

ОТЗЫВ

официального оппонента Марюхненко Виктора Сергеевича
на диссертационную работу **Ермошенко Юлии Марковны** на тему
«Алгоритмы комплексной первичной обработки данных радиозондирования
атмосферы при метеорологическом обеспечении полётов воздушных судов
гражданской авиации», представленную на соискание ученой степени
кандидата технических наук по специальности 2.9.6 «Аэронавигация и
эксплуатация авиационной техники»

Анализ авиационных происшествий показывает, что причины многих из них так или иначе связаны с недостатками в метеорологическом обеспечении полетов воздушных судов (ВС).

Актуальность диссертационной работы.

Автором показано, что причины более половины авиационных происшествий, происшедших за последние два десятилетия, связаны с неполной или недостоверной информированностью экипажей о метеорологических условиях предстоящего или текущего полета ВС.

Наличие у экипажей достоверной метеорологической информации о фактической и прогнозируемой погоде на аэродромах и маршрутах полетов — необходимое условие обеспечения безопасности полетов.

Достоверная метеоинформация требуется на всех этапах движения ВС, - от выруливания со стоянки до заруливания после окончания рейса. И на всех этапах во многом достоверность метеоинформации для авиационных потребителей определяется данными радиозондирования атмосферы.

Цель рецензируемого диссертационного исследования — повышение достоверности данных радиозондирования атмосферы за счет повышения точности и помехоустойчивости обработки метеорологической информации путем применения алгоритмов комплексирования данных о положении ра-

диозонда в сложных условиях эксплуатации и в любой помеховой обстановке. Между тем, в диссертационной работе Ермошенко Ю.М. показано, что в настоящее время в сети радиозондирования Росгидромета отсутствуют комплексные технические системы, обеспечивающие необходимую достоверность о текущих и прогнозируемых данных о состоянии атмосферы.

На этой основе соискателем верно сформулирована актуальная научно-техническая задача повышения достоверности данных радиозондирования атмосферы, предоставляемых авиационным пользователям в системе метеорологического обеспечения полетов воздушных судов гражданской авиации;

Таким образом, учитывая общую направленность диссертационной работы, а также направления решения поставленных задач, актуальность диссертационной работы не вызывает сомнений.

Оценка содержания диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, четырёх глав, заключения и приложений. Диссертационная работа хорошо структурирована.

Во введении обоснована актуальность темы, выявлены противоречия практического и научного характера в области метеорологического обеспечения полетов гражданской авиации, сформулированы цель и задачи исследования, научная новизна, практическая значимость полученных результатов, определены границы исследований, сформулированы положения, выносимые на защиту и изложено краткое содержание диссертации.

В первой главе на основании статистических данных ФГУП «Авиаметтелеком Росгидромета» проведен анализ безопасности и регулярности полетов ВС ГА с учетом текущей и прогностической метеоинформации, проанализированы методики расчета потребного запаса топлива с учетом реальных метеорологических условий на маршруте полета, показана роль данных радиозондирования атмосферы в системе метеорологического обеспечения полетов ВС ГА. В первой главе обоснована необходимость комплексирования систем радиозондирования различных типов, принцип работы которых осно-

ван на различных способах сопровождения радиозондов в атмосфере. Сформулирована постановка задачи исследования.

Во второй главе разработан технический облик комплексной системы радиозондирования атмосферы, который включает в себя основные характеристики, уровни и режимы обработки информации, а также структуру системы комплексной обработки данных радиозондирования атмосферы. Во второй главе проведен анализ существующих систем радиозондирования и сформулированы основные технические требования к перспективной комплексной систем радиозондирования атмосферы.

Третья глава посвящена разработке алгоритмов комплексной первичной обработки информации о пространственном положении радиозонда. На основе полученных алгоритмов разработана структурная схема модуля комплексной первичной обработки информации о пространственных координатах радиозонда. Особенностью структуры модуля является наличие обратных перекрестных связей, которые обеспечивают снижение вероятности срыва слежения за параметрами при временном пропадании сигналов СРНС и аэрологической РЛС, что позволяет заметно повысить достоверность данных радиозондирования.

В четвертой главе изложены разработанные методики и результаты оценки помехоустойчивости и точности алгоритма комплексной первичной обработки информации о пространственном положении радиозонда.

Основные результаты и выводы диссертационных исследований приведены в заключении работы.

Автореферат полностью соответствует содержанию диссертационной работы.

Степень разработанности и достоверность научных положений диссертации обосновывается тем, что соискателем представлено решение актуальной, имеющей важное значение для воздушного транспорта Российской Федерации научно-технической задачи, а именно - разработка алгоритмов комплексной первичной обработки данных радиозондирования атмосферы.

ры при метеорологическом обеспечении полётов воздушных судов гражданской авиации.

Достоверность научных результатов основана на:

- детальном анализе влияния на безопасность и регулярность полетов текущей и прогностической метеоинформации, анализе методик расчета риска предстоящего полета и методик расчета потребного запаса топлива, с учетом метеорологических условий по маршруту полета;
- корректном использовании известных теоретических методов марковской теории оценивания случайных процессов, теории вероятностей и математической статистики, теории статистических решений, теории инвариантности, методов математического моделирования;
- на результатах натурных сравнительных исследований радиолокационной и спутниковой систем радиозондирования атмосферы.

Результаты диссертационного исследования докладывались на научно-практических и научно-технических конференциях.

По материалам диссертационного исследования опубликованы 18 печатных работ, в том числе: 7 научных статей в рецензируемых научных журналах из перечня ВАК при Минобрнауки РФ; 8 научных статей и тезисов, опубликованных в других изданиях; получен 1 патент; 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. Материалы диссертационного исследования отражены в отчёте НИР.

Научная новизна работы состоит в развитии теоретических методов марковской теории оценивания случайных процессов применительно к метеорологическому обеспечению полетов. В настоящей работе впервые разработаны:

1. Квазиоптимальные, обеспечивающие высокую достоверность данных радиозондирования атмосферы, алгоритмы комплексной обработки первичной метеорологической информации, полученной радиозондированием атмосферы.

2. Структура комплексной системы радиозондирования атмосферы, основанная на первичной обработке радиосигналов радиолокационных и спутниковых систем радиозондирования.

3. Структура модуля комплексной обработки информации, реализующего квазиоптимальный алгоритм комплексной первичной обработки информации о пространственном положении радиозонда.

4. Методика оценки точности и помехоустойчивости квазиоптимального алгоритма комплексной первичной обработки радиосигналов радиолокационных и спутниковых систем радиозондирования.

5. Порядок применения и практическое использование разработанной методики для:

а) получения результатов оценки точности и помехоустойчивости квазиоптимального алгоритма о текущем положении радиозонда;

б) результаты оценки критичности квазиоптимального алгоритма к значению параметров математических моделей погрешностей измерений текущего положения радиозонда.

Все вышесказанное позволяет сделать вывод о том, что диссертационная работа соответствует специальности 2.9.6 «Аэронавигация и эксплуатация авиационной техники», а именно следующим пунктам раздела «Области исследований» паспорта специальности:

п. 9 - «Аэронавигационное обеспечение полётов, закономерности процессов навигации, управление движением отдельных воздушных судов и их потоков»;

п. 10 - «Совершенствование методов использования воздушного пространства, средств радиосвязи, навигации и наблюдения для решения задач управления воздушным движением».

Практическая значимость работы состоит в том, что внедрение ее результатов в разработку существующих и перспективных систем радиозондирования атмосферы:

1) позволяют:

а) повысить качество предоставляемой авиационным пользователям метеоинформации и степень осведомленности экипажей ВС и диспетчеров управления воздушным движением о метеообстановке на стадиях:

- планирования полетов;
- подготовки к конкретному вылету;
- на всех этапах полета ВС;

б) использовать предложенную структуру комплексной системы радиозондирования атмосферы для модернизации отечественной аэрологической сети;

в) использовать результаты радиозондирования атмосферы для валидации метеоинформации, получаемой от аэродромных источников метеоинформации;

2) использовать квазиоптимальные алгоритмы комплексной первичной обработки информации о пространственном положении радиозонда в практике наблюдения за иными воздушными объектами.

В результате решения научно-технической задачи были получены следующие основные результаты и выводы:

1. Установлена степень влияния данных радиозондирования на безопасность и регулярность полетов воздушных судов.

Радиозондирование атмосферы, обладая максимальной всепогодностью, высокой разрешающей способностью и информативностью, не всегда обладает требуемой достоверностью получаемых метеоданных о состоянии тропосферы и нижней стратосферы, а в ряде случаев отдельные данные радиозондирования могут быть не приемлемы для разработки качественных и достоверных метеопрогнозов.

Коренным образом улучшить качество функционирования систем радиозондирования можно выполнив их интеграцию на базе современных теорий комплексирования информации.

2. Теоретически обоснована и разработана структура перспективной комплексной системы радиозондирования атмосферы. Ее отличительными особенностями являются:

а) установка на борт радиозонда ретранслятора навигационных сигналов СРНС ГЛОНАСС/GPS, в целях их последующей обработки в навигационном вычислителе комплексной базовой станции слежения, тем самым решение навигационной задачи переносится с борта радиозонда в вычислитель комплексной базовой станции слежения;

б) построены алгоритмы комплексной первичной обработки сигналов СРНС ГЛОНАСС/GPS, ретранслированных радиозондом совместно с данными о пространственных координатах радиозонда, полученными аэрологической радиолокационной станцией.

Задача синтеза алгоритмов комплексной первичной обработки сигналов СРНС ГЛОНАСС/GPS решалась в интересах:

а) уменьшения вероятности срыва при слежении за радиозондом в атмосфере;

б) обеспечения помехоустойчивости системы радиозондирования при ее работе в условиях сложной помеховой обстановки и при малых отношениях сигнал/шум на входах приемных устройств базовой станции слежения;

в) обеспечения требуемой точности определения пространственных координат радиозонда.

3. Методом имитационного моделирования в соответствии с разработанной методикой проведен расчет потенциальных характеристик точности и помехоустойчивости комплексной системы радиозондирования.

4. Подтвержден, результатами расчета достижимых характеристик точности и помехоустойчивости системы радиозондирования, вывод о преимуществе комплексной обработки информации в условиях сложной и ухудшенной помеховой обстановки в районе проведения радиозондирования.

5. Отклонения параметров моделей оцениваемых процессов от расчетных значений не приводят к существенному ухудшению качества данных радиозондирования, что подтверждено оценкой степени критичности синтезированных алгоритмов к отклонению параметров моделей от расчетных значений.

6. Выявленные в ходе исследований достоинства комплексной системы радиозондирования позволяют обеспечить достоверность предоставляемой авиационным пользователям метеоинформации и, тем самым, повысить качество метеообеспечения полетов.

Результаты работы позволяют:

- 1) использовать комплексную систему радиозондирования атмосферы для модернизации аэрологической сети Росгидромета;
- 2) использовать данные комплексной системы радиозондирования как эталонные при валидации данных других измерителей метеопараметров атмосферы, прежде всего, радиолокационных метеорологических комплексов, микроволновых профиломеров, лазерных метеорологических систем.

К недостаткам диссертационной работы можно отнести следующее:

1. В главе 2 автор указывает, что на выходе третьего уровня обработки информации формируется аэрологическая телеграмма. В работе, однако, не приводятся сведений, описывающих процесс формирования аэрологических телеграмм.

2. При анализе помеховой обстановки, в условиях которой должна работать система обмена данными между радиозондом и наземными системами обработки информации, автор ограничивается лишь помехами, которые могут быть представлены моделью БГШ (формулы (3.1) ÷ (3.11)). Между тем, следовало бы отметить в исследованиях по крайней мере два аспекта:

а) приемные устройства радиозонда и наземные системы работают в условиях не только тепловых, или сводимых к таковым, шумов, но и системных помех, требующих решения вопросов электромагнитной совместимости;

б) в условиях информационного противоборства стран возможно создание преднамеренных помех радиоданным с метеорологической информацией.

В связи с этим, для повышения помехозащищенности целесообразно рассматривать и вопросы эффективного кодирования метеоинформации.

3. На стр. 78 диссертации заявлено (формула (3.27)), что в качестве критерия оптимизации целесообразно использовать критерий минимума апостериорного среднего риска при квадратичной функции потерь. Однако автором не указаны обоснования ни критерия, ни выбора функции потерь.

4. В п.4.5 диссертации приведен целый ряд рекомендаций по размещению комплексной системы радиозондирования атмосферы. Рекомендации должны быть обоснованы ссылками на источники, или собственными исследованиями автора. Часть рекомендаций обоснована, однако некоторые положения этих рекомендаций не обоснованы. Это касается, прежде всего установки антенн, для которых, согласно тексту: «в радиусе 100 м» не должно быть препятствий высотой более 3 м...», и т.п.

5. Часть требований к перспективной комплексной системе радиозондирования не вполне обоснованы, автор приводит лишь необходимые требования без их обоснования.

6. Оценивая качество синтезированного алгоритма комплексной первичной обработки информации о пространственном положении радиозонда, автор рассматривает только точность определения высоты подъема радиозонда и не приводит данных о точности определения плановых координат.

Вместе с тем, указанные замечания и недостатки не снижают положительной оценки представленной диссертационной работы и ее научно-практической значимости.

Заключение о соответствии диссертационной работы установленным требованиям. Диссертация Ермошенко Ю.М.. представляет собой законченную научно-квалификационную работу и удовлетворяет всем требованиям п.п. 9-14 Положения о порядке присуждения ученых степеней, ут-

вержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842 (ред. от 01.10.2018), а также удовлетворяет всем требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор, Ермошенко Юлия Марковна, заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.9.6 «Аэронавигация и эксплуатация авиационной техники».

Официальный оппонент

Марюхненко Виктор Сергеевич

Доктор технических наук, профессор кафедры «Телекоммуникационные системы» Филиала Военной академии РВСН им. Петра Великого (г. Серпухов)

Дата: «01» сентября 2023 г.

Подпись Марюхненко Виктора Сергеевича удостоверяю:

Начальник отдела кадров

«01» сентября 2023 г.



И.Теплов

Полное наименование организации:

Филиал Военной академии РВСН им. Петра Великого (г. Серпухов)

Адрес организации: 142210, Московская область, г. Серпухов, ул. Бригадная, д.17. Телефон: +7-915-472-23-97, e-mail: maryukhnenko@yandex.ru