

УТВЕРЖДАЮ



Д.О. Генерального директора

ФГУП ГосНИИ ГА

А.А. Корсаков

» января 2023 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации

Федерального государственного унитарного предприятия Государственный научно-исследовательский институт гражданской авиации (ФГУП ГосНИИ ГА) на диссертационную работу Галаевой Ксении Игоревны на тему «Метод и алгоритмы оценки опасных ветровых метеоявлений в секторах взлёта и посадки воздушных судов» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.9.6 «Аэронавигация и эксплуатация авиационной техники».

Актуальность диссертационного исследования

В обеспечении высокого уровня безопасности полетов и безопасности воздушных перевозок в целом метеорологическое обеспечение полетов воздушных судов (ВС) является ключевой задачей. Одним из приоритетных направлений в области повышения качества метеорологического обеспечения полетов является разработка методов и алгоритмов выявления и оценки опасных метеоявлений в секторах взлёта и посадки ВС, в которых выполняются наиболее сложные этапы полета. Также невозможно без авиации и развития аэропортовой сети освоение приоритетных для России районов Арктики, Крайнего Севера, Сибири, Дальнего Востока, где климатические условия и метеоявления опасны для авиации катастрофическими последствиями.

Поэтому, проведение научных исследований, связанных с вопросами повышения качества метеорологического обеспечения полетов, с разработкой методов оценки опасных ветровых метеоявлений в секторах взлета и посадки ВС, алгоритмов использования перспективных мобильных малогабаритных метеорологических радиолокаторах (МРЛК) в интересах метеообеспечения, является актуальной задачей, выполнение которой повысит уровень безопасности полетов гражданской авиации.

Оценка структуры и содержания работы

Диссертационная работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский государственный технический университет гражданской авиации» (МГТУ ГА) на кафедре «Техническая эксплуатация радиоэлектронного оборудования воздушного транспорта».

Целью диссертационной работы является повышение точности оценки опасных ветровых метеоявлений в секторах взлёта и посадки ВС метеорологическими радиолокационными комплексами, используемыми на аэродромах гражданской авиации, и, как следствие, повышение достоверной ситуационной осведомлённости диспетчеров управления воздушным движением (УВД) и экипажей ВС о метеообстановке в районе аэродрома.

Для достижения цели в рамках диссертационной работы решены следующие задачи:

- 1) обоснованы и определены характеристики алгоритма обработки информации при работе МРЛК в секторном режиме;
- 2) разработаны метод и алгоритмы оценки опасных ветровых метеорологических явлений в МРЛК: горизонтальный и вертикальный сдвиги ветра, турбулентность;
- 3) разработана методика валидации данных МРЛК и получения результатов валидации;
- 4) разработаны рекомендации и основные положения концепции

применения алгоритмов оценки опасных ветровых метеоявлений в секторном режиме МРЛК в интересах аэронавигационного обеспечения полётов.

Содержание диссертации последовательно и связно отражает порядок и суть проведённых исследований. Структурно диссертация состоит из основной части и приложения. Основная часть работы содержит 223 страницы, 65 рисунков и 31 таблицу. Общий объём работы с приложением составляет 256 страниц. Библиографический список литературы включает в себя 145 источников. Общий объём приложений 34 страницы. Применяемые в работе методы и порядок их использования описаны достаточно подробно.

Научная новизна

В работе применительно к аэронавигационному обеспечению полетов в секторах взлета и посадки ВС получили развитие теоретические методы метеорологической радиолокации и впервые:

1. Обоснованы характеристики и параметры системы обработки информации об опасных ветровых метеоявлениях в районе аэродрома для МРЛК, которые определяют технические особенности и принципы работы секторного режима.

2. Разработан метод и алгоритмы оценки опасных ветровых метеоявлений в секторном режиме МРЛК, позволяющий улучшить ситуационную осведомленность о ветровой обстановке в районе аэродрома для экипажей ВС и диспетчерского состава служб УВД.

3. Разработаны методики валидации метеоданных о ветровых метеоявлениях в МРЛК.

4. Разработаны рекомендации и основные положения концепции применения алгоритмов оценки опасных ветровых метеоявлений в секторном режиме МРЛК в интересах аэронавигационного обеспечения полетов.

Значимость полученных результатов

Теоретическая значимость диссертационной работы Галаевой К.И.

определяется разработанными методами и алгоритмами оценки опасных ветровых метеорологических явлений и методик валидации данных МРЛК БАЗ в интересах аэронавигационного обеспечения полетов, которые применимы для других зон и элементов воздушного пространства и организации безопасного воздушного движения. Алгоритмы оценки ветровых метеоявлений могут быть использованы в других типах МРЛК, методики валидации метеорологических данных применимы для широкой номенклатуры метеорологических систем.

Практическая значимость работы состоит в том, что внедрение ее результатов в разработку существующих и перспективных МРЛК позволит повысить ситуационную осведомленность о ветровой обстановке в районе аэродрома для экипажей ВС и диспетчеров УВД, и тем самым обеспечить заданный уровень безопасности полетов в районе аэродрома.

Значимость результатов, полученных автором диссертации для развития соответствующей отрасли науки определяется тем, что методы и алгоритмы оценивания опасных ветровых метеорологических явлений позволяют проводить исследования мощных кучево-дождевых облаков и сопутствующих опасных явлений погоды (ливневые осадки, гроза, град, шквал, смерч), изучать поля ветра, высотного профиля ветра, сдвигов ветра и турбулентности в условиях различных синоптических ситуаций, местных особенностей и циркуляций, что необходимо для прогнозирования и организации выполнения полёта ВС на всех этапах.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Полученные результаты могут быть использованы производителями оборудования метеорологического обеспечения полётов ВС и производителями средств визуализации динамической воздушной обстановки и метеообстановки в автоматизированных системах управления воздушным движением, а также в учебном процессе при подготовке авиационных специалистов.

Степень достоверности полученных результатов исследования

Достоверность полученных результатов подтверждается:

- глубоким анализом состояния проблемы метеорологического обеспечения полетов и ее взаимосвязи с проблемами обеспечения заданного уровня безопасности и регулярности полетов воздушных судов гражданской авиации;

- корректным использованием известных теоретических методов марковской теории оценивания случайных процессов, теории вероятностей и математической статистики, теории статистических решений, теории инвариантности, методов математического моделирования;

- сравнительным анализом результатов имитационного моделирования и данных экспериментальных исследований аэродромных метеосистем и систем радиозондирования атмосферы.

Апробация результатов исследования

Диссертационная работа прошла достаточную апробацию. Материалы диссертационного исследования опубликованы в 19 печатных работах: 4 научные статьи в рецензируемых научных журналах из перечня ВАК при Минобрнауки РФ, 12 научных статей и тезисов к докладам, опубликованных в других изданиях, 2 отчета о НИР, 1 патент, 10 докладов автором на всероссийских и международных научно-технических и научно-практических конференциях.

Соответствие автореферата диссертации её содержанию

Диссертация и автореферат изложены ясным и понятным научным языком. Автореферат содержит основные положения работы и выводы, соответствует основному содержанию диссертации и позволяет оценить уровень квалификации автора.

Оформление автореферата и диссертации соответствует существующим требованиям. Материалы, представленные в автореферате, соответствуют содержанию диссертации и дают чёткое представление о работе.

Личный вклад соискателя в получении результатов исследования

Анализ материалов, представленных в автореферате и диссертации, позволяет утверждать, что они получены лично автором.

Диссертация и автореферат изложены ясным и понятным научным языком. Применяемые в работе базовые теоретические методы и порядок их использования описаны достаточно подробно. Оформление диссертации и автореферата соответствуют требованиям существующих требованиям. Автореферат содержит основные положения работы и выводы, соответствует основному содержанию диссертации и позволяет оценить уровень квалификации автора.

Замечания по диссертации

1. В диссертационной работе используется термин «ближняя аэродромная зона (БАЗ)», который не является общеупотребимым или официально утвержденным термином, используемым в гражданской авиации. Данный термин более характерен для использования в государственной авиации. Для гражданской авиации целесообразно использовать аналогичный официально утвержденный термин «район аэродрома».

2. В 1 главе приведены обобщенные статистические данные об авиационных событиях за период 2012-2013, 2015, 2017-2020 гг. по данным Авиаметттелеком Росгидромета. Из материалов диссертации не ясны причины пропуска аналогичных данных за 2014 и 2016 годы, а также отсутствия этих данных за последние годы (2021 и 2022).

3. В 1 главе в таблице 1.2 приведены статистические данные о том, что нарушения и упущения в метеорологическом, радиотехническом и медицинском

обеспечении полетов в 6-7 % случаев приводят к авиационным происшествиям. Представленные данные обобщают 3 различных, не связанных между собой, предпосылки возможных авиационных происшествий и не позволяют выделить долю, приходящуюся конкретно на метеорологическое обеспечение.

4. В 1 главе на стр. 45 указано, что «недостатком малогабаритных радиолокаторов является их худшая разрешающая способность». Это не совсем корректное утверждение, так как разрешающая способность по углам (определяемая шириной основного луча диаграммы направленности антенны) в общем случае пропорциональна длине волны радиосигнала и обратно пропорциональна апертуре (размеру) антенны. Таким образом, уменьшая длину волны сигнала при фиксированном размере антенны можно добиться повышения разрешающей способности. Разрешающая способность по дальности зависит от характеристик излучаемых импульсов (длительности и модуляции) и практически не связана с габаритами радиолокатора.

5. Опыт внедрения метеолокаторов различных диапазонов в Европе, описанный в главе 1 на стр. 46, показывает приоритет в использовании радиолокаторов С-диапазона (178 шт.), на 2-м месте – радиолокаторов S-диапазона (31 шт.), и лишь на 3-м месте – радиолокаторов Х-диапазона (16 шт.). Представленные данные противоречат выводам автора о том, что Х-диапазон является наиболее предпочтительным для использования в метеолокаторах.

6. При выборе Х-диапазона, как наиболее предпочтительного для использования в метеолокаторах (по сравнению с С-диапазоном и S-диапазоном), автор не учитывает существенное ослабление радиосигналов данного диапазона при распространении в зонах выпадения осадков и не исследует возможность использования и ухудшение характеристик метеолокаторов Х-диапазона (по сравнению с другими диапазонами) при работе в условиях дождя, снега, тумана и т.п.

7. На стр. 52 автор утверждает, что действующий в настоящее время метеолокатор МРЛ-5 морально и технически устарел, при этом не приводится

никаких технических характеристик этого метеолокатора, которые подтвердили бы данное утверждение.

8. При рассмотрении различных типов радиолокаторов X-диапазона (табл. 1.11 на стр. 48) автор не учел некоторые отечественные радиолокаторы, а именно:

- метеолокатор «Монокль-К-100 ГА», выпускаемый ООО «Контур-НИИРС», который также является малогабаритным и имеет возможность работы в секторном режиме;

- метеолокатор типа МРЛ-5, который являются двухканальными, и один из каналов использует X-диапазон;

- бортовые метеолокаторы, используемые в гражданской авиации типа «Гроза», «Градиент», «Буран», «Контур» и т.п.

9. Во 2 главе автор описывает состав, структуру и режимы работы МРЛК, приводя при этом в качестве иллюстраций фото антенны (рис. 2.1), изображение индикатора с картографической обстановкой (рис. 2.4, 2.5, 2.17, 2.18). В 4 главе (п. 4.2) автором указано, что по прототипу МРЛК БАЗ в АО «Бортовые аэронавигационные системы» был создан метеолокатор, прошедших испытания и опытную эксплуатацию. Из текста диссертации 2 главы не ясна степень участия автора в разработке описываемого метеолокатора.

10. В 3 главе указано, что «Расчёт радиальной скорости в МРЛК осуществляется по алгоритму VVP (volume velocity processing), описанному в источнике...». При этом отмечается, что в действующих метеолокаторах сети Росгидромета при определении радиальной скорости ветра используется другой алгоритм (VAD). Автором не предоставлено краткое описание указанных алгоритмов, не проведена их сравнительная оценка и не до конца обоснованы преимущества и недостатки использования одного из указанных алгоритмов.

11. На рисунке 3.1, иллюстрирующем систему координат, выбранную для измерения скорости ветра, представлены обозначения (x , y , φ , θ и др.), описания которых не представлено в тексте диссертации.

12. При оценке эффективности функционирования разработанных алгоритма оценки удельной скорости диссипации турбулентной энергии (п. 3.1) и алгоритмов оценки горизонтального и вертикального сдвигов ветра (п. 3.2) автором указывается, что проведение испытаний указанных алгоритмов производится «с использованием приложения Python и исходного кода расчетов». Исходные коды расчетов (либо их фрагменты) не представлены ни по одному из исследуемых алгоритмов.

Приведенные выше замечания и недостатки не снижают положительной оценки представленной диссертационной работы и ее научной и практической значимости. Приведённые в работе выводы соответствуют содержанию выполненных исследований и адекватно отражают результаты решения поставленной в работе научно-технической задачи, а сформулированные автором рекомендации по построению и основные положения концепции применения алгоритмов оценки опасных ветровых метеоявлений в секторном режиме МРЛК БАЗ в интересах аэронавигационного обеспечения полётов являются их логическим продолжением.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о присуждении учёных степеней

Диссертационная работа Галаевой К.И. соответствует паспорту специальности 2.9.6 «Аэронавигация и эксплуатация авиационной техники», а именно 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».

Диссертация Галаевой К.И. представляет собой законченную научно-квалификационную работу, удовлетворяет 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 требованиям Высшей аттестационной комиссии при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор, Галаева Ксения Игоревна, заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.9.6 «Аэронавигация и эксплуатация авиационной техники».

Результаты диссертационной работы рассмотрены и одобрены на заседании 322 отдела Радиотехнического обеспечения полётов, авиационной электросвязи и электромагнитной совместимости Научного Центра Аэронавигации Научно-технического комплекса организации воздушного движения ФГУП ГосНИИ ГА (Протокол от 16.01.2023 г. № 1).

Ведущий научный сотрудник
322 отдела ФГУП ГосНИИ ГА

к.т.н.

« 17 » января 2023 г.

Шанин Алексей Вячеславович

Учёный секретарь
ФГУП ГосНИИ ГА

д.т.н.

« 17 » января 2023 г.

Шестаков Иван Николаевич

Федеральное государственное унитарное предприятие Государственный научно-исследовательский институт гражданской авиации (ФГУП ГосНИИ ГА)
Адрес: 125438, г. Москва, ул. Михалковская, д.67, к.1.
Телефон: +7-(495)-450-26-15, Факс: +7-(495)-450-62-06,
e-mail: gosniiga@gosniiga.ru