

ОТЗЫВ

официального оппонента Каргашина Юрия Дмитриевича на диссертационную работу Зябкина Сергея Алексеевича на тему «Модели и алгоритмы классификации зон вероятного обледенения воздушных судов гражданской авиации в районе аэродрома» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.9.6 «Аэронавигация и эксплуатация авиационной техники»

Актуальность диссертационной работы

Диссертационная работа Зябкина С.А. выполнена на актуальную и практически важную для гражданской и государственной авиации тему. Актуальность темы обусловлена необходимостью разработки моделей и алгоритмов классификации зон вероятного обледенения воздушных судов (ВС) гражданской авиации для применения в аэродромных метеорологических радиолокационных комплексах (АМРЛК) для повышения ситуационной осведомлённости экипажей ВС, диспетчеров управления воздушным движением (УВД) и аэродромных служб о фактической метеообстановке в районе аэродрома для обеспечения безопасности, регулярности и экономической эффективности воздушных перевозок. Особую актуальность диссертационное исследование приобретает при решении задач метеообеспечения полетов на малых, обладающих недостаточными информационными возможностями аэродромах и аэродромных площадках, вертодромах, в частности в таких отдалённых регионах Российской Федерации, как Дальний Восток, Сибирь, Крайний Север, Арктика.

Оценка содержания диссертации

Диссертационная работа включает в себя введение, четыре раздела, заключение и приложения. Представленная на оппонирование диссертация

является логически взаимосвязанной работой, имеющей внутреннее единство и структурную завершенность.

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 выполнен анализ объекта и предмета исследования, изучены методы и технические средств обнаружения опасных метеоявлений в районе аэродрома, вскрыты ограничения существующего научно-методического аппарата в области применения АМРЛК, и определены перспективные направления его развития и совершенствования на основе применения поляриметрической обработки радиосигнала. Сформулирована гипотеза диссертации, содержательно и математически поставлена научная задача исследования, осуществлена ее декомпозиция на частные задачи.

Во второй главе предложены адекватные математические модели выхода первичной обработки АМРЛК при обработке излучения от различных типов гидрометеоров в условиях потенциального существования зон вероятного обледенения воздушных судов в районе аэродрома. Рассмотрены частные модели размеров, ориентаций, форм и диэлектрического состава вещества гидрометеоров, а также модель отражений радиолокационных сигналов от гидрометеоров, описываемых этими моделями. На сформированной модели отражений реализован имитатор первичных поляриметрических продуктов АМРЛК и продемонстрирована его адекватность.

В третьей главе описана разработка классификатора опасности обледенения. Ключевое место в главе занимает построение классификатора фазового состояния гидрометеоров на основе аппарата нечеткой логики.

Предложен метод обучения разработанного нечетко-логического классификатора гидрометеоров на основе данных, сгенерированных при помощи имитатора первичных поляриметрических продуктов АМРЛК. Также произведена оценка повышения оправдываемости и достоверности классификации опасности обледенения ВС при применении разработанного алгоритма по сравнению с параметрическим алгоритмом.

В четвертой главе описаны рекомендации для практической реализации авторского метода классификации зон вероятного обледенения воздушных судов. Рассмотрены алгоритмы оценки опасности обледенения ВС и формирования контуров зон вероятного обледенения. Продемонстрирован предлагаемый автором вариант индикации на фоне карты опасных метеорологических явлений МРЛК БАЗ «Монокль».

Основные результаты и выводы по диссертации представлены в заключении работы.

Автореферат полностью соответствует содержанию диссертационной работы.

Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций

Цель диссертационной работы состояла в повышении достоверности классификации пространственных зон вероятного обледенения воздушных судов путем комплексного анализа радиолокационных поляриметрических и температурных характеристик атмосферы для повышения ситуационной осведомленности

Достижение поставленной цели подтверждается следующими основными научными результатами, выводами и рекомендациями, сформулированными в диссертации:

1. Разработана функционально ориентированная имитационная модель выходных данных поляриметрического аэродромного метеорологического радиолокационного комплекса при первичной обработке отраженных

сигналов от различных типов гидрометеоров в условиях потенциального существования зон вероятного обледенения воздушных судов, формирующая радиолокационные поляриметрические продукты: радиолокационную отражаемость, дифференциальную отражаемость, удельную дифференциальную фазу и линейное деполяризационное отношение;

2. Доказана адекватность имитационной модели выходных данных поляриметрического аэродромного метеорологического радиолокационного комплекса путем сравнения результатов имитационного моделирования и функций принадлежности в S-диапазоне частот, полученных по экспериментальным данным;

3. Разработан уникальный алгоритм классификации зон вероятного обледенения воздушных судов, основанный на нечеткой логике, для использования в аэродромном метеорологическом радиолокационном комплексе;

4. Разработан уникальный нечетко-логический классификатор гидрометеоров, специфичных явлению вероятного обледенения воздушных судов, включая выбор и обоснование словаря входных признаков, алфавита выходных классов и метода классификации;

5. Выполнено первичное обучение алгоритма классификации зон вероятного обледенения воздушных судов при помощи данных имитационного моделирования;

6. Разработаны практические рекомендации по реализации алгоритмов классификации зон вероятного обледенения воздушных судов в перспективных аэродромных метеорологических радиолокационных комплексах X-диапазона типа «Монокль».

Достоверность научных результатов диссертационных исследований подтверждается:

– корректным использованием известных теорий и методов цифровой обработки сигналов, теории множеств, дискретной математики, теории

распознавания образов, нечеткой логики, теории ошибок, математического моделирования, теории вероятности и математической статистики;

– корректном обосновании основных допущений и ограничений при постановке научной задачи, и корректном выборе исходных данных для моделей радиолокационных отражений от единичных гидрометеоров и ансамбля гидрометеоров;

– корректном сравнении экспериментальных данных и данных имитационного моделирования радиолокационных поляриметрических продуктов для S-диапазона частот для контроля адекватности моделей;

– корректном использовании адекватных результатов имитационного моделирования радиолокационных поляриметрических продуктов для X-диапазона частот для обучения классификатора.

Значимость для науки и практики полученных автором диссертации результатов

Необходимо выделить следующие новые научные результаты, полученные лично автором.

1. Предложена уникальная математическая модель расчета амплитуд радиолокационных волн, отражённых от гидрометеоров, потенциально способных вызвать обледенение ВС, отличающаяся от известных тем, что впервые гидрометеоры переохлажденной жидкости представляются в виде ансамбля сфероидных частиц со свойствами, описываемыми частными моделями, а в качестве метода расчета применен метод Т-матриц;

2. Предложена уникальная имитационная модель выходных данных поляриметрического аэродромного метеорологического радиолокационного комплекса при обработке отраженных сигналов от различных типов гидрометеоров, специфичных явлению вероятного обледенения ВС, отличающаяся тем, что в ней на основе методов Монте-Карло формируется случайная реализация свойств ансамбля гидрометеоров, расчет радиолокационных отражений от каждой частицы и усреднение результата по ансамблю для расчета поляриметрических продуктов АМРЛК;

3. Разработан уникальный нечетко-логический классификатор типов гидрометеоров для применения в перспективных аэродромных метеорологических радиолокационных комплексах X-диапазона, отличающийся от известных словарем входных признаков, алфавитом выходных классов и коэффициентами трапецевидных функций принадлежности и предложена методика обучения этого классификатора по имитированным радиолокационным данным X-диапазона;

4. Разработан уникальный алгоритм классификации зон вероятного обледенения воздушных судов, отличающийся тем, что впервые для классификации зон обледенения воздушных судов был применен метод нечеткой логики и в качестве входных признаков были использованы поляриметрические продукты аэродромного метеорологического радиолокационного комплекса (радиолокационная и дифференциальная отражаемость, линейное деполяризационное отношение, удельная дифференциальная фаза).

Практическая значимость работы состоит в том, что внедрение ее результатов в разработку существующих и перспективных АРМЛК позволит повысить достоверность прогноза зон вероятного обледенения и повысить ситуационной осведомленности диспетчеров УВД и экипажей ВС о зонах обледенения в районе аэродрома.

Кроме этого, представляют отдельный интерес:

- программная реализация алгоритма имитации метеорологической обстановки в условиях явления вероятного обледенения ВС на основе расчета амплитуд радиоволн, отраженных от ансамбля сфероидных гидрометеоров;
- программная реализация алгоритма классификации зон вероятного обледенения ВС для перспективного АРМЛК типа «Монокль».

Недостатки и замечания по диссертации

1. В 2 главе для доказательства адекватности представленной имитационной модели автором предлагается произвести сравнение функций принадлежности, полученных по экспериментальным данным. И хотя причины выбора научной работы для получения этих функций автором

описаны, из текста диссертации остается не вполне понятным, почему автор остановился на сравнении функций принадлежности.

2. При анализе эффективности разработанного алгоритма классификации зон вероятного обледенения, автор не представил, как зависит точность классификации от ошибок выбора коэффициентов классификации гидрометеоров.

3. В 3 главе в пункте 2 автор ограничивает диапазон рассматриваемых температур значениями от -15°C до 0°C , обосновывая это тем, что при этих температурах явление обледенения ВС представляет наибольшую опасность. Однако в следствие того, что явление обледенения может возникать вне данного диапазона, целесообразно рассмотреть качество классификации при более низких температурах.

4. В 4 главе автор не приводит расчетов вычислительных потребностей для реализации разработанных алгоритмов классификации зон вероятного обледенения на существующих метеорологических РЛС.

Приведенные выше замечания и недостатки не снижают положительной оценки представленной диссертационной работы и ее научной и практической значимости.

Заключение о соответствии диссертационной работы установленным требованиям

Диссертационная работа Зябкина С.А. соответствует специальности 2.9.6 «Аэронавигация и эксплуатация авиационной техники», а именно пунктам раздела «Области исследований» паспорта специальности: 9 – «Аэронавигационное обеспечение полетов, закономерности процессов навигации, управление движением отдельных воздушных судов и их потоков», 10 - «Совершенствование методов использования воздушного пространства, средств радиосвязи, навигации и наблюдения для решения задач управления воздушным движением», 16 - «Информационное обеспечение процессов аэронавигационного обеспечения полетов, контроля, испытаний, сертификации, использования по назначению, технического обслуживания и ремонта, транспортирования, списания и утилизации авиационной техники».

Диссертация Зябкина С.А. представляет собой законченную научно-квалификационную работу, удовлетворяет всем требованиям п.п. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного 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, Зябкин Сергей Алексеевич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.9.6 «Аэронавигация и эксплуатация авиационной техники».

Официальный оппонент

Каргашин Юрий Дмитриевич

Кандидат технических наук, доцент,
начальник научно-исследовательского комплекса программного обеспечения и моделирования акционерного общества «Научно-производственное предприятие «Исток» им. А.И. Шокина»

Дата: « 13 » 09 2023 г.

Подпись официального оппонента Каргашина Ю.Д. заверяю.

Заместитель генерального директора –
директор по научной работе

К.Т.Н., СНС



С.В. Щербаков

2023 г.

Полное наименование организации:

Акционерное общество «Научно-производственное предприятие «Исток» им.
А.И. Шокина».

Адрес организации: 141190, г. Фрязино, ул. Вокзальная, д.2а.

Телефон: +7 (495) 565-10-80 доб. 19-69, e-mail: yudkargashin@istokmw.ru