

## Отзыв официального оппонента

на диссертацию Сазонова Дмитрия Сергеевича  
«Многопараметрическая модель радиотеплового излучения взволнованной морской поверхности: анализ спутниковой информации и надводных измерений», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.03 «Радиофизика»

### Актуальность темы диссертационной работы.

Диссертационная работа Сазонова Д.С. посвящена актуальной теме развития методов дистанционного зондирования Земли радиофизическими методами. Для решения задачи определения геофизических параметров поверхности морей и океанов по дистанционным измерениям СВЧ излучения системы водная поверхность – атмосфера важнейшее значение имеет знание точной модели описывающей взаимосвязь характеристик исследуемой поверхности и ее радиотеплового излучения. Такие модели разрабатываются уже давно, но совершенствование техники измерений требует повышения точности и надежности моделей, а также расширения диапазона условий их применимости. Одним из путей решения данной задачи является разработка полуэмпирических моделей, основанных как на теоретических представлениях, так и результатах обработки экспериментальных данных в контролируемых условиях. Наличие качественной модели позволяет разработать адекватные алгоритмы обработки спутниковых СВЧ радиометрических данных для изучения глобальных процессов в системе атмосфера – поверхность океана.

### Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав и приложения.

Первая глава содержит аналитический обзор исследований радиотеплового излучения взволнованной водной поверхности. Проанализированы основные результаты его исследования, как в натуральных, так и в лабораторных условиях. Представлены методы описания радиационно-ветровой зависимости и азимутальной анизотропии.

Вторая глава посвящена обработке экспериментальных радиометрических измерений. В ней описаны эксперименты, проведенные на океанографической платформе. Описана методика обработки экспериментальных данных, способ вычисления радиоярких температур, радиоярких контрастов и радиационно-ветровой зависимости. Выполнено сравнение модельных и экспериментальных величин азимутальной анизотропии радиотеплового излучения взволнованной водной поверхности. Проведено сравнение модельных расчетов с экспериментальными измерениями радиационно-ветровой зависимости и показано, что они достаточно сильно различаются.

Третья глава посвящена построению регрессионной модели радиотеплового излучения взволнованной водной поверхности на основе экспериментальных измерений радиационно-ветровой зависимости и модели азимутальной анизотропии. Представлено сравнение разработанной модели с экспериментальными данными.

Четвертая глава посвящена разработке алгоритма определения направления ветра по многочастотным радиополяриметрическим измерениям собственного радиотеплового излучения взволнованной водной поверхности. На тестовой задаче восстановления направления ветра оценены погрешности предлагаемого метода. Проведена проверка алгоритма на имеющихся спутниковых данных.

В заключении сформулированы основные результаты работы.

В диссертационной работе научные положения и выводы в достаточной мере обоснованы.

#### Достоверность и новизна

Главным подтверждением достоверности полученных результатов и положений служат результаты сравнения данных, полученных в натурных экспериментах дистанционными методами, с данными численного моделирования и модельных расчетов, а также сравнение с результатами аналогичных экспериментов других авторов.

Автором проведен анализ большого объема экспериментальных данных для получения достоверных статистических оценок параметров разработанной модели. Следует отметить, что автор лично участвовал в экспериментах для получения соответствующих данных.

Многопараметрическая модель, разработанная автором, является новой и имеет большое значение для разработки алгоритмов обработки дистанционных измерений параметров морской поверхности.

Значительный интерес представляет предложенный автором новый алгоритм определения направления ветра по спутниковым поляризационным измерениям.

Результаты работы опубликованы в 35 публикациях, среди которых 7 входят в перечень журналов рекомендованных ВАК для опубликования основных научных результатов диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук. Результаты представлялись также на российских и международных конференциях.

#### Замечания по диссертации.

Один из выводов к главе 1 «Крутизна радиационно-ветровой зависимости определяется по регрессии радиояркостной температуры и скорости приповерхностного ветра без проведения абсолютных измерений и без использования каких-либо моделей. Кроме того, она позволяет отслеживать изменения в радиотепловом излучении, связанные исключительно с состоянием водной поверхности» сформулирован недостаточно корректно. В данном выводе непонятно что значит без проведения абсолютных измерений. На крутизну радиационно-ветровой зависимости все-таки влияет еще и состояния атмосферы, особенно в условиях облачности, хотя и в меньшей степени, чем контрастов.

Для получения температурной зависимости использовано мало значений температуры, что снижает точность оценки соответствующих коэффициентов.

Полученная в работе модель основана на измерениях, выполненных в Черном море. Для оценки степени применимости ее для других морей и океанов, по-видимому, требуются дополнительные исследования.

В работе приведена модель только для одной частоты излучения, хотя исследования в настоящее время ведутся в широком диапазоне частот. Хотелось бы иметь аналогичные модели и на других частотах.

#### Общая оценка

Отмеченные недостатки не снижают высокую оценку работы в целом. Считаю, что диссертация Сазонова Д.С. представляет собой существенный вклад в развитие радиофизических моделей радиотеплового

излучения системы атмосфера – морская поверхность для совершенствования методов и средств дистанционного зондирования Земли.

Диссертация Сазонова Д.С. выполнена на высоком научном уровне и является законченным научным исследованием. Тематика работы отвечает паспорту специальности 01.04.03 «Радиофизика». Текст диссертации и автореферата оформлен в соответствии с требованиями ВАК. Сазонов Дмитрий Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.03 «Радиофизика».

Официальный оппонент:



Смирнов Михаил Тимофеевич

кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник Фрязинского филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института радиотехники и электроники им. В. А. Котельникова Российской академии наук

141190, г. Фрязино Московской области, пл. Введенского 1

тел.: +7(496)565-26-81, e-mail: smirnov@ire.rssi.ru

Отзыв заверяю

Ученый секретарь

ФИРЭ им. В.А. Котельникова РАН, д.ф.-м.н.

 Г.В. Чучева



24.08.2018 г.