

СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ

Диссертационный совет: 24.2.327.03

Соискатель: Будков Александр Сергеевич

Тема диссертации: «Разработка системы поддержки принятия решения для задачи четырёхмерной навигации в гражданской авиации»

Специальность: 2.3.1 – «Системный анализ, управление и обработка информации (технические науки)»

Решение диссертационного совета по результатам защиты диссертации:


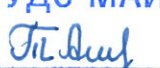
На заседании «14» октября 2021 года диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, и принял решение присудить Будкову Александру Сергеевичу ученую степень кандидата технических наук за **новые научно-обоснованные технические решения**, имеющие существенное значение для развития авиационной промышленности страны в части развития комплексов бортового оборудования гражданских самолётов.

Присутствовали: председатель диссертационного совета В. В. Малышев, заместитель председателя диссертационного совета М. Н. Красильщиков, ученый секретарь диссертационного совета А. В. Старков, члены диссертационного совета: В. Т. Бобронников, Л. В. Вишнякова, В. А. Воронцов, В. Н. Евдокименков, А. В. Ефремов, С. Ю. Желтов, К. А. Занин, М. С. Константинов, В. П. Махров, С. Н. Падалко, В. Н. Почукаев, Г. Г. Райкунов, В. В. Родченко, К. И. Сыпало, Ю. В. Тюменцев, М. М. Хрусталева, А. В. Шаронов.

Ученый секретарь диссертационного совета

24.2.327.03, д.т.н., доцент




УДС МАИ


А. В. Старков

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.327.03

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

Министерства науки и высшего образования Российской Федерации
(МАИ)

по диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук

Аттестационное дело № _____

Решение диссертационного совета от 14.10.2021, протокол № 35

О присуждении **Будкову Александру Сергеевичу**, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Разработка системы поддержки принятия решения для задачи четырёхмерной навигации в гражданской авиации» по научной специальности 2.3.1 – «Системный анализ, управление и обработка информации (технические науки)» принята к защите «24» июня 2021 г., протокол № 23, диссертационным советом 24.2.327.03 на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» (МАИ, Московский авиационный институт), 125993, Москва, Волоколамское шоссе, 4, приказ о создании совета № 105/нк от 11.04.2012.

Соискатель Будков Александр Сергеевич, родился «13» декабря 1994 года, в 2017 г. окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» (МГТУ имени Н. Э. Баумана), по специальности 24.05.06 «Системы управления летательными аппаратами», квалификация «инженер» (диплом специалиста 107704 0056606, регистрационный номер 313 от «30» июня 2017 г.).

В 2017 году поступил в очную аспирантуру МАИ, которую закончил 31.08.2021 по направлению подготовки 09.06.01 – «Информатика и вычислительная техника» (диплом об окончании аспирантуры 107718 1178938, регистрационный номер 2021/7О-0106Д от «08» июля 2021 г.).

В период подготовки диссертации соискатель Будков Александр Сергеевич работал на кафедре 703 «Системное проектирование авиационных комплексов» Института

№ 7 «Робототехнические и интеллектуальные системы» МАИ в должности инженера. Соискатель работает в должности инженера кафедры «Системное проектирование авиакомплексов» МАИ.

Диссертация выполнена в МАИ на кафедре 703 «Системное проектирование авиакомплексов» Института № 7 «Робототехнические и интеллектуальные системы».

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент, заместитель начальника отдела систем самолетовождения филиала публичного акционерного общества «Научно-производственная корпорация «Иркут» «Центр комплексирования», заведующий кафедрой 703 «Системное проектирование авиакомплексов» Института № 7 «Робототехнические и интеллектуальные системы» (по совместительству), начальник НИО-703 Института № 7 «Робототехнические и интеллектуальные системы» (по совместительству) МАИ, Неретин Евгений Сергеевич.

Официальные оппоненты:

1. Косьянчук Владислав Викторович – гражданин Российской Федерации, доктор технических наук, профессор, профессор РАН, заместитель генерального директора, федеральное государственное унитарное предприятие «Государственный научно-исследовательский институт авиационных систем».

2. Ерохин Вячеслав Владимирович – гражданин Российской Федерации, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры авиационного радиоэлектронного оборудования, Иркутский филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет гражданской авиации» (МГТУ ГА).

Все оппоненты дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация Федеральное государственное унитарное предприятие «Государственный научно-исследовательский институт гражданской авиации» (ФГУП «ГосНИИ ГА»), г. Москва, в своём положительном отзыве, обсуждённом и одобренном на расширенном заседании научно-технического совета отделов № 826 и № 30 (филиал) (протокол № 3 от 17.09.2021), подписанном начальником отдела исследований изменений лётных характеристик воздушных судов в процессе эксплуатации (отдел № 826 ФГУП «ГосНИИ ГА»), доктором технических наук Г. Е. Масленниковой, начальником сектора – главным научным сотрудником отдела перспективных средств единых систем ОрВД № 30

(филиал ФГУП «ГосНИИ ГА»), доктором технических наук В. Б. Спрысковым и утверждённым исполняющим обязанности генерального директора, кандидатом социологических наук А. В. Максименко указала, что диссертация Будкова А. С. является законченной научно-квалификационной работой. Результаты диссертационной работы, полученные лично автором, в достаточной степени представлены для публичного обсуждения и апробации (на 17 научно-технических конференциях). Они опубликованы в 12 печатных работах, в том числе в пяти статьях в рецензируемых журналах из Перечня ВАК при Министерстве науки и высшего образования РФ. Диссертационная работа оформлена качественно, полностью в соответствии с требованиями, предъявляемыми ВАК при Министерстве науки и высшего образования РФ к кандидатским диссертациям, а её автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1 – Системный анализ, управление и обработка информации (технические науки).

Соискатель имеет 27 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 12 работ, включающих 5 статей, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень рецензируемых научных изданий ВАК Минобрнауки РФ, 3 работы в изданиях, индексируемых в международной реферативной базе данных SCOPUS. Наиболее значимыми научными работами по теме диссертации являются:

Статьи в рецензируемых журналах перечня ВАК:

1. Будков А. С., Неретин Е. С., Поляков В. Б. Дудкин С. О. Иванов А. С. Дяченко С. А. Архитектура перспективных комплексов управления бортовым оборудованием [Электронный ресурс] // Электрон. журн. «Труды МАИ». – М.: МАИ, 2018. – № 100. – Режим доступа: <http://trudymai.ru/published.php?ID=93459>, свободный. (71 кб авт., № 2030, перечень рецензируемых научных изданий (сформированный по группам научных специальностей)).

Представлены результаты анализа существующих и перспективных подходов к построению архитектуры комплексов бортового оборудования.

2. Будков А. С., Неретин Е. С., Лунев Е. М. Разработка и исследование модели траекторного управления самолётом при полёте по маршрутам четырёхмерной зональной навигации [Электронный ресурс] // Электрон. журн. «Труды МАИ». – М.: МАИ, 2017. – №95. Режим доступа: <http://trudymai.ru/published.php?ID=63034>, свободный. (0,3 Мб авт., № 2030,

перечень рецензируемых научных изданий (сформированный по группам научных специальностей)).

Представлены результаты исследования алгоритмов траекторного управления для осуществления полета по маршруту, удовлетворяющего концепции четырехмерной зональной навигации (4D-RNAV). Разработана модель, реализующая данную концепцию.

3. Будков А. С., Неретин Е. С., Лунев Е. М. Проведение тестирования разработанных алгоритмов траекторного управления на стенде поискового моделирования [Электронный ресурс] // Электрон. журн. «Труды МАИ». – М.: МАИ, 2018. – №98. Режим доступа: <http://trudymai.ru/published.php?ID=90385>, свободный. (0,36 Мб авт., № 2030, перечень рецензируемых научных изданий (сформированный по группам научных специальностей)).

Приведён анализ результатов тестирования разработанных алгоритмов траекторного управления для полётов по маршрутам четырёхмерной зональной навигации в условиях изменяемой ветровой обстановки в режиме вертикальной навигации на этапе захода на посадку.

4. Будков А. С. Анализ проблем, возникающих при выполнении маршрутов четырёхмерной навигации в гражданской авиации, и определение основных путей решения [Электронный ресурс] // Международный информационно-аналитический журнал «Crede Experto: транспорт, общество, образование, язык». – 2021. – № 1 (28). – Режим доступа: http://ce.if-mstuca.ru/wp-content/uploads/2021/1/Budkov_CE_2021-1.pdf, свободный. (546 кб авт., № 1399, перечень рецензируемых научных изданий (по состоянию на 05.04.2021)).

Представлены результаты анализа проблем, возникающих при полётах по маршрутам четырёхмерной навигации в гражданской авиации. Определены минимально необходимые требования для системы поддержки принятия решения, которая бы обеспечивала решение выявленных проблем. Предложена методика поиска оптимальных четырёхмерных маршрутов.

5. Будков А. С. Разработка системы поддержки принятия решения для задачи четырёхмерной навигации [Текст] // Навигация и управление летательными аппаратами. – М.: МИЭА, 2021. – № 32. – с. 2-21. (0,8 п.л. авт., № 1478, перечень рецензируемых научных изданий (по состоянию на 05.04.2021)).

Представлены разработанная архитектура системы поддержки принятия решения, реализация функций системы поддержки принятия решения. Приведены

варианты интеграции системы поддержки принятия решения в состав современных комплексов бортового оборудования.

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

1. Budkov A. S., Neretin E. S., Lunev E. M., Ivanov A. S. Application of distributed integrated modular avionics concept for perspective aircraft equipment control systems [Electronic resource] // Journal of Physics: Conference Series. – Russian Federation: Krasnoyarsk, 2019. – vol. 1353, URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1353/1/012007/pdf>. (200 кб авт., Scopus).

2. Budkov A. S., Neretin E. S., Ponomarev K. A. Research on modernization directions of the human-machine interface of flight management system for future civil aircrafts / [et al.] // Journal of Physics: Conference Series. – Russian Federation: Krasnoyarsk, 2019. – vol. 1353, URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1353/1/012007/pdf>. (250 кб авт., Scopus).

3. Budkov A. S., Neretin E. S., Ivanov A. S. Optimal Four-Dimensional Route Searching Methodology for Civil Aircrafts [Electronic resource] // Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, Social Informatics and Telecommunications Engineering, vol 346. Springer, Cham. – 2021. – p. 462-473. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-030-67514-1_37. (0.25 п.л. авт., Scopus).

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

На диссертацию и автореферат поступило 10 отзывов. **Все отзывы положительные.**

Отзывы на диссертацию:

1. Федеральное государственное унитарное предприятие «Государственный научно-исследовательский институт гражданской авиации», ведущая организация. Отзыв подписан начальником отдела исследований изменений лётных характеристик воздушных судов в процессе эксплуатации (отдел № 826 ФГУП «ГосНИИ ГА»), доктором технических наук, Г. Е. Масленниковой, начальником сектора – главным научным сотрудником отдела перспективных средств единых систем ОрВД № 30 (филиал ФГУП «ГосНИИ ГА»), доктором технических наук В. Б. Спрысковым и утверждённым

исполняющим обязанности генерального директора, кандидатом социологических наук А. В. Максименко.

Замечания к диссертационной работе:

1. В работе не рассматриваются проблемы интеграции разработанной системы навигации в существующий порядок планирования полетов, в том числе не предлагается порядок взаимодействия с наземными диспетчерскими службами в случае появления необходимости изменения начального плана полета.

2. Предложенный автором алгоритм расчёта вертикального профиля на участке набора высоты и снижения вычисляет траекторию только в одном направлении – к конечной точке маршрута. При этом не рассматриваются часто встречающиеся на практике переходы в режим горизонтального полета, как в наборе, так и на снижении, частота и продолжительность которых, как правило, также диктуется указаниями наземных служб.

2. Косьянчук Владислав Викторович, официальный оппонент, доктор технических наук, профессор, профессор РАН.

Вместе с тем работа не лишена ряда недостатков.

1. При построении вертикального профиля, а именно, при расчёте участков набора высоты и снижения алгоритм построен так, что построение выполняется только в одном направлении. Этим направлением является путевой угол к конечной точке маршрута. При близком расположении запретной зоны такая реализация может привести к отсутствию решений ввиду того, что все участки набора высоты будут пересекать запретные ячейки пространства.

2. Ввиду особенностей применения клеточной декомпозиции пространства, а также методов теории графов для конструирования траектории движения, итоговая горизонтальная траектория движения имеет дополнительные поворотные пункты там, где они избыточны. Требуется проводить дополнительный анализ по спрямлению горизонтальной траектории.

3. В работе предлагается новый подход к решению задачи оперативного бортового планирования четырёхмерного маршрута, но при этом дальнейший процесс согласования полученного маршрута полёта со службами управления воздушным движением, оператором авиаперевозок, аэропортом назначения не описан.

3. Ерохин Вячеслав Владимирович, официальный оппонент, доктор технических наук, доцент. Отзыв заверен начальником отдела кадров и документооборота Иркутского филиала федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский

государственный технический университет гражданской авиации» (МГТУ ГА)
Л. А. Бородиной.

Замечания:

1. В соответствии с предложенной архитектурой система поддержки принятия решения взаимодействует с базой данных лётно-технических характеристик (БД ЛТХ), системой самолётовождения и источниками метеорологической и аэронавигационной информации. При этом, в диссертационной работе приведено только описание взаимодействия с БД ЛТХ.

2. Указано, что разработанная система поддержки принятия решения должна иметь человеко-машинный интерфейс (например, реализованный в формате отдельного окна, интегрированного в существующие графические интерфейсы систем самолётовождения), но при этом не приведено ни одного примера интеграции.

3. В диссертационной работе критерий минимизации ошибки по времени прибытия имеет высший приоритет, при этом в соответствии с подходом, принятым ИКАО, определяющим критерием является безопасность полетов. Из концепции приемлемого уровня безопасности следует, что маршрут должен быть построен таким образом, чтобы показатель безопасности полетов (риск столкновения) был не ниже заданного уровня. При условии выполнения данного требования аэронавигационные данные маршрута при его создании могут варьироваться таким образом, чтобы улучшить значения остальных критериев: экономичности полетов, пропускной способности и пр.

4. При выполнении исследований по оценке эффективности алгоритмов поиска оптимального маршрута не рассматривались ситуации оптимизации при условии нахождения в ограниченной области аэронавигационного пространства нескольких воздушных судов.

5. На титульных листах рукописи диссертации и автореферата указаны разные шифры и наименования научных специальностей.

Отзывы на автореферат:

1. Акционерное общество «Аэроприбор-Восход».

Отзыв подписан ведущим инженером отдела по науке и инновационному развитию, к. т. н. Л. Н. Винокуровым и начальником отдела по науке и инновационному развитию, к. т. н. М. Ю. Сорокиным.

В качестве замечаний к автореферату следует указать следующие:

1. Не обозначены критерии и не обоснован выбор применяемого алгоритма A-star для поиска по первому наилучшему совпадению на графе.

2. Направление и величина скорости ветра носят вероятностный характер и зависят от многих параметров (например, времени года, состояния атмосферы на данный момент в целом, изменение состояния атмосферы по маршруту движения и т. д.), поэтому и учет ветровой обстановки тоже носит вероятностный характер, что не указано в автореферате.

3. Из автореферата не следует, что выбранный маршрут движения согласовывается с целевым аэродромом, поэтому непонятно, возможна ли ситуация нахождения самолета в зоне ожидания по длительности больше, чем минимизация времени полета за счет выбора оптимального маршрута.

4. Не обоснован выбор размеров ячеек (как в горизонтальной, так и в вертикальной плоскостях) при декомпозиции трехмерного пространства, а также не показано влияние размеров ячеек на вычислительные затраты, на погрешность нахождения оптимального маршрута.

5. Не обозначено, как формируется запретная для полета зона, например, при появлении неблагоприятной метеорологической обстановки по маршруту, возможное пересечение с маршрутами других самолетов при одновременном перестроении маршрутов и т.д.

2. Акционерное общество «Ульяновское конструкторское бюро приборостроения», отзыв подписан начальником управления программ, к. т. н. Д. Л. Федоровым, начальником ТКБ, к. т. н. Д. А. Капустиным, утверждён заместителем директора НТЦР – главным конструктором, к. т. н. А. В. Юковым.

К тексту автореферата имеются следующие не критичные замечания:

1. Не ясен подход к формированию трехмерной траектории полёта при решении задачи поиска оптимального четырехмерного маршрута полёта.

2. Указано, что динамические характеристики воздушного судна учитываются при построении траектории движения за счёт использования базы данных лётно-технических характеристик, но не раскрываются принципы работы с ней.

3. Не обоснован выбор алгоритма поиска по первому наилучшему совпадению на графе A* (A-star) для решаемой задачи.

3. Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный исследовательский центр «Институт имени Н.Е. Жуковского», отзыв подписан директором проектного комплекса

«Ситуационное моделирование и интегрированные системы авиационных комплексов», д.т.н. Н. Б. Топоровым, начальником аналитического отдела департамента координации и сопровождения программ, к.т.н. А. В. Кан, руководителем проектов С. Б. Гальпериным, заверен начальником отдела кадров А. С. Никифоровым.

На основе текста автореферата по работе сформированы следующие замечания:

1. Из текста автореферата не до конца понятно, как именно выполняется формирование трехмерной траектории полёта при решении задачи поиска оптимальных четырехмерных маршрутов.

2. В работе говорится об адаптации алгоритма A-star для его использования в трёхмерном пространстве, но суть адаптации в автореферате не описана.

3. В тексте автореферата не обоснован выбор алгоритма поиска по первому наилучшему совпадению на графе A^* (A-star) для решения поставленной в диссертационной работе задачи.

4. Публичное акционерное общество «Авиационная холдинговая компания «Сухой», отзыв подписан заместителем главного конструктора К. П. Максаковым, главным специалистом, к. т. н. К. Б. Хроловичем, ведущим конструктором, к. в. н., с. н. с. А. В. Иваньковым, утверждён первым заместителем управляющего директора – директором ОКБ Сухого М. Ю. Стрельцом.

К автореферату имеются следующие замечания:

1. В тексте автореферата достаточно фрагментарно раскрыто содержание третьей главы, в частности, очень кратко приведено описание разработанного программного обеспечения.

2. Указано, что разработаны требования к методике поиска оптимальных четырехмерных маршрутов, но сами требования в тексте автореферата не раскрыты.

3. В автореферате не описан механизм адаптации алгоритма A-star для его применения в решаемой в диссертационной работе задачи.

5. Публичное акционерное общество «Московский институт электромеханики и автоматики», отзыв подписан заместителем генерального директора, к. т. н., доцентом П. Е. Данилиным, главным научным сотрудником, д. т. н., профессором Н. А. Зайцевой, утверждён генеральным директором, д. т. н., доцентом А. Г. Кузнецовым.

К недостаткам текста автореферата следует отнести:

1. Исходя из внешнего вида векторного аргумента целевой функции, можно сделать вывод о том, что решение задачи происходит в географической системе координат. При этом предлагаемое автором решение предполагает клеточную декомпозицию пространства на ячейки одинакового размера, что, скорее всего, подразумевает переход в прямоугольную систему координат. Из текста автореферата не ясно, каким образом осуществляется переход из географической системы координат в прямоугольную.

2. В автореферате не приведено описание разработанного алгоритмического обеспечения, что не позволяет до конца понять принцип работы каждой заявленной в системе функции.

3. В автореферате в явном виде не приведена суть адаптации алгоритма A-star для его использования в трёхмерном пространстве.

6. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации», отзыв подписан заведующим кафедрой № 15 «Аэронавигация», к. т. н., доцентом Ю. Н. Сарайским, удостоверяется начальником управления кадров Н. И. Прокофьевой.

Замечаний нет.

7. Акционерное общество «Уральский завод гражданской авиации», отзыв подписан начальником ОКБ по БРЭО – заместителем главного конструктора по БРЭО Э. В. Герасимовым, утверждён заместителем директора Инженерного центра – Главным конструктором по БРЭО, к. т. н. В. Б. Поляковым.

К тексту автореферата имеются следующие замечания:

1. В явном виде отсутствует обоснование применения алгоритма A-star для решения задачи поиска траектории полёта в декомпозированном трёхмерном пространстве. Также однозначно не ясно, каким образом алгоритм был адаптирован для его применения в трёхмерном пространстве.

2. Не указано, каким образом были определены размеры ячейки в горизонтальной и вертикальной плоскостях при декомпозиции трёхмерного пространства.

3. Не ясен принцип формирования информации о ветровой обстановке в каждой ячейке пространства.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации

обосновывается наличием публикаций в соответствующей сфере исследования, компетентностью, имеющимся у них большим опытом проектирования и практического использования авиационных навигационных комплексов и систем поддержки принятия решений в гражданской авиации, в том числе, в области соответствующей паспорту специальности 2.3.1 – «Системный анализ, управление и обработка информации (технические науки)» и способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

ФГУП «ГосНИИ ГА» является ведущей организацией авиационной промышленности по созданию и внедрению гражданских летательных аппаратов, фундаментальных научных исследований, а также решения задач в области обеспечения безопасности полётов и авиационной безопасности. Заключение по диссертационной работе обсуждено, одобрено и подписано специалистами, которые непосредственно занимаются вопросами, связанными с применением цифровых технологий в гражданской авиации, мониторинга состояния авиационной и транспортной безопасности воздушного транспорта, системного анализа управления и обработки информации, а также мониторинга жизненного цикла компонентов воздушных судов.

Косьянчук Владислав Викторович – автор более 100 работ, имеет патенты на изобретение. Под руководством В. В. Косьянчука проводится системный анализ, разработка методов математического моделирования и создания математических моделей сложных процессов, связанных с управлением летательными аппаратами, авиационными боевыми комплексами и средствами поражения. Одним из направлений математического моделирования является имитационное моделирование. С помощью методов имитационного моделирования проводится оценка транспортных потоков в интересах организации воздушного движения, анализ боевых действий и многое другое.

Ерохин Вячеслав Владимирович – автор более 40 работ, имеет патенты на изобретение. Под руководством В. В. Ерохина проводятся исследовательские работы в области методов обработки информации в интегрированных комплексах бортового оборудования для решения задач самолетовождения и посадки.

Таким образом, специалисты, представляющие ведущую организацию и привлечённые в качестве официальных оппонентов, в совокупности обладают необходимыми компетенциями в области научных проблем, определённых

паспортом специальности 2.3.1 – «Системный анализ, управление и обработка информации (технические науки)».

В дискуссии приняли участие:

Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, шифр специальности в совете
Малышев Вениамин Васильевич	д.т.н., 2.5.16
Красильщиков Михаил Наумович	д.т.н., 2.3.1
Ефремов Александр Викторович	д.т.н., 2.5.16
Сыпало Кирилл Иванович	д.т.н., 2.3.1
Евдокименков Вениамин Николаевич	д.т.н., 2.3.1
Хрусталева Михаил Михайлович	д.ф.-м.н., 1.2.2
Желтов Сергей Юрьевич	д.т.н., 2.3.1
Константинов Михаил Сергеевич	д.т.н., 2.5.16
Бобронников Владимир Тимофеевич	д.т.н., 2.3.1
Герасимов Алексей Анатольевич	к.т.н., Филиал ПАО «Корпорация «Иркут» «Центр комплексирования»
Лунев Евгений Маркович	к.т.н., Филиал ПАО «Корпорация «Иркут» «Центр комплексирования»

Диссертационный совет отмечает, что тема и содержание диссертационной работы соответствует паспорту специальности 2.3.1 – Системный анализ, управление и обработка информации (технические науки).

Наиболее существенные научные результаты, полученные лично соискателем, могут быть сформулированы следующим образом:

1. Проведён системный анализ существующих научных подходов к решению задачи четырёхмерной навигации, который показал отсутствие аналогов и необходимость разработки систем информационной поддержки экипажа для принятия решения об управлении воздушным судном с целью полёта по четырёхмерному маршруту;

2. Разработана новая архитектура системы поддержки принятия решения, обеспечивающая выполнение заданных функций, а именно:

- поиск оптимальных четырёхмерных маршрутов;
- мониторинг доступности движения по активному плану полёта;
- обработку информации и предупреждение экипажа о проблемах,

– обработку информации и предупреждение экипажа о проблемах, возникающих при полёте по четырёхмерному маршруту.

3. Разработана методика поиска оптимальных четырёхмерных маршрутов, учитывающая влияние ветровой обстановки, лётно-технические характеристики воздушного судна, запретные для полёта зоны и зоны сложных метеоусловий, а также осуществляющая поиск траектории полёта в трёхмерном пространстве за один шаг вычислений без разделения расчёта горизонтального и вертикального профилей.

4. Результаты имитационного моделирования подтвердили достоверность полученных в работе теоретических выводов, корректность применённых методов управления и обработки информации, а также адекватность разработанного алгоритмического обеспечения для применения на борту самолета.

Новизна полученных результатов заключается в разработке:

1. Новой архитектуры и алгоритмического обеспечения системы поддержки принятия решения, обеспечивающей выполнение функции поиска оптимальных четырёхмерных маршрутов по выбранным критериям;

2. Новой методики поиска оптимальных четырёхмерных маршрутов, учитывающей влияние ветровой обстановки, лётно-технические характеристики воздушного судна, запретные для полёта зоны и зоны сложных метеоусловий и выполняющей поиск траектории полёта в трёхмерном пространстве за один шаг вычислений.

Теоретическая значимость заключается в усовершенствовании существующих алгоритмов поиска оптимальных маршрутов для задачи четырёхмерной навигации в гражданской авиации в части обработки бортовой информации с использованием алгоритма поиска кратчайшего пути на графе A-star (A^*) по первому наилучшему совпадению, что позволило обеспечить бортовую реализацию поставленной задачи.

Практическая значимость работы заключается в том, что на основе полученных в ней результатов возможно формирование научно-обоснованных требований к перспективным системам самолётовождения, которые будут содержать функцию оперативного планирования четырёхмерных маршрутов для обеспечения решения задачи четырёхмерной навигации в гражданской авиации. Кроме того, в работе предложен технический облик новой системы

поддержки принятия решения, которая может быть интегрирована в существующие современные бортовые системы самолётовождения.

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

1. Акт о практическом внедрении результатов диссертационной работы в научно-исследовательскую и опытно-конструкторскую работу «Разработка бортового радиоэлектронного оборудования для семейства магистральных самолетов МС-21 (МС-21-200 и МС-21-300, с двигателями PW-1400 и ПД-14)» филиала публичного акционерного общества «Научно-производственная корпорация «Иркут» «Центр комплексирования».

2. Акт о внедрении результатов диссертационной работы Будкова А. С. в учебный процесс кафедры 703 «Системное проектирование авиаконструкций» Института № 7 «Робототехнические и интеллектуальные системы» Московского авиационного института:

– полученные в диссертации результаты использованы в материалах лекций по курсам «Математическое моделирование систем авионики», «Системы авионики» и «Комплексирование бортового оборудования» (8 ч), а также при курсовом и дипломном проектировании;

– разработанные программные средства используются при проведении лабораторных работ по курсам «Математическое моделирование систем авионики» и «Комплексирование бортового оборудования» (16 ч).

Результаты диссертационной работы рекомендуются к использованию в организациях, осуществляющих исследование и разработку бортовых алгоритмов для выполнения функции самолётовождения, таких как ПАО «Корпорация «Иркут», ПАО «МИЭА», АО «НИИАО», АО МНПК «Авионика», в том числе при проведении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ для гражданских самолётов МС-21, SSJ-NEW, CR-929 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 грамотно применены общие и специальные методы управления и обработки информации, анализа и синтеза сложных технических систем, в том числе метод математического моделирования.

В ходе защиты были высказаны следующие критические замечания:

1. Не проводилось сравнение полученных результатов с результатами, которые получены с учётом точной динамической модели воздушного судна. В работе не учитывается динамическая модель воздушного судна.

2. Нет вероятностных оценок (вероятность попадания в запретную зону), демонстрирующих доказательство повышения уровня безопасности полётов.

3. Не проанализирован вопрос, связанный с безопасностью движения относительно других участников воздушного движения при построении траектории движения.

Соискатель Будков А. С. ответил на задаваемые вопросы и привёл собственную аргументацию:

1. Предложенный в работе алгоритм предназначен для реализации на борту с использованием аппроксимированной модели динамики полета, реализованной в форме базы данных лётно-технических характеристик самолёта, сформированной разработчиком воздушного судна на базе его полной динамической модели.

2. Данное замечание принято и будет учтено при проведении дальнейших научных исследований.

3. За счёт предложенной клеточной декомпозиции пространства другие участники воздушного движения должны быть представлены в виде динамично перемещающихся запретных ячеек пространства, аналогично запретным зонам или зонам сложных метеоусловий. Предлагаемый в работе подход к конструированию траектории при этом универсален и не требуется в дальнейшей доработке.

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

На заседании «14» октября 2021 г. диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от «24» сентября 2013 года № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук, и принял решение присудить Будкову Александру Сергеевичу ученую степень кандидата технических наук за **новые научно-обоснованные технические решения**, имеющие существенное значение для развития авиационной промышленности страны в части развития комплексов бортового оборудования гражданских самолётов.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 20 человек, из них 8 докторов наук по специальности 2.3.1 – «Системный анализ, управление и обработка информации (технические науки)», участвовавших в заседании, из 27 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 17, против – 3, недействительных бюллетеней – нет.


Председатель диссертационного совета

24.2.327.03, д.т.н., профессор

 В. В. Малышев

Ученый секретарь диссертационного совета

24.2.327.03, д.т.н., доцент

 А. В. Старков

«14» октября 2021 г.

Начальник отдела УДС МАИ

Т.А. Аникин

