



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО  
ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА  
(РОСАВИАЦИЯ)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ  
УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНО-  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ  
(ФГУП ГосНИИ ГА)

ул. Михалковская, д.67, корп.1, г. Москва, 125438  
тел. 8 (495) 450-26-15, 8 (495) 601-46-31,  
тел/факс 8 (495) 450-62-06  
e-mail: gosniiga@gosniiga.ru, www.gosniiga.ru

19.10.2022 № 807-11-10407

На № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Отзыв на автореферат Попова А.С.

ФГБОУ ВО «Московский авиационный  
институт (национальный  
исследовательский университет)»

Ученому секретарю диссертационного  
совета 24.2.327.03

Старкову А.В.

125993, г. Москва  
Волоколамское ш. д.4

Уважаемый Александр Владимирович!

Направляем Вам отзыв на автореферат диссертации Попова Андрея Сергеевича «Методы, математические модели и комплекс программ для выбора структуры воздушного пространства и инфраструктуры аэродрома на основе анализа их использования» на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 1.2.2. «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

*С уважением,*

Директор Центра Аэронавигации  
НТК ОрВД ФГУП ГосНИИ ГА

А.А. Ещенко

Исп. Губерман И.Б.  
тел. 8 (495) 450-26-15

Отдел документационного  
обеспечения МАИ

«21» 10 2022

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук «Методы, математические модели и комплекс программ для выбора структуры воздушного пространства и инфраструктуры аэродрома на основе анализа их использования»

Попова Андрея Сергеевича

Диссертационная работа А.С.Попова обусловлена совершенствованием структуры воздушного пространства, инфраструктуры аэродромов, на основе математического моделирования системы организации воздушного движения (ОрВД), и оценки показателей эффективности и безопасности воздушного движения.

Это позволяет проводить оценку характеристик воздушного движения не только для действующей структуры воздушного пространства по собранным фактическим данным выполнения полетов, но и для перспективных вариантов структуры воздушного пространства, предложений по изменению структуры воздушного пространства и инфраструктуры аэродромов, измененных потоков воздушного движения, как в части интенсивности, так и по структуре потока, в различных условиях выполнения полетов.

В настоящее время предложено большое число показателей, характеризующих выполнение полетов в действующей структуре воздушного пространства.

С целью унификации в рамках основанного на характеристиках подхода ИКАО и европейской программы развития SESAR разработана система из 11 групп показателей в основных областях эффективности (КРА), в рамках каждой группы множество ключевых, основных и дополнительных показателей.

Однако данный подход находит применение только при исследовании существующих и функционирующих структуры воздушного пространства и инфраструктуры аэродрома.

Попова Андрея Сергеевича предлагается использование расчетного и имитационного моделирования для расчета показателей, в том числе, и для перспективных вариантов структуры воздушного пространства и инфраструктуры аэродрома.

Научная новизна диссертации состоит в разработке научно-обоснованных методах, анализируемых вариантах совершенствованию структуры воздушного пространства и включают множество ограничений, определяемых условиями выполнения полетов, свойствами самого воздушного пространства и аэродромов, метеоусловиями, зонами ограничения полетов и др.

Отдел документационного  
обеспечения МАИ

« 21 » 10 20 22



В диссертационной работе решается нетривиальная задача - сделать обоснованный выбор оптимального варианта структуры воздушного пространства (условной оптимизации), где по каждой группе показателей требуется оптимизировать (максимизировать или минимизировать) критерий с учетом ограничений.

Предложен метод нахождения единственного решения из ограниченного ряда спроектированных вариантов структуры воздушного пространства на основе расстановки экспертами обобщенных показателей по убыванию важности.

Предлагаемые методы и алгоритмы выбора наилучших и наиболее рациональных вариантов могут быть использованы не только в приложении к системе ОрВД, но и для других сложных систем.

Теоретическая и практическая значимость диссертации заключается в том, что полученные в ней научные результаты создания математических моделей элементов и процессов системы ОрВД, а на их основе – комплекса программ для оценки эффективности использования структуры воздушного пространства и инфраструктуры аэродромов.

Моделируются процессы выполнения полетов, диспетчерского обслуживания воздушного движения, в том числе прогнозирования четырехмерной траектории полета воздушных судов, обнаружения и разрешения потенциальных конфликтных ситуаций, формирования бесконфликтной очереди прибывающих и вылетающих воздушных судов и т.п., что позволяет проводить моделирование «от перрона до перрона».

В рамках комплекса программ созданы модели, алгоритмы и программы оценки множества показателей эффективности и безопасности. Комплекс программ, введенный в эксплуатацию во ФГУП «Госкорпорация по ОрВД» РФ, позволил апробировать результаты исследований при оценке эффективности выполнения полетов для ряда проектов структуры воздушного пространства и аэродромов.

При высоком качестве выполненной научной работы, необходимо отметить следующие недостатки:

- не уделено внимание вопросам вычислительных затрат алгоритмов;
- не приведено описание моделей построения 4D траекторий полёта на основе 2D синтеза репрезентативных потоков ВД и автоматического создания сети ВТ, представленных на рисунке 3.

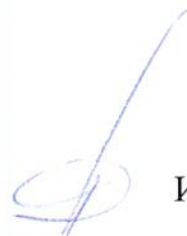
- из автореферата не совсем понятен критерий формирования бесконфликтной очереди прибывающих и вылетающих воздушных судов.

Указанные недостатки не снижают общей положительной оценки выполненной работы.



Научные результаты, представленные в автореферате, их новизна, теоретическая и практическая значимость соответствуют требованиям п.п. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842 (в редакции постановления Правительства Российской Федерации от 20 марта 2021 г. №426) Высшей аттестационной комиссии при Минобрнауки России, а ее автор, Попов Андрей Сергеевич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.2.2. «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Начальник отдела координации  
и научно-методического  
сопровождения проектов  
беспилотных авиационных систем  
Научного центра исследований,  
координации и развития технологий БАС  
НТК ОрВД ФГУП ГосНИИ ГА,  
к.т.н., доцент  
«18» октября 2022г.



И.Б. Губерман

Подпись Губермана И.Б. удостоверяю:

Директор Центра Аэронавигации  
НТК ОрВД ФГУП ГосНИИ ГА  
«18» октября 2022г.



А.А. Ещенко

М.П.

Федеральное государственное унитарное предприятие Государственный научно-исследовательский институт гражданской авиации (ФГУП ГосНИИ ГА)  
Адрес: 125438, г. Москва,  
Михалковская ул., д.67, к.1  
Тел.: +7 (495) 601-46-31  
e-mail: gosniiga@gosniiga.ru