

ОТЗЫВ

**официального оппонента на диссертацию Даниличевой Ольги Аркадьевны
«ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ЭВОЛЮЦИИ ПЛЁНОЧНЫХ СЛИКОВ В
ПОЛЕ ВЕТРОВОГО ВОЛНЕНИЯ И ИХ ПРОЯВЛЕНИЙ ПРИ
РАДИОЛОКАЦИОННОМ И МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНОМ ЗОНДИРОВАНИИ
МОРСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ», представленную на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук по специальности**

1.6.17 - Океанология

Диссертация Даниличевой Ольги Аркадьевны посвящена: (1) разработке новой физической модели, описывающей растекание плёнки на взволнованной поверхности воды, учитывающей влияние волнения на деформацию разлива; (2) анализу взаимосвязи радиолокационного сигнала, концентрации фитопланктона и характеристик биогенных плёнок при зондировании внутреннего водоёма; (3) исследованию связи геометрии сложных сликовых структур на поверхности моря со структурой поля поверхностных течений; (4) исследованию влияния нелинейных эффектов обрушения волн на обратное радиолокационное рассеяние; (5) анализу затухания волн при прохождении дрейфующего льда по радиолокационным данным и описанию обратного радиолокационного рассеяния от морской поверхности в присутствии льда.

Актуальность выбранной темы определяется растущим интересом к исследованиям геометрии сликов, связанных с наличием на морской поверхности антропогенных загрязнений, например, пленок нефтепродуктов, в том числе при решении задач дистанционного зондирования океана. Это связано с необходимостью качественного прогнозирования распространения антропогенных загрязнений для оперативной организации работ по их ликвидации. Однако, в настоящее время понимание процессов, контролирующих эволюцию плёнок на поверхности воды, остается довольно ограниченным, в частности ввиду явного недостатка данных по растеканию плёнок в натуральных условиях.

Диссертация состоит из Введения, четырех глав, Заключения и списка литературы, который насчитывает 98 наименований. 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.

Во второй главе приведено исследование геометрии сложных сликовых 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.

Третья глава посвящена комплексному исследованию влияния фитопланктона (и его концентрации) на интенсивность обратного радиолокационного рассеяния поверхности водоёмов.

Четвертая глава посвящена исследованию особенностей радиолокационного рассеяния от обрушающихся длинных ветровых волн.

В Заключение кратко изложены основные научные результаты, полученные в диссертации.

Основными научными достижениями диссертационной работы, которые определяют ее новизну, являются следующие:

(1). В ходе натурных экспериментов, в том числе подспутниковых, по растеканию плёночных разливов в присутствии ветрового волнения показано вытягивание сликов по направлению ветра, при этом продольный размер пятна пленки сильно зависит от скорости ветра и растёт быстрее поперечного размера, который, в свою очередь, от скорости ветра не зависит. Показаны различия в характере растекания плёнок с разными физическими характеристиками.

(2). На основе проведенных лабораторных экспериментов продемонстрировано влияние на динамику пленок индуцированных ГКВ напряжений, в частности возможность уравнивания ими градиента поверхностного натяжения и формирования стационарной границы плёнки.

(3). Разработана физическая модель, описывающая растекание плёнок на поверхности воды в присутствии ветрового волнения с учетом напряжений, индуцированных набегающими в область плёнки волнами. Для объяснения экспериментальных зависимостей продольных масштабов разливов от скорости ветра

предложена гипотеза о перетекании вещества с боковых частей пятна плёнки к его подветренной границе за счёт действия продольных компонент индуцированного напряжения.

(4). Из анализа данных комплексных радиофизических подспутниковых экспериментов по исследованию взаимосвязи между концентрацией хлорофилла и радиолокационным сигналом в исследуемом водоёме показано, что в областях высокой концентрации фитопланктона возможно образование толстых биогенных плёнок на поверхности воды, которые наблюдаются как на спутниковых мультиспектральных изображениях за счёт сгустков водорослей и частиц (пыли, цвета растений, пыльцы и др.), так и в радиолокационных сигналах за счёт гашения мелкомасштабной ветровой ряби в данных областях, при этом, чем больше концентрация хлорофилла, тем меньше интенсивность РЛ сигнала.

(5). Из анализа спутниковых мультиспектральных изображений биогенных плёнок и плёнок ПАВ показано, что контрасты тонких биогенных плёнок в ближнем инфракрасном диапазоне близки к контрастам перенасыщенных (немономолекулярных) пленок ПАВ, а в коротковолновом инфракрасном диапазоне контрасты тонких биогенных плёнок, как и в случае мономолекулярных пленок ПАВ, близки к 1 и сильно отличаются от контрастов перенасыщенных плёнок ПАВ.

(6). Из анализа структур поверхностных течений, восстановленных по последовательным спутниковым радиолокационным изображениям сложных плёночных структур на поверхности моря с помощью метода максимальной кросс-корреляции, и сравнения этих течений с геометрией плёнок показано частичное соответствие геометрии снимков со структурой поля поверхностных течений. Такое неполное соответствие может быть обусловлено как нестационарностью течений, которые могут быстрее меняться во времени, чем снимковые структуры, так и низкой точностью определения компонентов скорости течений, направленных вдоль снимковых полос, что является недостатком метода максимальной кросс-корреляции. Показано, что использование специальной обработки - «отслеживания» локальных снимковых особенностей позволяет более корректно восстановить скорости поверхностных течений, что приводит к лучшему соответствию геометрии снимков и структуры течений.

(7). На основе анализа результатов выполненных натурных экспериментов по РЛ зондированию ветрового волнения при умеренных ветрах показано, что обратное рассеяние характеризуется наличием коротких пиков, связанных с острыми гребнями

интенсивных, в том числе обрушивающихся, дециметровых волн. При этом интенсивности пиков на VV и HH поляризациях оказываются близкими по величине, что свидетельствует о существенно небрегговском характере рассеяния в областях обрушений, в областях вне гребней интенсивных ДВВ рассеяние приближенно можно охарактеризовать как близкое к брегговскому.

К диссертации имеются следующие вопросы и замечания.

- 1) На стр.4, в разделе Актуальность работы написано: «Одним из главных источников антропогенного загрязнения поверхности океана является нефть. А общее количество нефтепродуктов, попадающих в море, оценивается разными исследованиями от 6 до 12 млн. тон.». Было бы полезно поставить ссылку или ряд ссылок под этим утверждением, поскольку оценки нефтяного загрязнения Мирового океана и отдельных морей сильно расходятся. И точнее было бы говорить о нефтепродуктах, а не просто о нефти.
- 2) На стр. 5 написано: «Наиболее перспективными считаются радиолокаторы с синтезированной апертурой (РСА), работающие в СВЧ диапазоне, чья работа не ограничена погодными условиями (облачностью) и условиями освещенности (день/ночь), в отличие от других датчиков.». Это не совсем так, поскольку атмосферные фронты, дождевые ячейки и пр. влияют на корректное детектирование пленочных загрязнений. Кроме того, в тексте диссертации не упомянуты так называемые «РЛ-подобия» пленочных загрязнений, возникающие при ряде атмосферных и океанских процессах и явлений (ветровые тени, апвеллинги, шуга, внутренние волны, и пр.). Кроме того, детектирование пленок возможно только в диапазоне скорости ветра от 2-3 до 7-8 м/с.
- 3) На стр. 5-6 написано: «Следует сказать, что и антропогенные загрязнения, будучи достаточно “старыми” (т.е. на временах, существенно превышающих характерные времена растекания загрязняющих пленок) по своей структуре могут мало отличаться от биогенных пленок. Можно полагать, что на больших временах существования пленочных сликов их динамика должна существенно определяться полем приповерхностных течений.». Было бы полезно указать масштаб времени в явном виде.
- 4) В «Целях диссертации» (стр. 7), «Научной новизне» (стр. 8) и «Научной и практической значимости результатов» (стр. 11) указано, что важнейшим результатом работы является - «Разработана физическая модель, описывающая

динамику тонких плёночных разливов на морской поверхности, которая учитывает влияние ветровых волн на деформацию плёнки.». Однако, в «Положениях, выносимых на защиту» такого пункта в явном виде нет.

- 5) На стр 13, в разделе «Структура и объем работы» написано, что работа состоит из 5 глав, хотя в работе их всего 4.
- 6) На стр 14 написано (краткое содержание работы), что «Первая глава посвящена дистанционным наблюдениям тонких плёночных разливов на взволнованной поверхности водоёмов и исследованию механизмов их растекания в поле ветровых волн.». Однако, в детализации разделов 1.1. – 1.6. (кстати, они ошибочно пронумерованы как 2.1. – 2.6) сказано и о ДЗЗ, и о натурных и лабораторных исследованиях, теоретических оценках и о разработке физической модели.
- 7) На стр 26 перечислены используемые в работе спутники следующим образом – «...спутники семейства Sentinel [32] и Landsat [33].». Поскольку и тех и других спутников достаточно много и на них стоят разные приборы, то следовало бы точнее указать какие именно приборы и на каких спутниках использовались в работе.
- 8) На некоторых рисунках не указан пространственный масштаб, что затрудняет его интерпретацию (см., например, рис. 3.4, 3.6 и др.).
- 9) На стр 99 в качестве одного из результатов работы указано, что: «3. Из анализа смещений сложных сликовых структур по последовательным спутниковым радиолокационным изображениям морской поверхности, полученных с помощью метода максимальной кросс-корреляции, показано, что существенный недостаток данного метода связан с некорректной оценкой компонент скорости, направленных вдоль сликовых полос.». Это хорошо известный недостаток метода МСС, который можно было бы не указывать в результатах работы (отметим, что в положениях, выносимых на защиту его нет).

В работе есть и ряд мелких опечаток, например, на стр 2 в Оглавлении пункт 2.3. Натурный эксперимент должен быть под номером 3.2; на стр. 7 в Целях диссертационной работы написано: «...исследование влияния нелинейных эффектов обрушения волн на обратное рассеяние радара....». Список Литературы оформлен не по стандарту, поскольку во всех иностранных ссылках по-русски написан Том, номер и Страницы (С. вместо Р.), например, 8. Hoult D. P. Oil spreading on the sea //Annual review of fluid mechanics. – 1972. – Т. 4. – №. 1. – С. 341-368.

Несмотря на сделанные замечания, диссертация является важным вкладом в исследование пленочных загрязнений морской поверхности. Основные положения и выводы диссертации по существу хорошо обоснованы. Работа имеет и практическое значение, поскольку полученные результаты могут быть использованы для более точного анализа радиолокационных изображений морской поверхности с целью выделения антропогенных и естественных пленочных загрязнений.

Основные результаты диссертации получены автором лично, либо при непосредственном участии: проведение ряда натурных, в том числе подспутниковых, экспериментов и обработка полученных данных по растеканию плёночных разливов на поверхности воды, по исследованию взаимосвязи между концентрацией хлорофилла и радиолокационным сигналом и по модуляции радиолокационного рассеяния, вызванного ветровыми волнами; проведение и обработка данных лабораторных исследований влияния коротких ГКВ на деформацию плёнки; разработка физической модели, описывающей растекание плёночных сликов на взволнованной поверхности воды; поиск, обработка и анализ спутниковых радиолокационных изображений сложных сликовых структур на поверхности моря и длинных ветровых волн в присутствии льда; интерпретация полученных данных.

Апробация работы была выполнена в докладах на многих национальных и международных конференциях. Согласно представленным документам, основные результаты диссертации опубликованы в 21 печатной работе, из которых 13 в журналах из списка, рекомендованного ВАК.

Несмотря на отмеченные выше замечания, внимательный анализ текста диссертации подтверждает профессиональную квалификацию автора как специалиста в области дистанционного зондирования морей и океанов. Тематика исследования соответствует специальности 1.6.17 – «Океанология», а автореферат достаточно полно отражает содержание диссертации.

Считаю, что диссертация Даниличевой Ольги Аркадьевны «Исследование особенностей эволюции пленочных сликов в поле ветрового волнения и их проявлений при радиолокационном и мультиспектральном зондировании морской поверхности» удовлетворяет всем требованиям пп. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» (Постановление Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года N 842), предъявляемым к соискателям степени кандидата наук, а ее автор, Даниличева Ольга Аркадьевна, заслуживает присвоения ей ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.6.17 – «Океанология».

Официальный оппонент
Главный научный сотрудник Лаборатории экспериментальной физики океана
Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт океанологии
им. П.П. Ширшова Российской академии наук,
доктор физико-математических наук (специальность 11.00.08 (1.6.17) – Океанология),
профессор
117997, Москва, Нахимовский пр-т, д. 36
Телефон: +7-916-654-1721
E-mail: kostianou@ocean.ru
Костяной Андрей Геннадьевич
5 сентября 2024 г.



Я, Костяной Андрей Геннадьевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.


Костяной Андрей Геннадьевич
5 сентября 2024 г.



Подпись Костяного Андрея Геннадьевича заверяю.
Временно исполняющий обязанности директора Федерального государственного
бюджетного учреждения науки Институт океанологии им. П.П. Ширшова Российской
академии наук
кандидат геолого-минералогических наук

5 сентября 2024 г.



 Шевченко Владимир Петрович