

УТВЕРЖДАЮ

Ректор Томского государственного университета
систем управления и радиоэлектроники,



д.т.н., профессор

А.А. Шелупанов

« 26 » 06 2018 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники»

Диссертация «Оценка влияния мезомасштабных неоднородностей тропосферы на точность измерения углов и дальность действия пассивных радиолокационных систем» выполнена в НИИ радиотехнических систем (НИИ РТС), входящим в состав Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники».

В период подготовки диссертации соискатель Киселёв Олег Николаевич работал в НИИ РТС в должности старшего научного сотрудника. В 1999 г. окончил обучение в докторантуре без представления диссертационной работы.

По итогам обсуждения принято следующее заключение.

Оценка выполненной соискателем работы

Диссертация Киселёва Олега Николаевича является научно-квалификационной работой, в которой представлены результаты решения имеющей важное научно-техническое и прикладное значение проблемы разработки методов исследования и оценки погрешностей измерения угловых координат и дальности действия систем радиомониторинга, обусловленных наличием в атмосфере мезомасштабных неоднородностей коэффициента преломления; использование результатов этой работы повысит

эффективность пространственных радиоизмерений.

Личное участие соискателя в получении результатов В работе представлены результаты многолетних исследований, выполненных самим автором, под его руководством и непосредственном участии. Автором поставлена и обоснована идея необходимости учёта влияния мезомасштабных неоднородностей атмосферы на точность радиоизмерений, разработаны теоретические положения для подтверждения этого тезиса. Экспериментальное изучение случайной рефракции выполнено на аппаратуре, созданной при участии автора. Под его руководством и личном участии обработаны результаты опытов, проверено соответствие теории и эксперимента. В опубликованных работах Киселевым О.Н. определена актуальность исследования [1, 3, 4, 7, 9, 11, 14, 23], описаны условия проведения экспериментов [1, 5, 6, 10, 12, 15, 16, 20-22] и разработанные автором физико-статистические модели мезомасштабных неоднородностей атмосферы [2, 4, 8, 10, 13, 17, 18, 22], рассчитаны [2, 6, 14, 18, 23] и проанализированы результаты их использования [1, 7, 9, 11, 14, 18, 23]. Прикладное значение выполненных исследований представлено в [1 – 4, 7, 11, 14, 23]. Работы с соавторами выполнялись по инициативе Киселева О.Н. в рамках решения задач по теме диссертации или на основе использования его моделей; публикации [1, 3, 5, 6] - это обобщение результатов работы коллектива НИИ РТС, полученных при активном участии автора, с использованием идей его диссертации. Результаты, составляющие научную основу диссертации и выносимые на защиту, получены Киселевым О.Н. лично.

Достоверность результатов проведенных исследований

Работа основана на данных многолетних экспериментальных исследований на сухопутных и морских трассах, подтверждающих полученные Киселевым О.Н. теоретические и модельные результаты о характеристиках поля УКВ. Расчёты выполнены с применением статистических методов, включая проверку достоверности и состоятельности на основе критериев согласия и оценки доверительных вероятностей.

Гипотезы о природе формирования пространственно-временной структуры ЭМП на трассах распространения радиоволн обоснованы и подтверждены теоретическими и экспериментальными исследованиями автора и работами других исследователей. Модель мезомасштабных неоднородностей в приземном слое атмосферы подтверждена экспериментально; гипотеза о наличии отражений от наклонённых слоев при ДТР подтверждена результатами имитационного моделирования, которые не противоречат данным, полученным в натуральных экспериментах. Наличие статистической связи между параметрами метеополей и радиосигналов доказано методами регрессионного анализа.

Научная новизна проведённых исследований

1 Доказана возможность учёта влияния на распространение УКВ мезомасштабных атмосферных возмущений, возникающих в приземном слое атмосферы над местностью с разнообразными элементами ландшафта (лес, болото, луг и т.п.), на основе разработанной радиометеорологической модели таких неоднородностей.

2 Впервые экспериментально исследован и теоретически обоснован механизм формирования крупномасштабных пространственно-временных флуктуации фазового фронта при распространения волн над местностью с разнообразными видами подстилающей поверхности.

3 Модель формирования электромагнитного поля УКВ за радиогоризонтом, построенная на основе гипотезы о наличии в тропосфере объёмных мезомасштабных неоднородностей с квазиплоскими границами (слоями), произвольно наклонёнными к горизонту и отражающими радиоволны, позволила понять природу ранее не объяснённых эффектов при дальнем тропосферном распространении.

4 На основании многолетних исследований в акватории Тихого океана получены статистически достоверные данные о пространственно-временной структуре электромагнитного поля УКВ на трассах Тихого океана.

5 Впервые предложена и экспериментально проверена на трассах ДТР в

акватории Тихого океана многофакторная модель оценки величины множителя ослабления, основанная на расчёте отклонений от норм, позволяющая рассчитывать среднечасовые величины множителя.

Практическая значимость результатов и рекомендации по их использованию

1 На основе использования данных топографического описания местности разработана методика построения карт оценки азимутальных ошибок радиосистем, обусловленных горизонтальной случайной рефракцией на сухопутных трассах.

2 Установлено, что на тропосферных трассах протяжённостью более 100 км вклад крупномасштабных флуктуации азимутальных углов прихода в общую ошибку измерений является преобладающим.

3. Разработанная методика оценки среднемесячной величины множителя ослабления в зоне ДТР, которую следует использовать для перспективного планирования работы радиоэлектронных средств в заданном регионе, представлена в справочном пособии для анализа условий распространения радиоволн УКВ-диапазона в тропосфере над морской поверхностью.

4. Методика диагноза среднечасовых значений множителя ослабления, основанная на применении многофакторного регрессионного уравнения, даёт зависимость множителя от набора метеопараметров; данные для этой методики включены в радиоклиматический тропосферный атлас Тихого океана.

4. На основе методики оценки среднемесячной и среднечасовой величин множителя ослабления в зоне ДТР создан и проверен по опытным данным программно-аппаратный макет системы прогноза и диагноза дальности действия пассивных тропосферных РТС местоопределения источников радиоизлучения на морской поверхности.

Специальность, которой соответствует диссертация

Диссертационная работа Киселёв Олег Николаевич по своему содержанию соответствует специальности 01.04.03 «Радиофизика» в области исследований общих закономерностей и физических основ процессов распространения, рассеяния, взаимодействия и трансформации волн в естественных средах, включая исследование случайных процессов и полей как среды распространения радиоволн (статистическая радиофизика); создание новых методов анализа и статистической обработки сигналов в условиях распространения радиоволн в средах с наличием мезомасштабных неоднородностей.

Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем

Основные результаты диссертационной работы опубликованы в 15 статьях в изданиях, входящих в перечень ВАК, и монографиях, в текстах докладов в трудах международных и всероссийских научных и научно-практических конференций и симпозиумах. Результаты исследований легли в основу работы, выполненной в рамках аналитической ведомственной целевой программы «Развитие научного потенциала высшей школы (2006-2008 годы)», проект РНП.2.1.2.4289.

Результаты работ докладывались и обсуждались на Всесоюзных, Российских и международных конференциях. Всесоюзные, Российские конференции по распространению радиоволн (Ашхабад, 1967 г.; Харьков, 1969 г.; Горький, 1981г.; Алма-Ата, 1987 г.; Ульяновск, 1993 г.; Санкт-Петербург, 1996 г.; Ростов-на-Дону, пос. Лоо, 2008 г.; Йошкар-Ола, 2011 г., Томск); Open Symposium «Climatic Parameters in Radiowave Propagation Prediction CLIMPARA' 94», Moscow, 1994 г.; PIERS-95, Seattle, WA, USA, 1995. Millennium Conference on Antennas & Propagation. Davos, Switzerland, 9-14 April 2000; 7th URSI Open Symposium, Ahmedabad, 1995; International Conference RADAR-97, Edinburg, UK, 1997; на Международных научно-технических конференциях «Радиолокация, навигация, связь», Воронеж.

Основные публикации автора по теме диссертации

1. Радиоклиматический тропосферный атлас Тихого океана / под ред. Г.С. Шарыгина. - Томск: Изд-во Томск, гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2000. - 171 с.
2. Киселев О.Н. Мезомасштабные неоднородности коэффициента преломления в тропосфере и их влияние на распространение радиоволн УКВ-диапазона : моногр. / О.Н. Киселев - Томск: Изд-во Томск, гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2007. - 199 с.
3. Характеристики СВЧ-радиосигналов в системах радиолокации, навигации и связи: моногр. / Ю.П. Акулиничев, [и др.]; под общ. ред. проф., д-ра техн. наук Г.С. Шарыгина. - Томск: Изд-во Томск, гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2016. - 114 с.
4. Киселев О.Н. Рефракция в приземном слое атмосферы / О.Н. Киселев // Сб. «Реф. инф. по радиоэлектронике». - № 11, 1968. реф. 10212, - С. 3.
5. Шарыгин Г.С. Экспериментальные исследования стабильных вариаций фазового фронта сантиметровых радиоволн на приземных трассах / Г.С. Шарыгин, Ю.М. Полищук, О.Н. Киселев, Н.М. Лесков // Известия вузов СССР. Сер. Радиофизика. - 1968. - Т. 11, № 5. - С. 768-769.
6. Киселев О.Н. Экспериментальные исследования медленных вариаций амплитуды и фазы 10-сантиметровых радиоволн на приземных трассах / О.Н. Киселев, В.М. Короткова, Н.М. Лесков, Ю.М. Полищук, Г.С. Шарыгин // Известия вузов СССР. Сер. Радиофизика. - 1969. - Т. 12, № 1. - С. 9-14.
7. Киселев О.Н. Повышение точности расчёта уровней сигнала на тропосферных радиолиниях / О.Н. Киселев // Электросвязь. - 1982. - № 8. - С. 54-55.
8. Киселев О.Н. Крупномасштабная структура полей радиометеорологических параметров над океаном / О.Н. Киселев, М.И. Родионов // Изв. РАН. Сер. Физ. атмосферы и океана. - 1992. - Т. 28, №12. - С. 1213-1216.
9. Киселев О.Н. Оценка среднечасовых величин множителя ослабления сигнала в зоне дальнего тропосферного распространения / О.Н. Киселев, В.Н.

Ковалев // Радиотехника. - 1993. - № 2. - С. 73-77.

10. Госенченко С.Г. Исследование длиннопериодных изменений уровня сигнала на морской загоризонтной трассе / С.Г. Госенченко, О.Н. Киселев, А.А.Мещеряков // Радиотехника и электроника. - 1995. - Т. 40, № 5. - С. 762-765.

11. Крутиков М.В. Ограничения разрешения системами РС А за счет случайной природы поля вблизи радиогоризонта / М.В. Крутиков, Г.С. Шарыгин, О.Н. Киселев // Доклады ТУСУР. - Томск, 2000. - Т. 4. - С. 97-101.

12. Киселев О.Н. Исследование статистических связей мезомасштабных флуктуации угла прихода сигналов УКВ с радиометеорологическими параметрами на трассах протяженностью до 200 км / О.Н. Киселев, А.А. Мещеряков // Доклады ТУСУР. - Томск, 2000. - Т. 4. - С. 118-122.

13. Ровкин М.Е. Модель дистанционной зависимости величины множителя ослабления для загоризонтной морской трассы распространения УКВ / М.Е. Ровкин, Г.С. Шарыгин, О.Н. Киселев // Доклады ТУСУР. - Томск, 2000. - Т. 4. - С. 183-186.

14. Госенченко С.Г. Система оперативного прогноза дальности действия и зон видимости радиотехнических систем различного назначения / С.Г. Госенченко, Б.П. Дудко, О.Н. Киселев, В.Н. Ковалев // Доклады ТУСУР. - Томск, 2000. - Т. 4. - С. 74-78.

15. Киселев О.Н. Связь угла прихода УКВ радиоволн с мезомасштабными флуктуациями метеорологических величин при распространении над пересеченной местностью. / О.Н. Киселев // Изв. вузов России. Сер. Радиоэлектроника. - 2006. - Т. 6. - С. 52-56.

16. Киселев О.Н. Экспериментальное изучение мезомасштабных флуктуации индекса преломления в приземном слое атмосферы / О.Н. Киселев, Л.И. Кижнер, М.В. Крутиков // Доклады ТУСУР. - 2006. - Т. 6(14). - С. 47-51.

17. Киселев О.Н. Мезомасштабные неоднородности коэффициента преломления приземного слоя атмосферы / О.Н. Киселев // Изв. вузов России. Сер. Радиоэлектроника. - 2006. - Т. 6. - С. 47-51.

18. Киселев О.Н. Исследование закономерностей флуктуации угла прихода УКВ за радиогоризонтом на основе численного имитационного эксперимента / О.Н. Киселев // Доклады ТУСУР. - 2008. - Т. 2(18), Ч. 2. - С. 10-13.

19. Киселев О.Н. Мезомасштабные пространственно-временные флуктуации текущих значений индекса преломления вблизи земной поверхности / О.Н. Киселев // Доклады ТУСУР. - 2010. - Т. 1(21), Ч. 2. - С. 17-22.

20. Киселев О.Н. Пространственные вариации индекса преломления над неоднородной земной поверхностью / О.Н. Киселев // Радиотехника и электроника. - 2013. - Т. 58, № 6. - С. 573-577.

21. Kiselev O.N. Mesoscale Spatial Variations of the Refraction Index over Nonuniform Earth Surface / O.N. Kiselev // Journal of Communications Technology and Electronics. - 2013. - Vol. 58, No. 6. - P. 517-520.

22. Киселев О.Н. Исследование распространения радиоволн на наземных трассах при наличии мезомасштабных квазикогерентных ячеек / О.Н. Киселев // Изв. вузов. Сер. Физика. - 2016. - Т. 59, № 12/3. - С. 84-87.

23. Киселев О.Н. Радиометеорологический атлас Мирового океана - основа для создания методики прогноза характеристик сигналов УКВ за радиогоризонтом / О.Н. Киселев, Г.С. Шарыгин, М.В. Крутиков // Успехи современной радиоэлектроники. - 2016. - №11. - С. 68-73.

Диссертация «Оценка влияния мезомасштабных неоднородностей тропосферы на точность измерения углов и дальность действия пассивных радиолокационных систем» Киселева Олега Николаевича рекомендуется к защите на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 01.04.03 Радиоп физика.

Заключение принято на заседании «Совместного научного семинара кафедры РТС и НИИ РТС» ТУСУРа

Присутствовало на заседании 16 чел. Результаты голосования: "за" - 16 чел., "против" - 0 чел., "воздержалось" - 0 чел. , Протокол № 4 от 17.05.2018

Председатель семинара



Акулиничев Юрий Павлович,
доктор технических наук,
профессор каф. РТС

Секретарь семинара



Захаров Федор Николаевич,
кандидат технических наук,
доцент каф. РТС