



**Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования
«Московский государственный технический
университет имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)**

**Научно-исследовательский комплекс
«Информатика и системы управления»
(НУК ИУ)**

105005, г. Москва, 2-ая Бауманская ул., д.5, стр.1

На Исх.№ 604-10-403 от 05.10.2022г.

Ученому секретарю

диссертационного совета 24.2.327.03

А.В. Старкову

125993, г. Москва, Волоколамское шоссе,
д. 4, МАИ, отдел
Ученого и диссертационных советов

Уважаемый Александр Владимирович!

Направляю 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», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.2.2 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (технические науки)».

Приложение: Отзыв на трех стр., 2 экз.

Руководитель НУК ИУ

А.В.Пролетарский

Отдел документационного
обеспечения МАИ

«10» 11 2022

«УТВЕРЖДАЮ»



Руководитель научно-учебного комплекса
«Информатика и системы управления»
МГТУ им.Н.Э.Баумана

А.В.Пролетарский

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»,
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 1.2.2 «Математическое моделирование, численные методы
и комплексы программ (технические науки)»

Диссертационная работа А.С. Попова посвящена решению **актуальной** задачи совершенствования структуры воздушного пространства и инфраструктуры аэродрома методами математического моделирования. Процесс постоянной оценки и устранения выявленных недостатков является неотъемлемой частью сопровождения структуры воздушного пространства провайдерами аэронавигационных услуг и другими отраслевыми организациями, целесообразность применения для этих целей имитационного моделирования не вызывает сомнений, однако, полноценного программного продукта для этого в нашей стране пока создано не было, хотя отдельные попытки предпринимались.

Автором выполнена подробная постановка задачи совершенствования структуры воздушного пространства и инфраструктуры аэродрома. Предложены математическое описание элементов структуры воздушного пространства и инфраструктуры аэродрома и математическая трактовка задачи в виде задачи многомерной условной оптимизации. Сформулирован критерий эффективности, зависящий от структуры воздушного пространства, инфраструктуры аэродрома и заданных алгоритмов управления потоком воздушных судов в воздухе и на поверхности аэродрома. В качестве ограничений выступают условия выполнения полетов – метеоусловия и ограничения использования воздушного пространства, характеристики самой структуры воздушного пространства (ВП), инфраструктуры аэродрома и используемого потока воздушных судов (ВС).

Составлен набор показателей, позволяющих получать оценки самых разных аспектов выполнения полетов в интересах всех заинтересованных участников процесса организации воздушного движения. Выбор этих показателей опирается на рекомендации ИКАО, некоторых иностранных авиационных регуляторов и результаты ряда научных исследований. В автореферате приведены примеры расчетов нескольких показателей.

Результаты исследования, а именно:

- математические модели элементов и процессов системы ОрВД;
- метод выбора рационального варианта структуры ВП и инфраструктуры аэродрома;
- система показателей эффективности использования структуры ВП и инфраструктуры аэродрома

10.11.2023

инфраструктуры аэродрома и алгоритмов их расчета;

- методика оценки эффективности использования структуры ВП и инфраструктуры аэродрома, обладают **научной новизной, теоретической значимостью и достоверностью.**

Существенным **практическим результатом** работы является создание комплекса имитационного моделирования системы ОрВД (КИМ ОрВД), позволяющего адекватно имитировать процессы этой системы от момента подачи заявки на выполнение полета авиакомпанией до окончания выполнения рейса с постановкой воздушного судна на стоянку. При моделировании управляемых полетов ВС учитывается ряд аспектов работы систем планирования полетов, управления воздушным движением, самолетовождения и некоторых других.

В автореферате приведена схема программного комплекса, показаны составляющие его программные средства и ядро комплекса – база данных КИМ ОрВД под управлением системы управления базами данных (СУБД) Oracle. Показана схема взаимодействия всех моделей комплекса, демонстрирующая его сложную структуру и использование моделей на различных этапах проведения исследований, приведены примеры решения задач.

В работе разработаны методические материалы для проведения исследований с целью получения как макрооценок для большого региона, так и выявления локальных проблем (например, перегрузка конкретного сектора управления воздушным движением, низкая пропускная способность взлетно-посадочной полосы на аэродроме). Для каждой конкретной задачи (или типа задач) сформированы методические рекомендации по их решению. В автореферате приведены примеры решаемых с использованием комплекса исследовательских задач, разработанные методические материалы прошли апробацию при проведении исследований с использованием комплекса.

Полученные автором результаты **опубликованы**, в том числе – и в изданиях из перечня ВАК, **апробированы** на научно-технических конференциях, **внедрены** при решении практических задач.

По автореферату считаю нужным сделать следующие замечания:

- в автореферате приведены модели, которые имитируют сложные процессы при выполнении управляемого полета (например, модель воздушного судна, построение 4D-траектории, формирование бесконфликтной очереди прибывающих и вылетающих ВС, расчет ПКС), но из автореферата непонятно, проводилась ли валидация этих моделей;

- в автореферате автор неоднократно использует аббревиатуры (ВС, ВПП, МНК, МУДР, ПА, ПКС, ФГБУ и др.), не расшифровывая их.

Приведенные недостатки не влияют на общую положительную оценку представленной работы.

На основании представленного автореферата можно сделать вывод, что работа является актуальной, содержащей новые научные результаты и практически значимой. Она выполнена на высоком научном уровне и соответствует критериям 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. Автор работы, Попов Андрей Сергеевич, заслуживает присуждения

ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.2.2. «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (технические науки)».

Директор НИИ информатики и систем управления

МГТУ им. Н.Э.Баумана,

доцент кафедры «Системы автоматического управления»,

кандидат технических наук

nchulin@bmstu.ru

8 499 263 65 01



Чулин Николай Александрович