



МИНИСТЕРСТВО ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ТОРГОВЛИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Государственный научный центр Российской Федерации
Федеральное государственное унитарное предприятие
**«ЦЕНТРАЛЬНЫЙ
АЭРОГИДРОДИНАМИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
имени профессора Н.Е.Жуковского»
ФГУП «ЦАГИ»**

140180 Московская обл., г. Жуковский, ул. Жуковского, д. 1
тел.: (495)556-4205, факс: (495)777-6332
E-mail: <http://www.tsagi.ru>
ОКПО 07542112, ОГРН 1025001624471
ИНН / КПП 5013009056/504001001

24.01.2020 № КС/15-10-475

На № _____



УТВЕРЖАЮ
Генеральный директор
ФГУП «Центральный
аэрогидродинамический
институт им. профессора
Н.Е. Жуковского»,
д.т.н., профессор,
член-корреспондент РАН,

К. И. Сыпало

«__» _____ 2020 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу Обухова Юрия Владимировича на тему «Имитационные модели, алгоритмы и программы для анализа безопасности полетов в системе управления воздушным движением», представленную к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

Актуальность темы. В настоящее время в гражданской авиации принята следующая концепция обеспечения безопасности полетов. Поскольку общепризнанным является тот факт, что полностью устранить влияние опасных факторов невозможно, то необходимо, чтобы безопасность полетов была на приемлемом уровне, что достигается посредством контроля над рисками. Рост интенсивности воздушного движения приводит к необходимости модернизации системы организации и управления воздушным движением (ОрВД-УВД), что позволит достичь требуемой пропускной способности и, одновременно, обеспечить высокий уровень безопасности полетов. Поэтому возникает необходимость анализа факторов, влияющих на безопасность полетов и оценки рисков, возникающих при модернизации системы управления воздушным движением.

Существующие методы оценки уровня безопасности полетов предполагают использование аналитических моделей, имеющих известные

020475

Отдел документационного
обеспечения МАИ

Вх. №
«10» 02 2020

границы применимости и недостаточную достоверность результатов. Использование же имитационного моделирования для этих целей в нашей стране еще недостаточно развито.

Научные результаты диссертации и их новизна. Автором решается задача оценки уровня безопасности полетов в системе непосредственного управления воздушным движением с применением имитационного моделирования. При этом рассматриваются как детерминированные так и случайные факторы, влияющие на безопасность полетов. Среди них соискателем выделены такие случайные факторы как отказы систем связи и систем наблюдения, влияние которых на безопасность полетов значительно возрастет в случае укрупнения районных диспетчерских центров. Автор, используя метод статистических испытаний, предлагает определять условные вероятности нарушений минимумов эшелонирования, возникающих вследствие влияния вышеуказанных случайных факторов. При этом применяется разработанный автором метод фиксации состояний системы и возврата к сохраненным состояниям для дальнейшего моделирования и получения статистики.

Соискателем также разработан алгоритм формирования случайного потока воздушных судов, необходимый для моделирования длительных промежутков времени. Алгоритм основан на анализе реальных суточных планов полетов воздушных судов, при этом учитывается реальная интенсивность воздушного движения, типаж воздушных судов.

Обуховым Ю. В. разработана и реализована имитационная модель, предназначенная для воспроизведения работы диспетчерской позиции сектора обслуживания воздушного движения в верхнем воздушном пространстве. Особенность модели заключается в подробной имитации выполнения диспетчером всех основных операций по управлению воздушным движением, анализу воздушной обстановки, а также по разрешению различных типов потенциальных конфликтных ситуаций между воздушными судами в воздухе.

Разработанные методы и алгоритмы были реализованы в программном комплексе, который был использован для проведения исследований по оценке безопасности полетов в Санкт-Петербургском укрупненном районном диспетчерском центре, а также для оценки безопасности полетов для перспективной структуры Московского районного диспетчерского центра.

Структура и содержание работы. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения и приложений.

Во введении обосновывается актуальность темы диссертации, формулируются цели и задачи исследования, обосновывается практическая значимость работы.

В первой главе диссертации рассматриваются существующие методы оценки безопасности полетов, аналитические модели оценки риска опасных

событий и существующие имитационные модели. Описываются достоинства, недостатки и особенности обоих подходов. Формулируется постановка задачи по оценке уровня безопасности полетов с применением имитационного моделирования.

Во второй главе приводится детальное описание разработанных методов и алгоритмов, на основе которых проводится имитационное моделирование управляемого воздушного движения, а также статистическое имитационное моделирование, предназначенное для получения условных вероятностей опасных событий, возникающих из-за влияния различных случайных факторов. Также подробно рассматриваются детерминированные и случайные факторы, влияющие на безопасность полетов.

В третьей главе приводится описание разработанной соискателем имитационной модели управляемого воздушного движения в секторе верхнего воздушного пространства. Приводятся алгоритмы имитации работы диспетчерской позиции, алгоритмы имитации потока воздушных судов, находящихся в рассматриваемом секторе, а также алгоритмы имитации различных технических подсистем. Также приведено описание случайных факторов, имитация которых реализована в модели. Приведен внешний вид основных элементов интерфейса пользователя разработанного программного средства, реализующего имитационную модель.

В четвертой главе и в приложениях приводятся результаты исследований по оценке безопасности полета в перспективной структуре Московского районного диспетчерского центра. Приведены оценки временной загруженности диспетчерских позиций, результаты расчетов условных вероятностей нарушений минимумов эшелонирования, происходящих в результате отказов систем связи и наблюдения. Также приведены полученные значения уровня безопасности полетов для секторов обслуживания воздушного движения Московской воздушной зоны.

В заключении сделаны выводы по результатам диссертационного исследования.

Степень обоснованности и достоверности научных положений и выводов диссертации. При разработке методов и алгоритмов соискатель применяет апробированные методы имитационного моделирования и метод Монте-Карло. Алгоритмы имитации работы диспетчерской позиции согласовывались с диспетчерами обслуживания воздушного движения Московского центра автоматизированного управления воздушным движением. Работоспособность и эффективность разработанных методов и алгоритмов подтверждены результатами имитационного моделирования, результаты диссертационного исследования неоднократно докладывались на всероссийских и международных научно-практических конференциях, а также получили положительную оценку экспертов в области управления воздушным движением.

Новизна научных положений и выводов, сформулированных в диссертационной работе, заключается в следующем:

1. Обоснована необходимость и продемонстрирована эффективность применения имитационного моделирования для решения задачи анализа безопасности полетов в системах управления воздушным движением. Рассмотрены случайные и детерминированные факторы и оценено их влияние на безопасность полетов.

2. Разработаны алгоритмы расчета условных вероятностей нарушений минимумов эшелонирования, используемые для анализа безопасности полетов с применением статистического имитационного моделирования управляемого воздушного движения.

3. Разработаны состав и структура имитационной модели управляемого воздушного движения в секторе ОВД районного диспетчерского центра, в которой подробно имитируются все основные операции по управлению воздушными судами.

4. Разработаны алгоритмы имитации операций диспетчера по управлению потоком ВС, обнаружению и предотвращению конфликтов. Разработанная модель позволяет рассчитывать загруженность диспетчерской позиции и, таким образом, оценивать риски связанные с перегрузкой диспетчера.

5. Разработано программное средство, реализующее разработанные модели и алгоритмы. С помощью разработанного программного средства проведены исследования по оценке уровня безопасности полетов для перспективной аэронавигационной структуры воздушного пространства Московского укрупненного районного диспетчерского центра.

Практическая значимость работы. Результаты диссертационного исследования представляют практический интерес для специалистов в сфере управления и организации воздушного движения, а также в сфере управления безопасностью полетов в гражданской авиации.

Разработанное автором программное средство, реализующее имитационную модель управляемого воздушного движения, представляет интерес при разработке и сравнении различных вариантов аэронавигационной системы и структур воздушного движения с точки зрения безопасности полетов.

Замечания.

1. В имитационной модели управляемого воздушного движения не предусмотрена возможность имитации ошибок диспетчера при выполнении операций по управлению воздушным движением, т.е. не учитывается т.н. «человеческий фактор».

2. При моделировании выполнения операций диспетчером по управлению воздушным движением предполагается, что различные типы

операций имеют постоянную длительность, что не соответствует действительности.

Следует отметить, что указанные замечания и вопросы не снижают теоретической и практической значимости результатов, полученных в работе.

Заключение. Диссертационная работа Обухова Ю. В. представляет собой законченную научно-квалификационную работу, выполненную на хорошем техническом уровне. Научные положения и выводы, представленные к защите, показывают, что автором были получены оригинальные результаты одновременно из трех областей: математического моделирования, численных методов и комплексов программ, что соответствует паспорту специальности 05.13.18. Автор является соавтором 4-х статей, опубликованных в журналах из перечня ВАК, среди них одна статья, индексируемая в Web Of Science. Основные положения работы, выносимые на защиту, полностью отражены в публикациях. Автореферат соответствует содержанию текста диссертации. По своей актуальности, научной новизне, объему выполненных исследований, теоретической и практической значимости, а также оформлению и содержанию диссертация соответствует 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), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор, Обухов Юрий Владимирович, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Отзыв рассмотрен и одобрен на заседании НТС НИО-15 от 23.01.2020г., протокол № 1/20.

Начальник НИО-15 ЦАГИ,
доктор технических наук

Баженов С.Г.

Подпись Баженова Сергея Георгиевича заверяю,

Заместитель начальника
управления персоналом
начальник отдела кадров ФГУП «ЦАГИ»



В.Н.Баранов

Баженов Сергей Георгиевич,

Доктор технических наук, начальник НИО-15 НИК БП ФГУП «ЦАГИ».

E-mail: sergey.bazhenov@tsagi.ru , тел. 8 (495) 556-45-06, 8 (910) 478 41 36

Федеральное государственное унитарное предприятие

«Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора
Н.Е. Жуковского» (ФГУП ЦАГИ)

РФ 140180, г. Жуковский, Московская область, ул. Жуковского, 1

Контактный телефон: +7(495)556-43-03

Веб-сайт: <http://www.tsagi.ru>

Электронная почта: info@tsagi.ru