

ОТЗЫВ

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

Актуальность темы диссертационного исследования

Системы непрерывного контроля природных сред, используя данные измерений различных параметров, выполняют важные задачи обеспечения своевременного получения информации о текущем и прогнозируемом состоянии контролируемых сред. В случае, когда природной средой является атмосфера, большое значение приобретают методы и средства, позволяющие дистанционно, в непрерывном режиме и с достаточной точностью оценивать ее физические параметры. Важное место среди систем контроля занимают радиотеплолокационные системы, выходной сигнал которых является характеристикой интенсивности собственного радиощумового излучения исследуемой области пространства. Измерение параметров этого излучения позволяет решать задачу оценки физических параметров атмосферы. Очевидно, что от точности измерений в радиотеплолокационных системах во многом зависит достоверность получаемой метеорологической информации и, как следствие, безопасность функционирования метеозависимых объектов.

Поскольку измерения происходят в условиях влияния различных помеховых составляющих, большинство из которых имеют стохастический характер, повышение достоверности контроля невозможно без разработки методов, максимально снижающих влияние внешней среды. В связи с этим считаю, что тема диссертационной работы Федосеевой Елены Валерьевны «Методы компенсации влияния внешних помеховых факторов в радиотеплолокационном контроле метеопараметров» является актуальной. Решение задач по оценке и компенсации действия внешних помехообразующих факторов в работе радиотеплолокационных систем имеет большое значение для развития и совершенствования техники дистанционного контроля метеопараметров и относятся к области знаний специальности 05.11.13 – Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий.

Анализ содержания диссертации

Во введении обосновывается актуальность выбранной темы, определены объект и предмет исследования, сформулированы задачи исследования, приведены основные научные положения, выносимые на защиту.

В первой главе диссертационной работе проанализированы основные аналитические взаимосвязи контролируемых параметров атмосферы с измеряемой величиной радиояркостной температуры и определены соотношения вероятностных характеристик с техническими и метрологическими параметрами радиотеплолокационной измерительной системы.

Во второй главе приведены результаты исследования по вопросу априорной оценки влияния излучения окружающего пространства, принимаемого через область рассеяния диаграммы направленности антенны и создающего помеховую составляющую входного сигнала системы в виде фоновых шумов. Проанализированы основные составляющие фоновых шумов и выполнена численная оценка их влияния.

Впервые выполнено исследование влияния слоя осадков, формируемого на поверхности антенны, на результаты радиотеплолокационных измерений и определена взаимосвязь этого влияния с интенсивностью дождя в различных частотных диапазонах.

Рассмотрены численные оценки влияния фоновых шумов на характеристики системы – чувствительность, потенциальную точность, пространственную разрешающую способность по моделям соответствующих взаимосвязей, разработанных автором на основе известных подходов при введении в состав входного сигнала антенны помеховых составляющих, обусловленных фоновыми шумами.

Третья глава посвящена разработке методов оценки погрешности измерений СВЧ радиотеплолокационными системами параметров атмосферы в основных способах проведения контрольно-измерительных процедур: абсолютном, относительном и методе угловых разрезов.

Автором диссертации применены известные подходы к оценке погрешности измеряемой величины на основе метода статистической оценки погрешности косвенных измерений при введении коэффициентов влияния для учета погрешности измерения каждой составляющей в выражении оценки радиояркой температуры исследуемой области атмосферы по результатам измерения СВЧ радиотеплолокационной системой. Соискателем последовательно для каждого способа контрольно-измерительных процедур впервые введены в выражения для погрешности измерения радиояркой температуры составляющие, обусловленные влиянием фоновых шумов. Таким образом, разработаны методологические основы оценки влияния фоновых шумов на погрешность контроля метеопараметров.

Полученные численные оценки показали, что в целом влияние фоновых шумов на точность радиотеплолокационных измерений наиболее существенно при высокой чувствительности приемников-радиометров систем. Следовательно, при дальнейшем усовершенствовании приемной аппаратуры в вопросе снижения собственных шумов и повышения чувствительности проблема повышения точности радиотеплолокационных измерений в основном будет определяться влиянием фоновых шумов, которое и станет основным ограничивающим фактором.

В четвертой главе проанализированы известные ранее методы компенсации влияния фоновых шумов на результаты радиотеплолокационных измерений на основе углового разрешения полезного сигнала в методе диаграммной модуляции, поляризационного разрешения полезного и помехового сигналов и пространственного разрешения при одновременном формировании

сигнала на выходе дополнительной антенны с малой пространственной избирательностью.

Впервые выполнен системный анализ и предложен метод оценки погрешности на основе базовых подходов по определению полей излучения антенн и характеристик выходного сигнала радиотеплолокационной системы на основе базового уравнения антенной температуры, связывающего измеряемую величину радиояркостной температуры с выходным сигналом антенны. Разработанный автором подход позволил наглядно определить ограничения на применение указанных методов в зависимости от характеристик исследуемой области атмосферы и параметров антенн и радиометров.

Пятая глава посвящена разработанному соискателем методу компенсации помехового влияния фоновых шумов на результаты измерений СВЧ радиотеплолокационной системой, в основе которого формирование дополнительного сигнала компенсации одновременно с основным сигналом при реализации специального вида характеристики направленности дополнительной антенны.

Специально для предложенного метода компенсации соискателем разработана система оценки соответствия характеристик реальных антенн требованиям метода. Предложены оригинальные варианты реализации дополнительной антенны на основе двухрупорного облучателя зеркальной антенны со смещением по фокальной оси и при приеме на двух модах круглого волновода в специально разработанной антенне.

Практическая значимость проведенных исследований связана с формулировкой принципов системной реализации предложенного метода компенсации и разработкой структурной схемы радиотеплолокационной системы.

В шестой главе проанализированы источники помеховой нестабильности коэффициента передачи системы и ее влияния на точность радиотеплолокационных измерений и проанализировано влияние слоя осадков на поверхности антенны, приводящее к случайным по времени изменениям коэффициента усиления антенны и системы в целом. Впервые показаны условия, при которых помеховое влияние слоя воды на поверхности антенны соизмеримо с нестабильностью коэффициентов передачи радиометра, и для его компенсации должны применяться специальные методы.

Соискателем предложен метод компенсации указанного помехового влияния, основанный на периодическом введении в систему тестового шумового пилот-сигнала при осуществлении модуляционного приема с реализацией относительно-разностного алгоритма выделения полезной составляющей входного сигнала. Важная отличительная особенность метода компенсации – его реализация на основе двухканального приема со специальной функцией направленности дополнительного канала антенны. При этом обеспечивается одновременная компенсация помехового мультипликативного действия изменения параметров антенны, например при формировании слоя осадков на ее поверхности и аддитивного помехового действия фоновых шумов.

В седьмой главе приведены данные по технической реализации систем, обеспечивающих компенсацию влияния фоновых шумов и слоя осадков на

поверхности антенны, а также результаты экспериментальной оценки эффективности предложенных методов компенсации. Приведенные результаты позволили соискателю сделать выводы о перспективности радиотеплолокационных систем с компенсацией влияния внешних помех в задачах повышения точности радиотеплолокационного контроля, особенно для мобильных комплексов с антеннами с малой пространственной селективностью.

Анализ новизны результатов, обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций

Анализируя диссертационную работу Е. Ю. Федосеевой, можно констатировать, что она содержит совокупность научно-обоснованных технических разработок и положений, к числу наиболее важных из которых следует отнести:

- последовательный и достоверный анализ возможных методов компенсации внешних помех и определение ограничений по их применению;
- разработка новых методов компенсации внешних помех, выполненная с системных позиций на основе теории излучения антенн и радиофизических основ функционирования радиотеплолокационных систем;
- комплексный подход к оценке влияния основных помеховых факторов на достоверность контроля радиотеплолокационных систем, разработке методов их компенсации и получению системных решений в области практической реализации основных результатов;
- реализация положений разработанных методов компенсации на схемотехническом уровне в виде реально функционирующих систем, а также экспериментальная оценка эффективности их функционирования, подтверждающая уровень достоверности теоретических положений диссертации.

Достоверность разработанных автором научно-технических решений обусловлена подробным сопоставительным анализом традиционных и предложенных методов и средств радиотеплолокационного контроля, объективной оценкой полученных характеристик, подтверждена корректным применением математического и схемотехнического моделирования.

О степени достоверности результатов анализа характеристик разработанных средств радиотеплолокационного контроля свидетельствуют корректно полученные аналитические оценки и данные вычислительных экспериментов.

Судя по содержанию диссертационной работы, цель автором достигнута путем конструктивного решения поставленных задач. По структуре и оформлению диссертация соответствует требованиям, предъявляемым к диссертационным работам на соискание ученой степени доктора технических наук.

Значимость результатов исследования

Научная значимость полученных автором теоретических результатов состоит в том, что они вносят существенный вклад в дальнейшее развитие теории повышения точности дистанционных измерений метеопараметров атмосферы радиотеплолокационными методами.

Практическая ценность полученных результатов заключается в разработке автором ряда конкретных методических и схемотехнических решений, являющихся полезными в области разработки СВЧ радиотеплолокационных систем и организации измерений метеопараметров.

Актуальность работы подтверждается выполнением научных исследований в рамках хоздоговорных НИР и грантов РФФИ, а значимость результатов – действенной апробацией отдельных научных положений на научно-производственном (ОАО НПП «Радар ммс») и промышленном (ОАО Муромский завод радиоизмерительных приборов) предприятиях.

Замечания по диссертационной работе

1. В разделе 2.3 приведены теоретические положения оценки помехового воздействия слоя воды на результаты радиотеплолокационных измерений. Выполненные численные оценки помехового воздействия произведены для одной поляризации поля. Известно, что радишумовое излучение атмосферы неполяризованное, кроме случаев содержания жидкокапельной влаги в облаках или при выпадении дождя. Поэтому для общности результатов исследования следовало бы провести исследование на двух линейных ортогональных поляризациях.

2. В предложенных в третьей главе методологических положениях для оценки влияния фоновых шумов на точность радиотеплолокационных измерений атмосферы величина радиояркостной температуры фонового излучения \bar{T}_ϕ принята равной доле α от радиояркостной температуры исследуемой области $\bar{T}_{эл}$, однако не приведены ограничения на общность данного предположения.

3. В разделе 4.2 при анализе возможностей метода диаграммной модуляции упоминается градиентный метод (стр. 121), а в дальнейшем исследовании не рассматривается его погрешность по сравнению с классическим методом диаграммной модуляции.

4. В разделе 6.4 рассмотрена система с компенсацией влияния слоя осадков на поверхности зеркала. Для введения в систему тестового пилот-сигнала в основной антенный канал включается направленный ответвитель (рис. 6.8, стр. 269). Но такие устройства имеют ограниченную направленность. Следовало оценить влияние этой величины на погрешность реализации метода.

Перечисленные замечания не носят принципиального характера и не влияют на высокую оценку основных теоретических и практических результатов, полученных лично соискателем.

Заключение

Диссертация Федосеевой Елены Валерьевны является законченным научно-квалификационным исследованием, выполненным автором самостоятельно, на высоком научном уровне и имеющем важное народнохозяйственное значение. Полученные автором работы результаты в достаточной степени достоверны и подтверждены теоретическими положениями и эксперимен-

тальными данными, выводы и рекомендации обоснованы. В работе представлены научно-обоснованные решения, внедрение которых вносит существенный вклад автора диссертации в развитие и совершенствование техники контроля природных сред дистанционными методами, повышение точности и расширение функциональных возможностей радиотеплолокационных систем.

Изложение текста диссертации логично и последовательно. Оформление соответствует общепринятым стандартам для квалификационных работ данного типа.

Автореферат диссертации соответствует предъявленным требованиям и достаточно полно раскрывает основное содержание работы.

Результаты диссертации опубликованы в 51 работе, в том числе в 23 статьях в изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией при Министерстве образования и науки Российской Федерации.

В целом диссертация Федосеевой Е.В. «Методы компенсации влияния внешних помеховых факторов в радиотеплолокационном контроле метеопараметров» полностью соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней» ВАК РФ (утверждено постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842), предъявляемым к докторским диссертациям, и Паспорту специальности 05.11.13 (п. 1 «Научное обоснование новых и усовершенствование существующих методов аналитического и неразрушающего контроля природной среды, веществ, материалов и изделий»), а ее автор заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.11.13 – Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий.

Официальный оппонент

доктор технических наук по специальности 05.11.16 –

Информационно-измерительные и управляющие системы (промышленность),
доцент, доцент кафедры ГКОУ ВПО «Академия ФСО России»

31 марта 2015 г.

В.Г. Лисичкин

В.Г. Лисичкин

Подпись доцента Лисичкина В.Г. заверяю.

Заместитель начальника Академии ФСО России –
начальник отдела кадров



А.И. Дёшин

Контактные сведения:

Лисичкин Владимир Георгиевич

302034, г. Орёл, ул. Приборостроительная, д. 35

(4862) 54-97-63,