

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию

Мясоедова Александра Германовича

«Солнечный блик как «инструмент» исследования Океана из Космоса»,

представленную на соискание ученой степени

кандидата физико-математических наук

по специальности 25.00.28 - океанология

Основная **цель** диссертационной работы А.Г. Мясоедова состоит в разработке методов и алгоритмов исследования поверхности океана по спутниковым изображениям солнечного блика, а также применение этого метода для исследования нефтяных загрязнений и поверхностных проявлений динамических процессов в океане.

Актуальность избранной темы диссертации не вызывает сомнений и обусловлена прежде всего необходимостью эффективного использования данных дистанционного зондирования океана из космоса. Предметом исследования диссертационной работы являются механизмы формирования поверхностных проявлений различных океанических процессов на оптических и радиолокационных изображениях.

Представленное исследование имеет очевидную **практическую и научную значимость**. В результате выполнения работы разработаны новые методы, алгоритмы и реализованные программы для дистанционной идентификации поверхностных загрязнений и выявления нефтяных разливов на фоне биологических сликков и иных контрастов шероховатости морской поверхности, вызванных естественными физическими причинами и явлениями, а также выявления поверхностных проявлений динамических процессов в океане. Разработанные методы позволили значительно

расширить область применимости оптических сканеров за счёт применения разработанных методов и алгоритмов, диссертант показал возможность использовать данные о яркости поверхности океана внутри солнечного блика. Кроме того, в работе показано, что совместное использование оптических и радиолокационных методов позволило лучше понять механизмы проявления океанических явлений на поверхности океана и выработать предложения по комбинации датчиков и спектральных каналов для повышения эффективности спутникового мониторинга морской среды.

Диссертация состоит из введения, 3-х глав, заключения и приложения.

Во введении обоснована актуальность темы работы, сформулированы цели и задачи исследования, показаны научная новизна и практическая значимость работы, а также перечислены положения, выносимые на защиту.

В первой главе даны общие представления о физике рассеяния и распространения видимого излучения в морской среде. Дается обзор оптических методов исследования океана из космоса. Описан метод восстановления пространственных вариаций среднеквадратичного наклона (СКН) морской поверхности по солнечному блику, регистрируемому оптическими сканерами из космоса. Рассматриваются основные технические особенности приборов MODIS и MERIS. Разработанный метод применяется к анализу данных спутниковых оптических спектрометров MODIS и MERIS. Описываются разработанный алгоритм и программное обеспечение для восстановления СКН.

Во второй главе метод, описанный в первой главе, применяется для исследования морской поверхности, покрытой нефтяными плёнками естественного и техногенного происхождения. В качестве объекта исследования выбраны естественные нефтяные образования – грифоны и нефтяной разлив в результате взрыва на нефтяной платформе Дипвотор

Хорайзон в Мексиканском заливе. Приводится совместный анализ полученных результатов с данными радиолокаторов с синтезированием апертуры (РСА), и раскрываются преимущества синергетического подхода в исследовании поверхностных сликов.

В третьей главе рассматриваются примеры исследования суб- и мезомасштабной динамики океана по оптическим и радиолокационным изображениям. Разработанный алгоритм применяется к спутниковым оптическим изображениям внутренних волн (ВВ), -- *как простейшем типе течений*. В качестве примера выбран район западно-экваториальной Атлантики напротив устья р. Амазонки - область регулярного возникновения интенсивных ВВ. При взаимодействии волн и течений СКН морской поверхности может изменяться, следовательно, появляется возможность идентификации течений по изображениям солнечного блика. С использованием синергетического подхода для исследования поверхностных проявлений мезомасштабных течений по оптическим (включая ИК-канал) и РСА изображениям океана, установлено, что аномалии «шероховатости» поверхности океана, полученные по изображениям солнечного блика, хорошо соотносятся с аномалиями на РСА изображениях. Поля аномалий «шероховатости» поверхности океана пространственно коррелируют с зонами дивергенции течений, расположенных в областях сильных градиентов температуры поверхности океана (ТПО). Проводится анализ и интерпретация данных наблюдений на основе модельных представлений.

В заключении перечислены основные результаты работы, из которых стоит отметить следующие:

1. Предложен алгоритм восстановления пространственных вариаций СКН морской поверхности по спутниковым изображениям солнечного блика, отличающийся от существующих. В реализованном алгоритме связь

вариаций яркости в солнечном блике с вариациями СКН осуществляется через передаточную функцию, которая может быть определена непосредственно по усредненным 2-мерным градиентам поля яркости солнечного блика или на основе априорного задания модели плотности распределения вероятности наклонов морской поверхности.

2. Показано, что контрасты СКН в нефтяных сликах ниже контрастов СКН в сликах биологического происхождения, что объясняется в работе . Этот результат объясняется различием упругостей нефтяных плёнок и плёнок биологического происхождения. Показано, что эффективный коэффициент упругости для тонкой нефтяной плёнки может быть задан как $E=15\text{мН/м}$.

3. Показано, что УЭПР- и СКН-контрасты одного и того же слика, сформированного тонкой нефтяной плёнкой, хорошо коррелируют. При этом контрасты УЭПР поверхности примерно в 1.6 раза сильнее контрастов СКН поверхности в сликах.

4. Предложен синергетический подход для идентификации, восстановления и анализа параметров поверхностных проявлений мезомасштабных океанических течений по оптическим и радиолокационным изображениям, получаемым из космоса.

5. В рамках предложенного подхода, продемонстрировано, что поверхностные проявления ВВ хорошо видны в модуляциях уклонов морской поверхности. Это связано с увеличением СКН в зонах конвергенции течения ВВ, в то время как подавление наблюдается в зонах дивергенции. Также установлено, что поверхностные проявления мезомасштабных течений в виде аномалий СКН и обратного рассеяния радиоволн «привязаны» к зонам конвергенции и дивергенцию поверхностного течения.

6. Следует отметить, что полученные научные результаты уже реализованы в виде алгоритмов и элементов программного обеспечения для

обработки РСА и оптических изображений и восстановления статистических параметров поверхности Океана в виде элементов разрабатываемой синергетической платформы SYNTool Лаборатории спутниковой океанографии (ЛСО) РГГМУ.

Из **недостатков** работы можно отметить следующие.

В работе высказано несколько слишком категоричных выводов относительно полученных оценок некоторых величин, универсальность полученных величин, на мой взгляд, довольно спорная и полученные значения не следовало бы сильно акцентировать, тем более, в формулировках результатов диссертации.

В частности, в работе утверждается, что “эффективный” коэффициент упругости для тонкой нефтяной плёнки может быть задан величиной $E=15\text{ мН/м}$. Во-первых, следовало бы уточнить, что понимается а) под “эффективным” коэффициентом и б) под “тонкой” пленкой. С одной стороны, можно понять, что толщину пленки автор сравнивает с длиной волны света, с другой, говоря о механизме гашения капиллярный волн – с их длиной волны. Последнее не совсем корректно, поскольку в гидродинамическом плане толщину пленки следует сравнивать с толщиной вязкого волнового погранслоя. Во-вторых, задание определенного значения упругости нефтяной пленки – это значительная примитивизация сложной проблемы описания физических характеристик нефтяных пленок, которая пока до конца не решена. Приведенная величина упругости, конечно, может отвечать какой-то определенной пленке, но не может быть универсальной и должна зависеть от целого ряда факторов – толщины пленки, температуры воды, состава нефти и пр.

Утверждение о том, что биогенные пленки имеют большие, чем нефтяные, упругости (25-30 мН/м) также слишком категоричное. Величины упругостей

для пленок разной природы меняются в широких пределах и решение задачи уверенной идентификации природы пленок по контрастам СКН или УЭПР – предмет дальнейших исследований.

Следующее замечание относится к утверждению о том, что контрасты УЭПР поверхности примерно в 1.6 раза сильнее контрастов СКН поверхности для нефтяного слика. Наверное, полученное значение скорее должно давать представление о порядке ожидаемых величин контрастов, а не рассматриваться как абсолютное. Для подобных высказываний нужна все - таки гораздо большая, чем в работе, статистика данных.

Вообще, данные категоричные высказывания оппонент относит на некоторую свойственную молодости “горячность” и увлеченность собственными результатами. Последнее – это достоинство исследователя, несомненно стимулирующее его на дальнейшие изыскания.

Высказанные выше замечания, однако, не умаляют достоинств диссертации.

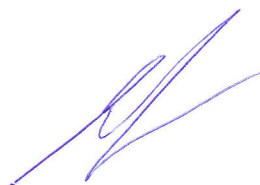
В целом диссертация производит впечатление довольно тщательного и добротного исследования. Интересно отметить неформальность изложения материала (см., например, вступление к гл.1), что, не умаляя научной составляющей работы, “взбадривает” читателя. Автор работы проделал значительный объем работы на всех этапах исследования от постановки задачи до анализа результатов, разрабатывал компьютерные программы, реализующие предложенные в работе методы и алгоритмы, производил обработку спутниковых данных. При написании диссертации было использовано более 70 зарубежных источников, а результаты работы были опубликованы в высокорейтинговых зарубежных журналах и докладывались на различных отечественных и международных конференциях и семинарах, кроме этого по теме диссертационного исследования получено 4 патента.

Диссертация Мясоедова Александра Германовича «Солнечный блик как «инструмент» исследования Океана из Космоса» представляет собой завершённую научно-исследовательскую работу на актуальную тему, которая соответствует критериям, установленным Положением о порядке присуждения учёных степеней, утверждённым постановлением Правительства Российской Федерации от 24 Сентября 2013. №842. Результаты и выводы работы обоснованы в достаточной степени, а сама работа выполнена на высоком научном уровне, содержание автореферата полностью соответствует содержанию диссертации.

Считаю, что автор диссертационной работы Мясоедов Александр Германович несомненно заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 25.00.28 – «Океанология».

Официальный оппонент

д.ф.-м.н., зав. отделом радиофизических методов в гидрофизике, Институт прикладной физики Российской академии наук (ИПФ РАН), Нижний Новгород



Ермаков С.А.

Домашний адрес:

603006, Нижний Новгород,

ул. М. Горького, д. 152 кв. 40

Тел.: 8 9107994825

ПОДПИСЬ
ЗАВЕРЯЮ.
УЧЁНЫЙ СЕКРЕТАРЬ ИИФ РАН
Д. Ф. - М. Н. В. Е. ШАПОШНИКОВ

