

СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ

Диссертационный совет: Д 212.125.12

Соискатель: Обухов Юрий Владимирович

Тема диссертации: Имитационные модели, алгоритмы и программы для анализа безопасности полетов в системе управления воздушным движением

Специальность: 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

Решение диссертационного совета по результатам защиты диссертации:

На заседании 27 февраля 2020 года диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, соответствующую критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, установленным Положением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842, и принял решение присудить Обухову Юрию Владимировичу ученую степень кандидата технических наук.

Присутствовали: заместитель председателя диссертационного совета М.Н. Красильщиков, ученый секретарь диссертационного совета А.В. Старков, члены диссертационного совета: В.Т. Бобронников; В.С. Брусов; Л.В. Вишнякова; В.А. Воронцов; В.Н. Евдокименков; А.В. Ефремов; К.А. Занин; Ю.С. Кан; А.И. Кибзун; М.С. Константинов; В.П. Махров; В.Г. Петухов; В.Н. Почукаев; В.В. Родченко; Г.Г. Себряков; М.М. Хрусталеv; А.В. Шаронов.

Ученый секретарь диссертационного совета

Д 212.125.12, к.т.н.

Начальник отдела УДС МАИ
Т.А. Аникина



А.В. Старков

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.125.12

созданного на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
(МАИ)

по диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 27.02.2020 г., № 3

О присуждении **Обухову Юрию Владимировичу**, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Имитационные модели, алгоритмы и программы для анализа безопасности полетов в системе управления воздушным движением» по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» принята к защите «26» декабря 2019 года, протокол № 29, диссертационным советом Д 212.125.12, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» (МАИ), 125993, г. Москва, Волоколамское шоссе, д.4, приказ о создании совета № 105/нк от 11.04.2012 г.

Соискатель, Обухов Юрий Владимирович, 1987 года рождения. В 2010 г. окончил государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Московский авиационный институт (государственный технический университет) «МАИ», в 2018 году окончил заочную аспирантуру в федеральном государственном унитарном предприятии «Государственный научно-исследовательский институт авиационных систем», работает начальником сектора в федеральном государственном унитарном предприятии «Государственный научно-исследовательский институт авиационных систем», министерство промышленности и торговли.

Диссертация выполнена в подразделении 0800 федерального государственного унитарного предприятия «Государственный научно-исследовательский институт авиационных систем», министерство промышленности и торговли.

Научный руководитель – доктор технических наук, Вишнякова Лариса Владимировна, федеральное государственное унитарное предприятие «Государственный научно-исследовательский институт авиационных систем», подразделение 0800, начальник подразделения.

Официальные оппоненты:

1. Спрысков Владимир Борисович, доктор технических наук, федеральное государственное унитарное предприятие «Государственный научно-исследовательский институт гражданской авиации», отдел перспективных средств Единой системы организации воздушного движения, начальник сектора – главный научный сотрудник.

2. Болелов Эдуард Анатольевич, кандидат технических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет гражданской авиации», кафедра «Техническая эксплуатация радиоэлектронного оборудования воздушного транспорта», заведующий кафедрой.

Все оппоненты дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация федеральное государственное унитарное предприятие «Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н. Е. Жуковского», г. Жуковский, Московская область, в своем положительном отзыве, подписанном Баженовым Сергеем Георгиевичем, доктором технических наук, начальником НИО-15, указала, что 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 четырех 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».

Соискатель имеет 12 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 12 работ, из них 3 статьи, опубликованные в рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень рецензируемых научных изданий ВАК

Минобрнауки РФ и 1 работу в издании из перечня ВАК МРБД, индексируемом в международных реферативных базах данных SCOPUS и Web Of Science. Наиболее значимыми научными работами по теме диссертации являются:

Статьи в рецензируемых журналах перечня ВАК:

1. Обухов Ю.В., Попов А.С., Орлов В.С., Котова А. О. Применение имитационного моделирования для оценки безопасности полётов // Труды МАИ, №81, 2015, электронная форма издания – 27 с. (18 авт.). (№2186 в перечне ВАК до 30.11.2015 г.)

Представлен анализ методов оценки безопасности полетов. Сделан вывод о необходимости применения имитационного моделирования для этой цели. Предложен метод анализа безопасности полетов, основанный на расчете условных вероятностей опасных событий, возникающих в результате влияния случайных факторов.

2. Котова А.О., Зубкова И.Ф., Обухов Ю.В. Особенности человека-оператора в модели диспетчерского обслуживания воздушного движения в составе имитационной модели оценки безопасности полетов // Труды ГосНИИАС. Серия: Вопросы авионики, №1(34), 2018, с. 41-61 – 20 с. (7 с. авт.). (№2141 в перечне ВАК по состоянию на 29.01.2018 г.)

Представлены разработанные соискателем алгоритмы имитации операций диспетчера управления воздушным движением по управлению воздушным движением, а также структура модели диспетчерского обслуживания.

3. Обухов Ю.В., Сикачев В.Ю., Попов А.С. Оценка безопасности полетов в одном из вариантов перспективной структуры московского районного центра с применением имитационного моделирования // Труды ГосНИИАС, Серия: Вопросы авионики, №2(35), 2018, с. 3-17 – 14 с. (10 с. авт.). (№2141 в перечне ВАК по состоянию на 22.02.2018 г.)

Представлены результаты исследования по оценке безопасности полетов в перспективной структуре московского районного центра обслуживания воздушного движения с применением разработанной ранее имитационной модели.

Статьи в журналах, индексируемых в иностранных библиографических и реферативных базах данных (SCOPUS, Web Of Science):

1. Vishnyakova L.V., Obukhov Y.V. A Solution to the Problem of Assessing Aviation Safety by Simulation Modeling, Journal Of Computer And Systems Sciences International, volume 57, issue 6, November 2018, p. 957-969 (SCOPUS, Web Of Science) (Обухов Ю.В., Вишнякова Л.В. Решение задачи оценки безопасности полетов с помощью метода имитационного моделирования // Известия Российской академии наук. Теория и системы управления, №6, 2018, с. 143-157 - 14 с. (12 с. авт.). (№111 в перечне ВАК МРБД)).

Представлены разработанные соискателем численный алгоритм формирования случайных исследовательских потоков для проведения имитационного моделирования, алгоритм сохранения состояний системы с целью дальнейшей имитации реализации различных случайных факторов.

В диссертационной работе отсутствуют достоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты, представленные в диссертации.

На диссертацию и автореферат поступили следующие отзывы:

1. ФГУП «Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н.Е. Жуковского», ведущая организация. **Отзыв положительный.**

К работе имеются следующие 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.

2. Спрысков Владимир Борисович, официальный оппонент, доктор технических наук. **Отзыв положительный,** заверен ученым секретарем филиала «НИИ Аэронавигации» ФГУП «Государственный научно-исследовательский институт гражданской авиации» И.Б. Губерманом.

По диссертации имеются следующие замечания.

1. В первой главе не приводится определение риска для безопасности полетов.

2. Во второй главе не обосновывается выбор экспоненциального распределения для моделирования времени входа воздушного судна в воздушное пространство сектора ОВД.

3. При моделировании работы диспетчерской позиции не учитывается фактор возможности ошибок диспетчера при выполнении операций.

3. Болелов Эдуард Анатольевич, официальный оппонент, кандидат технических наук, доцент. **Отзыв положительный,** заверен проректором по научной работе и инновациям ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет гражданской авиации» В.В. Воробьевым.

Замечания по диссертационной работе.

1. Уровень безопасности полетов зависит от ряда детерминированных и случайных факторов, которые приведены в работе. Среди случайных факторов автором были выбраны те факторы, которые определяются возможностью отказов линии передачи речевой и траекторной информации. Вместе с тем, выбор этих

факторов, несомненно, важных, был приведен автором без должного обоснования.

2. При определении расчетного соотношения для соотношения для частоты опасных событий в системе за определенный период времени автор вводит среднее время восстановления системы связи после отказа. При этом никак не оговаривается, как именно и за счет будет осуществляться это восстановление.

3. Моделирование ошибок определения местоположения воздушного судна проводилось применительно к двумерному случаю, а качество воздушной навигации оценивалось вероятностью нахождения воздушного судна в пределах воздушной трассы. Пространственный случай автором не рассматривался.

4. **Федеральное государственное унитарное предприятие «Государственная корпорация по организации воздушного движения в Российской Федерации»**, отзыв на автореферат. **Отзыв положительный**, подписан заместителем генерального директора ФГУП «Госкорпорация по ОрВД» Ю.П. Токаревым.

В результате ознакомления с авторефератом к работе появились следующие замечания и вопросы:

1. Учитывается ли в оценках загруженности тот факт, что диспетчерский персонал в секторе может состоять из одного, двух диспетчеров, а также включать ассистента/оператора.

2. Учитывается ли в модели человеческий фактор, в том числе возможные сбои и ошибки в работе персонала.

3. Используемая в работе терминология не всегда соответствует действующим в отрасли нормативным документам (например, диспетчерская позиция, правильно: диспетчерский центр/орган/пункт (сектор) ОВД и др.).

5. **Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова» Российской академии наук**, отзыв на автореферат. **Отзыв положительный**, подписан ученым секретарем ИПУ РАН В.Г. Лебедевым.

К недостатку диссертации, как можно судить из автореферата, можно отнести отсутствие расчета длительности операций диспетчера, которое используется при определении загруженности диспетчерской позиции.

6. **Федеральное государственное бюджетное учреждение «Научно-исследовательский центр «Институт имени Н. Е. Жуковского»**, отзыв на автореферат. **Отзыв положительный**, подписан первым заместителем генерального директора, д.т.н., профессором В.С. Шапкиным, начальником аналитического отдела координации и сопровождения программ А.В. Кан.

Следует отметить следующие замечания:

1. Из автореферата не совсем понятно как моделируется длительность выполнения операций диспетчера по управлению воздушным движением.

2. Не ясно как полученные в работе результаты соотносятся с целевыми уровнями безопасности полетов, принятыми в ИКАО.

7. **Акционерное общество «Азимут»**, отзыв на автореферат. **Отзыв положительный**, подписан заместителем генерального директора по научной работе и развитию, д.т.н., профессором В.В. Соломенцевым.

Замечания и вопросы:

1. Не совсем понятно, как при расчете временной загруженности диспетчера выбирается время выполнения операций диспетчера.

2. Учитывается ли при моделировании работы системы наблюдения особенности комплексирования информации от различных средств наблюдения.

8. **Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение «Московский государственный технический университет гражданской авиации»**, отзыв на автореферат. **Отзыв положительный**, подписан профессором кафедры Безопасность полетов и жизнедеятельности МГТУ ГА, д.т.н. В.Д. Шаровым.

По автореферату имеются следующие замечания.

1. При построении имитационной модели воздушной обстановки принято (стр. 12), что время между входами двух воздушных судов в моделируемое воздушное пространство (ВП) определяется экспоненциально распределенными случайными величинами. При этом в автореферате не приведено обоснования выбора именно такого распределения и его применимости для моделирования управления воздушным движением в ВП с высокой интенсивностью.

Также в автореферате не приведено обоснования выбора двойного экспоненциального распределения для моделирования бокового отклонения воздушного судна от линии заданного пути в горизонтальной плоскости (стр. 14).

2. На стр. 6 в качестве показателя безопасности полетов приводится «частота опасных событий». Термин «опасное событие», используемый автором по всему тексту автореферата, требует пояснения, поскольку он не соответствует терминологии Правил расследования авиационных происшествий и инцидентов с гражданскими воздушными судами в Российской Федерации, утвержденных постановлением Правительства РФ от 18 июня 1998 года №609 (ПРАПИ-98).

3. В качестве исследуемого варианта (стр. 18) для проведения моделирования была выбрана перспективная структура ВП Московской воздушной зоны (МВЗ). Представляется, что для оценки адекватности модели было бы целесообразно применить ее и для моделирования существующей структуры МВЗ. Затем можно было бы сравнить полученные результаты с фактическими статистическими данными по возникавшим за период в несколько лет «особым ситуациям» или «нарушениям минимумом эшелонирования» (в терминологии автора) в различных секторах МВЗ.

9. **Общество с ограниченной ответственностью «МОНИТОР СОФТ»**, отзыв на автореферат. **Отзыв положительный**, подписан начальником отдела систем сбора и обработки аэронавигационной информации, к.т.н. А.А. Разовым, генеральным директором С.А. Трофимовым.

Следует отметить следующие замечания:

1. Не совсем понятно, каким образом осуществляется перестроение маршрута воздушного судна при разрешении диспетчером потенциальных конфликтных ситуаций.

2. В автореферате не указано, что укрупнение районных диспетчерских центров приводит также к росту угроз для информационной безопасности.

10. **Государственное научное бюджетное учреждение «Академия наук Республики Татарстан»**, отзыв на автореферат. **Отзыв положительный**, подписан главным научным сотрудником Института перспективных исследований Академии наук Республики Татарстан, д.э.н. В.В. Девятковым.

В то же время в диссертационном исследовании можно отметить несущественные недочеты, которые можно интерпретировать как предложения последующего развития разработки:

1. Недостаточное использование уже существующих универсальных и апробированных методов и средств, например, для генерации случайных потоков, планирования экспериментов.

2. Отсутствие возможности в созданных моделях поиска оптимальных решений в виде, доступных во многих средах имитационного моделирования, оптимизирующих экспериментов.

11. **Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых» (ВлГУ)**, отзыв на автореферат и диссертацию. **Отзыв положительный**, подписан профессором кафедры «Физика и прикладная математика» ВлГУ, д.т.н., доцентом Н.Н. Давыдовым.

Вместе с тем, анализируя тексты рукописи автореферата и диссертации, необходимо выделить следующие противоречия и замечания, которые рекомендуется соискателю учесть и устранить в дальнейшей научно-методической работе с достигнутыми результатами, подлежащими опубликованию:

- в автореферате (см. стр. 3) ошибочно обозначена в качестве предмета исследования «безопасность полетов в системе управления воздушным движением», что неправомерно, так как понятие «безопасность полетов», по существу, относится к категории «словесного субъективного восприятия качества воздушного движения». При этом фактически верный предмет выполненного диссертационного исследования обозначен соискателем в основном структурном

эlemente «Задачи» на стр. 4, как «методы и средства (в том числе, модели, алгоритмы и программы) оценки и обеспечения показателей безопасности полетов в системе управления воздушным движением» (см. также стр. 6, строки 6...7 сверху). Показатели безопасности полетов правомерно отражены в диссертации на стр. 22;

- отсутствует правомерная формулировка «Цели исследования» в основном структурном элементе рукописи автореферата (см. с. 4), в котором соискателем в качестве цели ошибочно дано наименование направления процесса своей научной работы – «разработка имитационных моделей, алгоритмов и программ, предназначенных для анализа безопасности полетов в системе управления воздушным движением». Однако, общепризнанно, что целью научной работы должно быть улучшение параметров и характеристик объекта и/или предмета исследования. В представленном автореферате цель выполненного диссертационного исследования непреднамеренно и верно сформулирована соискателем в тексте основного структурного элемента «Актуальность темы исследования» (см. стр. 3), как устранение «недопустимого изменения (то есть снижения показателей) уровня безопасности полетов»;

- в автореферате в «Положениях, выносимых на защиту» (см. стр. 5) отсутствуют суждения соискателя о преимуществах, а также об условиях и допущениях, выявленных в достигнутых соискателем результатах. Кроме того в данном пункте на стр. 5 не определены положения относительно «разработанной структуры и состава программного средства, предназначенного для анализа безопасности полетов в секторе обслуживания воздушного движения» (см. основной структурный элемент «Научная новизна» на стр. 4);

- вопреки рекомендациям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. №842 (см. стр. 5, п. 13) научно-техническая новизна результатов диссертационного исследования не подтверждена данными о проведении государственной патентной экспертизы принятых соискателем технических решений и разработанных программ для ЭВМ;

- имеются отступления от требований ГОСТ Р 7.0.11-2011 «Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления», например, заголовки глав 1...4 (сверху) и многих параграфов диссертации (снизу) не отделены от текста тремя интервалами (см. ГОСТ, стр. 3, п. 5.3.5); рисунок 2.1 (см. стр. 27) ошибочно размещен над текстом, в котором впервые дана ссылка на него (см. ГОСТ, стр. 3, п. 5.3.9); неправомерно исполнены подрисуночные подписи «Рис. 2.2» и «Рис. 2.3» и ссылки на «рис. 1.2» и на «рис. 1.1» на стр. 31...32 (см. ГОСТ, стр. 3, п. 5.3.9);

- имеются недочеты в соблюдении требований ГОСТ 2.105 и ГОСТ Р 7.0.11-2011 (см. стр. 4, п. 5.3.10) по правилам оформления в тексте диссертации таблиц,

а именно, наличие, например, неправомерного межстраничного разделения поля таблицы 2.1 на части (см. стр. 36...37) и таблицы 4.6 на части (см. стр. 106...107); наличие межстраничного разделения поля таблиц на части без надлежащего указания о продолжении или окончании таблиц (см. таблицы 3.1...3.3, 3.5, 3.6, 4.2, 4.5);

- имеются недочеты в соблюдении требований ГОСТ 2.105 и ГОСТ Р 7.0.11-2011 (см. стр. 4, п. 5.3.11) по правилам оформления формул, а именно, в автореферате нарушена последовательность обозначения формул (12) на стр. 14 и (11) на стр. 16 и отсутствуют надлежащие знаки препинания в математических выражениях (2.1) ... (2.16), (3.2), (3.5) ... (3.14), (4.1) ... (4.6) и др.;

- имеются недочеты в соблюдении требований ГОСТ 7.1, ГОСТ Р 7.0.5 и ГОСТ Р 7.0.11-2011 (см. стр. 3, п. 5.3.8; стр. 4, п. 5.6.1 и п. 5.6.7; стр. 10 и 11, Приложение Б) по правилам оформления библиографических записей в списке литературы, приведенном в диссертации, а именно, наличие многочисленных ошибок в надлежащем применении знаков препинания в библиографических записях и в отсутствии надлежащего обозначения принадлежности источника информации к электронному ресурсу (см. стр. 118, п. 75...78).

12. Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет дружбы народов», отзыв на автореферат. Отзыв положительный, подписан доцентом департамента механики и мехатроники Института космических технологий Инженерной академии, к.т.н., с.н.с. О. Е. Самусенко.

В автореферате не приведено обоснование использования пуассоновского потока событий для моделирования времени входа воздушного судна в сектор обслуживания воздушного движения.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается наличием публикаций в соответствующей сфере исследования, компетентностью, имеющимся у них большим опытом в сфере анализа эффективности функционирования систем управления воздушным движением, в том числе, в области соответствующей паспорту специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» и способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

ФГУП «ЦАГИ» является ведущей организацией авиационной отрасли по динамике полета и системам управления летательных аппаратов, решению задач, связанных с математическим моделированием сложных авиационных систем с помощью программных комплексов, проведению фундаментальных научных исследований. Заключение по диссертационной работе обсуждено и подписано учеными-сотрудниками НИО-15, которые непосредственно занимаются вопросами, связанными с динамикой полета и моделированием сложных систем, в

их числе Баженов С. Г. – начальник НИО-15 ФГУП «ЦАГИ», признанный специалист в области систем управления воздушных судов.

Спрысков Владимир Борисович – автор более 100 научных работ, область научных интересов – безопасность полетов при управлении воздушным движением, математическое моделирование систем управления воздушным движением. Под его руководством были разработаны и внедрены методики оценки рисков для безопасности полетов в гражданской авиации, применяемые в Российской Федерации.

Болелов Эдуард Анатольевич – автор более 50 научных работ. Признанный специалист в области радиолокационных систем воздушного транспорта, комплексной обработки навигационной информации, метеорологического обеспечения полетов в гражданской авиации, комплексов программ для математического моделирования бортовых комплексных систем.

В дискуссии приняли участие:

Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, шифр специальности в совете
Кан Ю. С.	д.т.н., 05.13.18
Занин К. А.	д.т.н., 05.13.18
Бобронников В.Т.	д.т.н., 05.13.18
Почукаев В.Н.	д.т.н., 05.13.01
Старков А. В.	к.т.н., 05.07.09
Себряков Г.Г.	д.т.н., 05.13.01
Евдокименков В.Н.	д.т.н., 05.13.01
Ефремов А.В.	д.т.н., 05.07.09
Константинов М.С.	д.т.н., 05.07.09
Махров В.П.	д.т.н., 05.13.18
Воронцов В.А.	д.т.н., 05.07.09
Вишнякова Л.В.	д.т.н., 05.13.01

Диссертационный совет отмечает, что научные положения и выводы, представленные к защите, показывают, что автором были получены новые результаты одновременно из трех областей: математического моделирования, численных методов и комплексов программ, что соответствует паспорту специальности 05.13.18. **Наиболее существенные научные результаты, полученные лично соискателем, могут быть сформулированы следующим образом:**

1. Метод анализа безопасности полетов в системе управления воздушным движением, основанный на использовании имитационного моделирования для расчета условных вероятностей опасных событий, возникающих в результате влияния различных случайных факторов.

2. Численный алгоритм формирования случайных исследовательских потоков для проведения имитационного моделирования, основанный на использовании фактических суточных планов полета воздушных судов
3. Алгоритм ускорения процесса имитационного моделирования, заключающийся в сохранении состояний системы и возврата к сохраненным состояниям с целью имитации реализаций различных случайных факторов.
4. Состав и структура имитационной модели управляемого воздушного движения в секторе верхнего воздушного пространства.
5. Алгоритмы имитации операций диспетчера по управлению воздушным движением, а также по разрешению потенциальных конфликтных ситуаций между воздушными судами.
6. Программное средство, реализующее разработанные методы и алгоритмы, предназначенное для анализа безопасности полетов в системах управления воздушным движением.

Новизна полученных результатов заключается в том, что впервые решена задача анализа безопасности полетов в гражданской авиации с использованием имитационной модели управляемого воздушного движения в секторе верхнего воздушного пространства. В разработанной имитационной модели подробно воспроизводятся операции диспетчера по управлению воздушным движением, а также имитируются различные случайные и детерминированные факторы, имеющие значение при модернизации систем управления воздушным движением.

Теоретическая значимость заключается в том, что решение задачи анализа безопасности полетов с помощью имитационного моделирования вносит вклад в применение теории математического моделирования процессов управления для решения задач по организации воздушного движения, с учетом того, что события опасных сближений самолетов, происходящие в воздухе, и вероятности которых определяются методом статистических испытаний, являются достаточно редкими. Предложенные автором алгоритмы и методы представляют интерес в областях, в которых применение математического моделирования является единственным методом анализа с точки зрения обеспечения безопасности в организационно-технических системах.

Практическая значимость работы заключается в создании численных методов, математических моделей и программного обеспечения, которые могут быть непосредственно использованы в рамках Федеральной целевой программы «Модернизация Единой системы организации воздушного движения Российской Федерации» с целью определения оптимального с точки зрения безопасности полетов облика модернизируемой системы управления воздушным движением.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается следующими актами о внедрении результатов диссертации и свидетельствами о регистрации программного обеспечения:

1. В рамках научно-исследовательской работы «Модернизация комплекса имитационного моделирования процессов ОрВД с целью расширения возможностей по подготовке исходных данных, получения результатов моделирования с оценками эксплуатационных характеристик проектируемой структуры воздушного пространства, показателей безопасности полетов, пропускной способности, эффективности предоставляемых услуг пользователям на всех этапах полета, включая: полеты по маршруту ОВД и в зонах подхода при прилете-вылете, а также движением ВС по поверхности аэродрома» (шифр «КИМ ОрВД-3») результаты диссертационного исследования внедрены в деятельность ФГУП «ГосНИИАС».

2. Создано, зарегистрировано и применяется программное обеспечение «Имитация полетов воздушных судов», свидетельство о государственной регистрации для ЭВМ RU №2017619766; заявитель и правообладатель ФГУП «ГосНИИАС». - №2017616434; заявл. 03.07.2017; опубл. 01.09.2017.

3 Создано, зарегистрировано и применяется программное обеспечение «КИМ ОрВД. Имитационная математическая модель для оценки безопасности полетов», десятичный регистрационный номер ЮСИЯ.00700.

4. В рамках научно-исследовательских работ «Проведение исследований по оценке безопасности полетов при создании Санкт-Петербургского укрупненного центра ОВД» и «Проведение исследований по оценке безопасности полетов в границах ответственности Московского РДЦ с использованием Комплекса имитационного моделирования ОрВД», результаты диссертации были внедрены в Научно-исследовательском институте системного анализа проблем.

Результаты диссертационной работы рекомендуются к практическому применению в организациях, осуществляющих деятельность в сфере гражданской авиации, таких как ФГУП «Государственная корпорация по организации воздушного движения в Российской Федерации», ФГУП «Государственный научно-исследовательский институт гражданской авиации», а также при проведении научно-исследовательских работ по модернизации системы управления воздушным движением в Российской Федерации и др.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что основные положения диссертации опираются на современный математический аппарат и согласуются с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации. Соискателем разработаны и используются корректные математические модели и алгоритмы. В рамках исследования автором применены общие и специальные методы математического моделирования, системного анализа сложных социотехнических систем, методы обработки информации, а также современные средства для разработки программного обеспечения.

В диссертационной работе все заимствованные материалы представлены со ссылкой на автора или источник. Тем самым работа удовлетворяет п.14 Положения о присуждении ученых степеней.

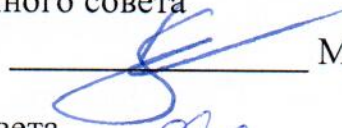
Изложенные в диссертационной работе результаты **являются новыми научно-обоснованными техническими решениями**, имеющими существенное значение для развития транспортной отрасли нашей страны в части гражданской авиации и организации воздушного движения.

На заседании 27 февраля 2020 г. диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, а также соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, и принял решение присудить Обухову Юрию Владимировичу ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, из них 7 докторов наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», участвовавших в заседании, из 27 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 18, против – 1, недействительных бюллетеней – 0.

Заместитель председателя диссертационного совета

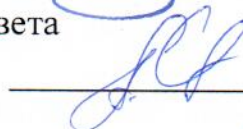
Д 212.125.12, д.т.н., профессор



М.Н. Красильщиков

Ученый секретарь диссертационного совета

Д 212.125.12, к.т.н.



А.В. Старков

«27» февраля 2020 г.

Начальник отдела УДС МАИ

Т.А. Аникина

