

ОТЗЫВ

**официального оппонента на диссертацию Федосеевой Елены Валерьевны
« Методы компенсации влияния внешних помеховых факторов в
радиотеплолокационном контроле метеопараметров»,
представленную на соискание учёной степени доктора технических наук
по специальности 05.11.13 – Приборы и методы контроля природной среды, веществ,
материалов и изделий**

Актуальность

В диссертационной работе Федосеевой Е.В. рассмотрен ряд задач, связанных с теоретическим обоснованием и практической разработкой методов компенсации влияния внешних и внутренних помеховых факторов, возникающих при дистанционном зондировании природной среды с использованием методов и аппаратуры радиотеплолокации. Это повышает как точность измерений, что является крайне актуальной задачей в современной радиометрии, так и расширяет функциональные возможности систем дистанционного контроля, в частности с целью мониторинга метеопараметров атмосферы. Например, в создаваемой в настоящее время системе мониторинга геофизической обстановки над территорией РФ используются СВЧ радиометрические наземные, самолётные и спутниковые комплексы, обеспечивающие мониторинг таких важнейших параметров атмосферы Земли, как водозапас и влагозапас атмосферы, как распределение температуры и концентрация различных газов, включая озон и парниковые газы. При этом всё более высокие требования предъявляются к точности измерения этих параметров. Помимо технологического усовершенствования современных устройств СВЧ, повысить точность и достоверность измерений метеопараметров можно за счёт исключения влияния фонового излучения, имеющего ту же шумовую природу. Эта непростая, но очень актуальная в настоящее время задача успешно решена в данной диссертационной работе, что будет использовано для дальнейшего развития методов дистанционного зондирования атмосферы и земной поверхности в СВЧ диапазоне длин волн.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации Е.В. Федосеевой, является весьма высокой. Диссертационная работа состоит из введения, семи глав, заключения, списка литературы (230 наименований). Общий объём диссертации 346 страниц, 21 таблица, хорошо иллюстрирована (154 рисунка). После каждой главы даны точно и аргументированно сформулированные выводы, показывающие продуманность всех результатов и их практическую значимость. Если говорить в целом о представленных в главах материалах, то они подтверждают хорошее

владение автором математическим аппаратом, основами физического и математического моделирования, достаточного понимания физики исследуемых процессов. Полученные результаты являются частью успешно проведенных НИР и грантов РФФИ. Они прошли апробацию и обсуждение в многочисленных выступлениях автора на Всероссийских и международных конференциях, симпозиумах, семинарах. Поставленные в диссертации цели и задачи (введение и глава 1 диссертации) последовательно теоретически обосновываются в следующих главах (2-4), а также в лабораторных (главы 5-6) и натурных (глава 7) экспериментах. В Заключении диссертации автором четко сформулированы основные полученные результаты, полностью соответствующие цели поставленной работы. Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, подтверждаются проведенными автором многочисленными лабораторными исследованиями и натурными экспериментами и публикациями в реферируемых научных журналах, где практически представлены и получили одобрение все полученные автором результаты. Многолетняя плодотворная научная деятельность автора снискали ей известность и уважение среди специалистов по дистанционному СВЧ радиометрическому зондированию окружающей среды. Она является высококвалифицированным специалистом, имеющим высокую теоретическую подготовку, владеющим современными методами анализа, что позволяет ей реализовать накопленные опыт и знания в получении значимых научных результатов.

Достоверность результатов исследований Федосеевой Е.В., составивших содержание диссертации, определяется тем, что они основаны на использовании фундаментальных физических соотношений и на применении современных методов обработки результатов эксперимента. Все полученные в диссертации экспериментальные данные неизменно сопровождаются анализом точности измерений. По теме диссертационного исследования опубликовано 35 научных статей, получен патент на изобретение и три патента на полезную модель, издана монография.

Научная новизна полученных результатов заключается в разработке новых подходов к методам компенсации влияния внешних и внутренних помех при проведении высокоточных СВЧ радиометрических измерений. Многие из разработанных методов являются оригинальными, имеют специфические признаки и достоинства, отличающие их от аналогичных отечественных и зарубежных разработок. Из новых научных результатов, полученных автором, следует отметить следующие:

-разработан и технически реализован метод компенсации помех на основе двухканального приема при реализации специальной формы диаграммы направленности

антенны, при этом предложены варианты практической реализации принципов двухканального приема и алгоритмов компенсации;

-разработаны методы пространственного разрешения полезного сигнала на фоне аддитивных помех путем формирования дополнительного сигнала компенсации с последующей реализацией схемы дифференциальных измерений;

-проведено исследование способов компенсации влияния внешних помех на основе углового, поляризационного и пространственного выделения полезного сигнала;

-впервые представлен метод компенсации внешней помех (не антропогенной природы) на характеристики СВЧ радиометрических систем и погрешности основных методов радиометрических измерений параметров атмосферы;

-разработаны новые подходы использования метода пилот-сигнала в радиометрической системе с компенсацией мультипликативного помехового воздействия слоя осадков на поверхности зеркальных антенн.

Работа является завершённым научным исследованием, но наука не стоит на месте, в последнее время наблюдается прогресс как в технике СВЧ сантиметрового и миллиметрового диапазонов волн, так и методах радиометрических измерений, и хотелось бы пожелать автору продолжить исследования в части новых методов компенсации помех при радиометрических измерениях, основанных на использовании резонансных свойств атмосферных газов (молекулярного кислорода, водяного пара, озона и других малых газовых составляющих) в миллиметровом диапазоне волн.

Личный вклад автора в проведённые исследования и полученные результаты весьма высок – от основной идеи работы, постановки задач исследования до разработки способов решения этих задач, проведения теоретического обоснования и непосредственного участия автора в проведении лабораторных исследований и натурных экспериментах, а также подтверждается наличием патентов и большого числа научных публикаций.

Практическая значимость работы заключается прежде всего в том, что разработанные автором диссертации принципы компенсации помех в радиотеплолокационных системах контроля окружающей среды внедряются на промышленных предприятиях, что подтверждено наличием актов о внедрении. На большинство технических решений автором получены патенты на изобретение или полезные модели. Результаты диссертации могут быть рекомендованы также для дальнейшего практического использования при решении фундаментальных и прикладных задач микроволнового дистанционного зондирования и найти применение как в академических организациях (ИПФ РАН, ФИАН, ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН), так и в научных организациях Росгидромета (ФГБУ «ЦАО», ФГБУ «ГГО им.А.И.Воейкова», ФГБУ «ИПГ им. академика Е.К. Федорова», НПО «Тайфун», ФГБУ «ВГИ»).

По диссертационной работе имеется ряд замечаний:

1. Во введении и далее в тексте – указывается чувствительность радиометра без указания постоянной времени интегрирования. Если это время 1 с, то обычно в радиометрии её называют приведённой чувствительностью. Также сказано, что точность измерений зависит только от чувствительности радиометра, но она во многом определяется и точностью калибровки.

2. В главе 1 сказано, что так как радиотеплолокационная система является пассивной, то нет существенных ограничений на э/м совместимость с другими системами. Но ведь при высокой чувствительности радиометров им могут давать очень сильные помехи работающие в том же диапазоне активные системы.

3. На стр. 21 следовало бы указать, что длина волны 1.35 см – это резонансное поглощение водяного пара (используемое для измерений влагозапаса атмосферы), а 0.85÷0.9 см – это окно прозрачности, которое используется для определения водозапаса атмосферы.

4. В разделе 3.4 следовало бы указать, что при измерениях параметров атмосферы с поверхности Земли одним из методов снижения погрешностей измерений является использование антенны с низким уровнем боковых лепестков (порядка – 40 dB), особенно это актуально для миллиметрового диапазона волн.

5. Стр. 109. Когда речь идёт о СВЧ радиометрических измерениях с ИСЗ, то действительно в качестве «холодной» точки используется реликтовое излучение космоса (2.7 К). Но для калибровки нужна и вторая, «тёплая» точка, в качестве которой в настоящее время в основном используется излучение из района лесов Амазонки и излучение Антарктического плато в районе антарктической франко-итальянской станции «Конкордия».

6. Исключительно редко, но встречаются отдельные опечатки (стр. 18 предложение после формулы 1.5; описка на стр. 19 после названия раздела 1.2).

Отмеченные замечания не являются принципиальными и не ставят под сомнение правильность полученных результатов и обоснованность положений диссертационной работы. Она имеет внутреннее единство, написана ясным языком и хорошо оформлена. Автором корректно даны ссылки на источники, откуда она заимствует отдельные результаты и положения. В диссертации Е.В. Федосеевой, представляющей собой законченную научно-квалификационную работу, получены новые результаты, сформулированы и обоснованы положения, совокупность которых можно определить как решение крупной научно-технической проблемы, имеющей важное народно хозяйственное значение – разработка системы контроля окружающей среды с высокой точностью и надёжностью.

Вывод. Данная диссертационная работа отвечает всем требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 применительно к диссертациям на соискание степени доктора наук, а Федосеева Елена Валерьевна заслуживает присуждения ей ученой степени доктора технических наук по специальности 05.11.13-«Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий».

Официальный оппонент:

Главный научный сотрудник

Лаборатории дистанционного зондирования

Федерального государственного бюджетного учреждения

«Центральная аэрологическая обсерватория» Росгидромета,

доктор технических наук, старший научный сотрудник

Кадыгров Евгений Николаевич

27.03.2015

141700 г.Долгопрудный Московской области, ул.Первомайская 3

Тел. 8(495)4086148, факс 8(495)4087758, e-mail: ldz@cao-rhms.ru,

enkadygrov@gmail.com

Подпись Е.Н. Кадыгрова заверяю

Учёный секретарь ФГБУ «ЦАО»

к.г.н. Безрукова Н.А.

