований и контроля состояния морской среды. Разливы нефти и биогенные пленки существенно изменяют отражательные свойства морской поверхности в различных диапазонах электромагнитных волн оптического и радиодиапазонов. Понимание динамики такой поверхности позволяет существенно повысить точность и оперативность определения характеристик, качество прогноза распространения плёночных загрязнений. Такие исследования являются актуальными и представляют огромный интерес для развития методов экологического дистанционного мониторинга океана, прибрежных зон и внутренних водоемов.

Результаты работы, безусловно, имеют большое **научное и практическое значение**, а именно:

1. Разработанная физическая модель, описывающая динамику тонких плёночных разливов на морской поверхности, которая учитывает влияние ветровых волн на деформацию плёнки, поможет улучшить существующие модели, ориентированные на прогнозирование распространения антропогенных загрязнений.

2. Результаты, полученные в ходе натурных экспериментов по исследованию взаимосвязи между интенсивностью обратного радиолокационного рассеяния поверхности водоёма и концентрацией фитопланктона, а также из анализа спутниковых мультиспектральных изображений различных плёнок на поверхности воды, могут быть полезны для развития методов экологического мониторинга внутренних водоемов и прибрежных зон океана.

3. Исследование взаимосвязи между геометрией сликовых структур на поверхности моря и структурой поля поверхностных течений может выступать основой для дальнейшего развития методов корректной интерпретации спутниковых изображений сложных сликовых структур.

4. Результаты радиофизических экспериментов по исследованию обратного радиолокационного рассеяния от морской поверхности в присутствии длинных ветровых волн, в частности, исследование вклада небрэгговской компоненты в радиолокационный сигнал и понимание механизмов образования этой компоненты будут полезны, например, для разработки улучшенной комбинированной модели обратного радиолокационного рассеяния.

**Достоверность результатов** подтверждается публикациями в авторитетных профессиональных изданиях, выступлениями автора на научных конференциях. В тексте диссертации даны необходимые сведения, позволяющие убедиться в корректности предлагаемых подходов и полученных результатов.

**Личный вклад автора** адекватно представлен в тексте диссертации и реферата. Все приведенные в диссертации результаты получены либо лично автором, либо при его непосредственном участии.

**Структура и объем диссертации** следует общепринятым стандартам: введение, четыре главы, заключение, список литературы. Работа иллюстрирована высококачественными фотографиями и графиками. Список литературы включает 98 источников. Общий объем работы – 111 страниц, включая иллюстрации и таблицы.

Во **Введении** обосновывается актуальность темы исследования, ставятся цели и задачи работы, приводятся положения, выносимые на защиту, научная новизна и достоверность полученных результатов, сведения об апробации работы, личный вклад автора, информация о публикациях автора, а также краткое содержание работы.

**Первая глава** посвящена дистанционным наблюдениям тонких плёночных разливов на взволнованной поверхности водоёмов и исследованию механизмов их растекания в поле

ветровых волн. В данной главе обозначаются основные проблемы, связанные с дистанционным зондированием антропогенных загрязнений и прогнозированием их распространения, и сформулирована постановка задачи. На основе проведенных натуральных и лабораторных экспериментов предложена физическая модель, описывающая растекание плёночных slickов на поверхности воды в поле ветровых волн с учётом действия дополнительных напряжений, индуцированных затухающими в области плёнки короткими ветровыми волнами. Показано соответствии теоретических расчётов с данными натуральных экспериментов.

Во **второй главе** приведено исследование геометрии сложных slickовых структур на поверхности моря, проявляющихся на спутниковых радиолокационных изображениях в виде темных нитевидных полос и ассоциирующихся с биогенными плёнками, и их взаимосвязь с полями поверхностных течений в данной области. На основе анализа последовательных спутниковых радиолокационных изображений таких slickовых структур на поверхности Балтийского моря и полученных по этим изображениям полей поверхностных течений с помощью метода максимальной кросс-корреляция показано, что существенный недостаток данного метода связан с некорректной оценкой компонент скорости, направленных вдоль slickовых полос. Показано, что использование специальной обработки – «отслеживания» локальных slickовых неоднородностей в дополнение к методу максимальной кросс-корреляции позволяет точнее восстановить поле скорости поверхностных течений.

**Третья глава** посвящена комплексному исследованию влияния фитопланктона (и его концентрации) на интенсивность обратного радиолокационного рассеяния поверхности водоёмов. В данной главе описана методика проведения комплексных радиофизических натуральных исследований зон цветения фитопланктона во внутреннем водоёме. Представлены данные, полученные в ходе таких исследований, из анализа которых показано, что в областях высокой концентрации фитопланктона возможно образование толстых биогенных плёнок на поверхности воды, которые наблюдаются на мультиспектральных изображениях как области повышенной яркости, а в радиолокационных сигналах как области пониженной интенсивности за счёт гашения мелкомасштабной ветровой ряби в данных областях. Показано, что контрасты толстых биогенных плёнок в ближнем и коротковолновом инфракрасных диапазонах существенно отличаются от тонких биогенных плёнок и плёнок ПАВ. При этом контрасты толстых биогенных плёнок в коротковолновом инфракрасном диапазоне качественно сходны с нефтяными, а в ближнем инфракрасном диапазоне наблюдается их существенное различие.

**Четвертая глава** посвящена исследованию особенностей радиолокационного рассеяния от обрушающихся длинных ветровых волн. В данной главе описаны натурные эксперименты по модуляции радиолокационного рассеяния, вызванного ветровыми волнами. На основе анализа результатов выполненных экспериментов показано, что присутствие плёнки на поверхности воды

приводит к увеличению разницы между доплеровскими сдвигами для брэгговской и неполяризованной компонент радиолокационного сигнала. Дано объяснение данного эффекта.

В **Заключении** сформулированы основные результаты, полученные в диссертации.

Основные научные результаты, изложенные в диссертации, с достаточной степенью полноты опубликованы в 21 печатной работе, из которых 13 – в реферируемых журналах из текущего списка ВАК.

К диссертации имеются следующие **вопросы, замечания и рекомендации на будущее:**

1. В третьей главе сделан акцент на проявление толстых биогенных плёнок в коротковолновом инфракрасном диапазоне, однако в этом диапазоне представленные данные достаточно разрежены. Возможно, имеет смысл проанализировать также данные спутниковых гиперспектральных сенсоров.

2. В четвертом положении, выносимом на защиту, утверждается, что наличие пленки на морской поверхности увеличивает разницу между доплеровскими сдвигами для брэгговской и неполяризованной компонент, однако не конкретизировано наличием какого типа плёнки обусловлен этот эффект.

3. Во второй главе автору следовало бы более подробно остановиться на описании разнообразных методов анализа оптического потока для расчета воспринимаемых движений, так как кросскорреляционный метод, хоть и наиболее употребимый вследствие сравнительной простоты, действительно имеет серьезные недостатки и многократно совершенствовался в приложении к разным объектам исследования.

Сделанные замечания, однако, ни в коей мере не снижают ценности диссертационной работы.

Из сказанного выше следует, что автором выполнено фундаментальное исследование по проблемам исследования и дистанционной диагностики плёночных снимков различной природы в поле ветрового волнения на морской поверхности. Тема диссертации актуальна, а для полученных результатов характерна новизна и достоверность, научные положения и выводы обоснованы и убедительны и представляют высокую научную значимость. Результаты могут быть успешно использованы при анализе фундаментальных аспектов дистанционного зондирования Мирового океана в Институте космических исследований РАН.

Основные научные результаты работы опубликованы в ведущих отечественных журналах, представлялись на международных и российских конференциях и семинарах.

Диссертация Даниличевой О.А. является завершённым трудом, тема её актуальна, а полученные результаты новы и значимы. Исследования основаны на фактическом материале – результатах натурных и лабораторных экспериментов с применением современной аппаратуры и

методов обработки, анализа данных. Достоверность, научные положения и выводы обоснованы и убедительны. Работа обсуждалась на семинаре Института космических исследований РАН.

Диссертационная работа Даниличевой Ольги Аркадьевны «Исследование особенностей эволюции плёночных снимков в поле ветрового волнения и их проявлений при радиолокационном и мультиспектральном зондировании морской поверхности» полностью соответствует всем требованиям пп. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ №842 от 24.09.2013 г., в действующей редакции, а автор достоин присвоения степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.6.17 — океанология.

Отзыв подготовили:

к.ф.м.н., с.н.с. лаборатории  
аэрокосмической радиолокации

ФГБУН Институт космических исследований РАН

117997, г. Москва, ул. Профсоюзная, 84/32

+7(495) 333-52-12; e-mail: [mi.mityagina@gmail.com](mailto:mi.mityagina@gmail.com);

<https://iki.cosmos.ru>

Митягина Марина Ивановна

д.ф.м.н., зав. отделом «Исследования  
Земли из космоса» ИКИ РАН

ФГБУН Институт космических исследований РАН

117997, г. Москва, ул. Профсоюзная, 84/32

+7(495) 333-52-12; e-mail: [pldime@gmail.com](mailto:pldime@gmail.com);

<https://iki.cosmos.ru>

Ермаков Дмитрий Михайлович

Подписи Ермакова Д.М. и Митягиной М.И. удостоверяю:

ученый секретарь ФГБУН  
Институт космических исследований РАН  
кандидат физико-математических наук



Садовский Андрей Михайлович

11 сентября 2024 г., Москва