

## ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

на диссертационную работу Русакова Никиты Сергеевича

«Исследование поляризационных характеристик рассеяния микроволнового излучения на поверхности воды в условиях штормового ветра», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.4 - Радиофизика

Исследования, лежащие в основе диссертационной работы Н.С. Русакова, связаны с физическим моделированием особенностей рассеяния микроволнового излучения в условиях штормового моря и разработкой методов восстановления параметров штормового ветра. Актуальность работы не вызывает сомнений. Высокие значения скорости ветра и связанные с ними ветровые нагрузки представляют собой основной фактор наиболее разрушительных природных процессов: штормов и ураганов. С этим связаны высокие требования к качеству мониторинга состояния океана при штормовой погоде. Предпочтительные методы определения скорости и направления приводного ветра над морем в оперативной практике прогноза погоды связаны с использованием спутникового дистанционного зондирования в микроволновом диапазоне. Это связано с тем, что интенсивный облачный покров, типичный для штормовых условий, прозрачен для электромагнитных волн этого диапазона. Однако, имеющиеся алгоритмы восстановления скорости ветра имеют значительные погрешности при оценке параметров атмосферы и океана в условиях интенсивных штормов. Для решения этой проблемы в последнее время рассматриваются новые методы микроволнового зондирования поверхности океана, в частности, технология приема рассеянного сигнала на ортогональной поляризации, свободная от указанного выше недостатка. Новые методы микроволновой диагностики морской поверхности и приводного ветра основаны главным образом на рассеянии радиоволн на комплексной поверхности (обрушениях, брызгах пены) и многофазном потоке в пограничном слое атмосферы, механические и электродинамические свойства которых изучены недостаточно.

Научная новизна диссертационной работы определяется оригинальными методами исследования и полученными новыми результатами. Она подтверждена публикациями в ведущих международных профильных журналах, а также успешным представлением на наиболее значимых всероссийских и международных конференциях по методам дистанционного зондирования Земли. В ходе работы над диссертацией Н.С. Русаков получил ряд новых результатов, имеющих высокую научную и практическую значимость.

1) На основе лабораторного моделирования было показано, что в рассеяние микроволнового излучения на ортогональной поляризации значительный вклад вносят рассеиватели, имеющие скорости, превышающие скорости энергонесущих ветровых волн. Эти рассеиватели идентифицированы как обрушающиеся гребни волн.

2) Впервые измерена удельная эффективная площадь рассеяния "изолированной" области обрушения поверхностной волны. На основе метода «малых уклонов» с использованием

экспериментально измеренных спектров поверхностных волн вычислен вклад в УЭПР на ортогональной поляризации поверхности воды, свободной от обрушений.

3) Показано, что вклад в рассеяние на ортогональной поляризации необрушающихся волн имеет тенденцию к насыщению при высоких скоростях приводного воздушного потока, а рост УЭПР обусловлен увеличением площади поверхности обрушений с ростом скорости воздушного потока.

4) На основе проведенных исследований построена композитная модель рассеяния электромагнитных волн на ортогональной поляризации на поверхности воды, частично покрытой обрушениями волн. На основе лабораторных экспериментов получено экспериментальное подтверждение применимости предложенной композитной модели к описанию рассеяния СВЧ-радиоволн на поверхности воды, находящейся под действием штормового ветра.

Достоверность результатов исследования подтверждается согласием теоретических моделей с экспериментальными данными. Физическая трактовка полученных результатов, находится в согласии с общепризнанными представлениями. Основные положения диссертации опубликованы в ведущих отечественных и зарубежных журналах и монографиях, докладывались на международных и всероссийских конференциях и семинарах.

В заключение я могу отметить, что Н.С. Русаков за время работы над темами, ставшими предметом его диссертации, вырос в самостоятельного научного работника. Он владеет современными методами лабораторного моделирования процессов в атмосфере и гидросфере, в том числе, при экстремальных условиях, радиофизическими методами исследования водной поверхности, методами обработки эксперимента, а также навыками построения теоретических моделей рассеяния электромагнитных волн на случайно-неоднородной поверхности. Он успешно и плодотворно взаимодействует с коллегами. В своей диссертационной работе Н.С. Русаков представил исследования, которые привели к пониманию одного из наиболее сложных вопросов дистанционного зондирования океана, механизма рассеяния микроволнового излучения на поверхности воды, покрытой обрушениями, который является ключевым при разработке алгоритмов восстановления скорости приводного ветра при условиях морского шторма и урагана. Подготовленная им диссертация, представленная на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, является законченной научной работой, подводящей итог исследованиям, которыми он занимался при обучении в университете и в аспирантуре. Основные результаты опубликованы в ведущих профильных российских и международных журналах, входящих в базу данных WOS и доложены на всероссийских и международных конференциях. Диссертационная работа и автореферат удовлетворяют всем требованиям ВАК.

На мой взгляд, Никита Сергеевич Русаков, безусловно, заслуживает присвоения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.4 – радиофизика.

Научный руководитель  
Заведующий отделом нелинейных геофизических процессов,  
доктор физ.-мат.наук  
Троицкая Юлия Игоревна  
28.05.2024 год



Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики им. А.В. Гапонова-Грехова Российской академии наук» (ИПФ РАН)

603950, г. Нижний Новгород, ул. Ульянова, 46

Телефон (831) 436-82-97

Адрес электронной почты [yuliya@ipfran.ru](mailto:yuliya@ipfran.ru)

Подпись Ю.И. Троицкой удостоверяю.

Ученый секретарь ИПФ РАН

кандидат физико-математических наук



И. В. Корюкин