

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Киселева Олега Николаевича «Оценка влияния мезомасштабных неоднородностей тропосферы на точность измерения углов и дальность действия пассивных радиолокационных систем», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 01.04.03 – Радиофизика

1. Структура и объем работы.

Диссертация состоит из введения, 8 глав, заключения и списка литературы (299 источников), содержит 293 страницы текста и таблиц, 137 иллюстраций, 7 страниц приложений.

2. Актуальность работы

Требования к точности координатных измерений радиосредствами непрерывно повышаются. Уменьшение негативного влияния атмосферных возмущений – один из вариантов повышения точности работы радиосистем. В настоящее время один из пробелов в знаниях о внешних погрешностях радиоизмерений – недостаточный учет влияния мезомасштабных неоднородностей (с размерами сотни метров – десятки километров). Проблема увеличения точности радиоизмерений может быть решена только на основе изучения мезомасштабных возмущений и разработки методик компенсации их негативного воздействия на характеристики принятых радиосигналов. В связи с этим актуальность темы диссертационной работы сомнений не вызывает.

3. Оценка содержания диссертации

В *введении* обоснована актуальность темы диссертационной работы, определена цель и перечислены основные задачи исследования. Указаны научная новизна и практическая значимость работы, представлены основные положения, выносимые на защиту и сведения об аprobации.

В *первой главе* представлены обзор проблем изучения воздействия атмосферных возмущений на точность измерений координат излучающих устройств и сделан вывод о недостаточном уровне знаний как о самих мезомасштабных неоднородностях, так и об их вкладе в ошибки радиоизмерений. Определены задачи изучения самих неоднородностей и их влияния на характеристики принятых радиосигналов.

Во *второй главе* представлены материалы по результатам изучения таких неоднородностей. Для приземного слоя сухопутных трасс описана созданная автором модель неоднородностей с масштабами в несколько километров. Для свободной атмосферы над морем представлены экспериментально определенные характеристики возмущений с масштабами десятки, сотни километров.

В *третьей главе* приведены теоретические модели, необходимые для оценки флюктуационных характеристик сигналов. Для сухопутных приземных трасс создана физико-статистическая модель на основе учета особенностей подстилающей поверхности. Для трасс за радиогоризонтом использована имитационная модель, на основе учета отражений от неоднородностей в объеме рассеяния.

В *четвертой главе* дано краткое описание проведенных коллективом учёных ТУСУР многолетних (1963-1994 г. г.) экспериментальных исследований, результаты которых использованы в диссертационной работе.

Пятая глава посвящена сопоставлению теоретических и экспериментальных данных о фазовой структуре принимаемых радиосигналах. Отмечено хорошее согласие теории и эксперимента.

В *шестой и седьмой главах* приведены данные о среднем уровне УКВ сигналов на трассах в акватории Тихого океана и мезомасштабных флюктуациях относительно этого среднего. Описано применение известного в метеорологии метода анализа геофизических полей относительно многолетних средних значений (норм) физических параметров. Показано, что использование такого подхода позволяет создать методику оценки среднечасовых значений множителя ослабления на морских трассах в зоне ДТР. Представлены результаты проверки этой методики.

В *восьмой главе* практическое использование полученных теоретических и экспериментальных результатов представлено в виде картографических методик оценки флюктуаций углов прихода на сухопутных трассах и множителя ослабления на морских трассах акватории Тихого океана.

4. Соответствие диссертации и автореферата паспорту специальности 01.04.03 – Радиофизика.

Диссертация посвящена: исследованию процессов распространения волн в естественных средах; исследованию флюктуаций, случайных процессов и полей (статистическая физика); разработке теоретических и технических основ новых методов

учета искажений сигналов в тропосферных каналах связи, навигации и пассивной локации. Соответствует формуле специальности и пунктам 2, 4, 7 области исследования, регламентированной паспортом специальности 01.04.03 – Радиофизика.

5. Соответствие содержания автореферата основным положениям диссертации.

Автореферат соответствует основным положениям диссертации и отражает содержание диссертации. Однако имеются недостатки в изложении результатов диссертации.

6. Методы исследования.

Диссертационное исследование выполнено с использованием теоретических и экспериментальных данных, их проверкой на достоверность статистическими методами, с применением корреляционного и структурного анализа. Использованы методы математической физики, метод регрессионного анализа для проверки статистической связи параметра метеорологических и радиофизических полей.

7. Степень обоснованности и достоверности полученных научных положений.

Научные положения диссертации обоснованно вытекают из поставленных и сформулированных цели и задач для разработки актуальной темы. При решении задач были использованы общеизвестные методы математической физики, теории эксперимента. Полученные результаты исследований проверены статистическими методами. Актуальность темы подтверждена и признана на международных и российских конференциях. Выполненные вычислительные эксперименты и натурные опыты подтвердили адекватность выдвинутых гипотез и созданных моделей, что подтверждает высокую степень достоверности результатов диссертации.

8. Уровень новизны научных положений, выводов и рекомендаций.

Научной новизной обладают следующие результаты диссертационных исследований:

- итоги исследования тропосферных мезомасштабных неоднородностей и их влияния на работу радиотехнических измерителей координат источников излучения;
- создание моделей мезонеоднородностей и измерение их параметров;
- результаты исследования крупномасштабных искажений фазового фронта и механизма формирования электромагнитного поля за радиогоризонтом;

- картографическая методика оценки флуктуаций угла прихода на приземных сухопутных трассах;
- региональная картографическая методика прогноза и диагноза величины множителя ослабления на морских загоризонтных трассах;
- радиометеорологическая методика оперативной оценки множителя ослабления на морских трассах за радиогоризонтом.

9. Научная и практическая ценность результатов исследования.

В диссертационной работе О.Н. Киселева показана целесообразность изучения влияния неоднородностей мезомасштабных размеров на результаты пассивных радиолокационных измерений, возможность создания моделей таких неоднородностей, их выявления и описания. Это способствует развитию нового научного направления исследований в теории и практике распространении радиоволн.

Практическое значение работы определяется комплексным использованием результатов радиофизического и радиометеорологического изучения и анализа условий распространения УКВ при разработке картографических методик оценки флуктуационных характеристик радиосигналов на тропосферных трассах разной протяженности. Полученные результаты соответствуют поставленной цели. Сформулированные задачи решены.

10. Личный вклад автора.

Автором обоснована необходимость учета вклада мезомасштабных неоднородностей в формирование ошибок пассивных радиолокационных измерений. Экспериментальные данные получены при непосредственном участии автора. Представленные в работе модели созданы автором. Им выполнена проверка гипотезы о механизме ДТР, создана методика прогноза на основе использования многофакторной модели в отклонениях от норм.

11. Подтверждения опубликованных основных результатов диссертации в научной печати.

Материалы диссертации опубликованы с достаточной полнотой. По теме исследования в российских научных журналах и журналах, входящие в международные базы данных, рекомендованные ВАК, опубликовано 15 работ, получено 2 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ. Опубликовано 6 статей в рецензируемом журнале, с 2007 года включенном в списки ВАК. Автором единолично

издана 1 монография и опубликованы в соавторстве две коллективные работы. В том числе, «Радиоклиматический тропосферный атлас Тихого океана». Имеются 33 публикации в трудах Всесоюзных, Всероссийских и международных конференций, 12 из которых представлены единолично.

12. Замечания

- 1) Диссертация и автореферат написаны грамотно, однако без потери качества объём диссертации следовало уменьшить за счёт сокращения описательных фрагментов в 1 главе и частично в ряде других глав.
- 2) Имеется большой разнобой в оформлении рисунков, особенно при оцифровке координатных осей, а, так же, погрешности изложения научных результатов. Так, например, пункты 1 и 3 раздела «Научная новизна проведённых исследований» автореферата не достаточно информативны.
- 3) Недостаточно проработана методика расчета поправок для уменьшения азимутальных ошибок радиосистем, обусловленных влиянием мезомасштабных тропосферных неоднородностей и горизонтальной случайной рефракцией; что снижает практическую значимость работы.
- 4) Условия применимости многофакторного регрессионного для оценки множителя ослабления нуждаются в более подробном описании.
- 5) Достоверность оценки СКО угловых измерений зависит от точности измерений метеорологических параметров и требует проведения дополнительных исследований.
- 6) Не определён верхний уровень того слоя атмосферы, где формируются мезомасштабные неоднородности у земной поверхности.
- 7) Представлены только контуры методики использования топографической карты для подготовки прогностической карты азимутальных ошибок на наземных трассах.

Однако указанные замечания не существенно снижают общий уровень оценки диссертационной работы.

13. Заключение о соответствии диссертации критериям «Положения о порядке присуждения ученых степеней»

Диссертация О.Н. Киселева является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором экспериментальных и теоретических исследований разработан ряд новых научных положений, обладающих

теоретической и практической значимостью. Работа отличается элементами новаторства, обосновывает необходимость применения новых или модификацию существующих методов прогнозирования и оценки погрешностей измерения координат ИРИ. Предложены новые научно обоснованные технические решения, внедрение которых может внести значительный вклад в развитие обороноспособности страны.

Полученные результаты являются вкладом в решение фундаментальной проблемы улучшения точностных характеристик измерительных радиосистем и могут быть полезны при решении других научно-технических задач народного хозяйства.

В целом, диссертация соответствует всем требованиям «Положения о присуждении учёных степеней» (постановление Правительства РФ от 24.09.2013 года № 842), предъявляемых к диссертациям на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 01.04.03 – «Радиофизика».

Считаю, что Киселев Олег Николаевич заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 01.04.03 – «Радиофизика».

Майстренко Василий Андреевич

доктор технических наук, профессор

Минобрнауки России

ФГБОУ ВО «Омский государственный технический университет»
(ОмГТУ)

Адрес: 644050, г. Омск, пр-т Мира, д. 11
Тел.: +7 (3812) 65-34-07

Факс: +7 (3812) 65-26-98
E-mail: info@omgtu.ru
<http://www.omgtu.ru>

Заведующий кафедрой "Средства связи и
информационная безопасность", д.т.н.

Майстренко В.А./

Подпись профессора Майстренко В. А. заверяю.
Учёный секретарь университета

Немцова А.Ф/

«___» октября 2018 г.

