

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
«АЭРОПРИБОР-ВОСХОД»

Аэроприбор-Восход, 105318, Москва, Ткацкая ул., д. 19, эт. 4, ком. 400  
тел. 8 (495)363-23-01, факс: 8 (495) 363-23-43  
E-mail: aerovoskhod@sovintel.ru

 **КРЭТ**  
АЭРОПРИБОР-  
ВОСХОД

Ученому секретарю  
диссертационного совета 24.2.327.03  
ФГБОУ ВО «Московский авиационный  
институт (национальный  
исследовательский университет)»  
А.В. Старкову

125993, Москва, Россия  
Волоколамское шоссе, д.4

№ *244/2289* ОТ *23.07.21*  
На № 703-14-045 ОТ 06.07.2021

п/в отзыва на автореферат Будкова А.С.

Уважаемый Александр Владимирович!

Направляю отзыв на автореферат диссертации Будкова Александра Сергеевича «Разработка системы поддержки принятия решения для задачи четырехмерной навигации в гражданской авиации», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1 – Системный анализ, управление и обработка информации (технические науки)

Приложение:

Отзыв на автореферат – 2 экз. на 2 л. каждый.

Главный конструктор  
по системам аэротриетрии

*С уважением,*  


Д.Л. Крылов

Отдел документационного  
обеспечения МАИ

*02.08* 2021 г.

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации

Будкова Александра Сергеевича «Разработка системы поддержки принятия решения для задачи четырёхмерной навигации в гражданской авиации», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1 – Системный анализ, управление и обработка информации (технические науки)

Диссертация Будкова А.С. направлена на разработку системы поддержки принятия решения для задачи четырёхмерной навигации, которая включает в себя не только положение в пространстве, но и временную характеристику.

Первая глава содержит анализ функционала существующих систем самолетовождения, а именно решения задач четырехмерной навигации. Основное внимание уделено функции контроля прибытия в заданную точку маршрута в заданное время. Во второй главе сформированы требования к функционалу системы поддержки принятия решения и предложена архитектура системы, разработано специализированное математическое обеспечение в соответствии с разработанной архитектурой: модуль мониторинга активного плана полета, модуль поиска оптимальных четырехмерных маршрутов, модуль поддержки принятия решения. В третьей главе разработано программно-алгоритмическое обеспечение для предложенной архитектуры системы, реализующее функции системы принятия решения, причем отбор решений производится по следующим критериям: а) минимизация ошибки по времени прибытия; б) минимизация расхода топлива; в) минимизация времени полета; г) минимизация расхода топлива и времени полета. В четвертой главе представлены результаты оценки эффективности примененных критериев оптимизации четырехмерного маршрута, в том числе и с точки зрения времени вычислений на маршрутах различной дальности.

Актуальность и новизна работы несомненна, поскольку минимизация расхода топлива напрямую влияет как на конкурентные возможности авиакомпаний с точки зрения минимизации затрат на выполнение полета, так и на экологическую обстановку за счет снижения уровня выбросов. Отдельно стоит обозначить снижение нагрузки на экипаж, поскольку внедрение всё большего числа информационных систем привело к значительному увеличению нагрузки на экипаж, и на данный момент ведутся работы по внедрению различных систем поддержки принятия решения, которые позволяют теперь снизить количество информации, предоставляемой экипажу. Снижение нагрузки на экипаж, в свою очередь, повышает безопасность выполнения полетов.

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.

При этом считаем, что эти недостатки не являются существенными и они не влияют на положительную оценку представленной работы и проведенных исследований в целом.

Считаем, что диссертационная работа А.С. Будкова «Разработка системы поддержки принятия решения для задачи четырехмерной навигации в гражданской авиации» соответствует всем требованиям ВАК при Минобрнауки РФ, предъявляемым к работам, представленным на соискание ученой степени кандидата технических наук, и её автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1 – Системный анализ, управление и обработка информации (технические науки).

Ведущий инженер отдела по науке  
и инновационному развитию, к. т. н.

Л.Н. Винокуров



Начальник отдела по науке  
и инновационному развитию, к. т. н.

М. Ю. Сорокин



Винокуров Лев Николаевич, научная специальность 05.13.05 - Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления  
e-mail: VinokurovLN@aeroprivor.ru

Сорокин Михаил Юрьевич, научная специальность 05.13.05 - Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления  
e-mail: SorokinMU@aeroprivor.ru

Акционерное общество «Аэроприбор-Восход»  
105318, г. Москва, ул. Ткацкая, д.19, тел. (495) 363-23-01  
<https://ap-voskhod.kret.com>