

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель генерального директора по  
научной работе и развитию Акционерного  
общества Производственная компания  
«Азимут»

Соломенцев Виктор Владимирович



«19» февраля 2025 г.

### ОТЗЫВ

ведущей организации Акционерного общества Производственная компания «Азимут» на диссертационную работу Лугового Вениамина Геннадьевича на тему «Метод организации воздушного движения на основе системы слияния потоков с использованием реверсивных эшелонов», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.9.6 – «Аэронавигация и эксплуатация авиационной техники»

#### Актуальность темы диссертационного исследования

В диссертационном исследовании решается актуальная научная задача, связанная с исследованием систем слияния потоков широко применяемых для организации воздушного движения прибывающих воздушных судов на различных аэропортах Российской Федерации.

В диссертационной работе Лугового В.Г. предложены математические модели, позволяющие исследовать системы слияния потоков с точки зрения пропускной способности в зависимости от распределения интенсивности потоков прибывающих воздушных судов по направлениям входа.

В качестве метода организации воздушного движения прибывающих воздушных судов предложена усовершенствованная система слияния потоков позволяющая повысить пропускную способность, снизить время ожидания воздушных судов, уменьшить расход топлива и сократить количество выбросов загрязняющих атмосферу веществ.

## Оценка структуры и содержания работы

Диссертация включает введение 4 главы и заключение. Диссертация состоит из 128 страниц. В диссертации используются 44 рисунка и 17 таблиц. Список литературы состоит из 104 наименований

**Во введении** представлена актуальность темы диссертации, объект, предмет, цели и задачи исследования. Сформулирована научная задачи исследования, а также теоретическая и практическая значимость работы.

**В первой главе** представлены применяемые на данный момент системы слияния потоков воздушных судов, предназначенные для организации воздушного движения прибывающих воздушных судов. Приведена оценка распределения интенсивности потоков прибывающих воздушных судов на некоторых аэродромах Российской Федерации, где применяются системы слияния потоков.

**Во второй главе** предложена разработанная автором математическая модель, позволяющая исследовать процессы организации воздушного движения в существующих системах слияния потоков. Представленная модель позволяет оценить проблемные вопросы систем слияния потоков, связанные с пропускной способностью. Для моделирования процессов организации воздушного движения прибывающих воздушных судов разработана и представлена модель системы слияния потоков с использованием сети массового обслуживания.

**В третьей главе** представлена разработанная автором модель усовершенствованной системы слияния потоков, отличающаяся возможностью перераспределения доступных для использования эшелонов (каналов обслуживания) с каждой траектории задержки. Представлен разработанный автором метод организации воздушного движения прибывающих воздушных судов с использованием усовершенствованной системы слияния потоков, основанный на использовании реверсивных эшелонов.

**В четвертой главе** представлены результаты моделирования метода организации воздушного движения прибывающих воздушных судов с применением реверсивных эшелонов. Для моделирования использован комплексный диспетчерский тренажер «Галактика» (оборудование разработано АО ПК «Азимут»). По результатам оценки результатов моделирования показано уменьшение времени, затрачиваемого диспетчером УВД на радиопереговоры.

Кроме того, в главе представлены расчеты показателей эффективности аэронавигационного обслуживания.

В заключении представлены основные результаты, полученные в диссертационной работе.

#### **Соответствие содержания диссертации заявленной специальности**

Диссертационная работа Лугового В.Г. соответствует п. 9 «Аэронавигационное обеспечение полетов, закономерности процессов навигации, управление движением отдельных воздушных судов и их потоков», п. 10 «Совершенствование методов использования воздушного пространства, средств радиосвязи, навигации и наблюдения для решения задач управления воздушным движением», паспорта специальности 2.9.6. «Аэронавигация и эксплуатация авиационной техники».

#### **Соответствие автореферата основному содержанию диссертации**

Автореферат соответствует основному содержанию диссертации, содержит основные положения работы и выводы.

#### **Новизна исследования и полученных результатов**

Научной новизной исследования является:

- разработанная математическая модель традиционной системы слияния потоков с использованием сети массового обслуживания с обратной связью, позволяющая исследовать процессы применения систем слияния потоков с учетом различных по интенсивности потоков прибывающих воздушных судов;

- разработанная математическая модель усовершенствованной системы слияния потоков, *отличающаяся* от модели традиционной системы слияния потоков использованием нескольких каналов обслуживания, системы массового обслуживания зоны ожидания диспетчерского пункта подхода (вместо одного), количество каналов обслуживания динамически изменяется в зависимости от соотношения интенсивностей потоков прибывающих воздушных судов;

- разработанная усовершенствованная система слияния потоков, *отличающаяся* использованием нескольких эшелонов для полета по траектории задержки вместо одного (при использовании одной и той же точки входа), с возможностью использования реверсивного движения по эшелонам на траекториях задержки;

- разработанный метод организации воздушного движения прибывающих воздушных судов в условиях высокой интенсивности воздушного движения с использованием усовершенствованной системы слияния потоков.

### **Личное участие соискателя в получении результатов диссертации**

Диссертация Лугового В.Г. является самостоятельной законченной научно-исследовательской работой. Автор принимал личное непосредственное участие в подготовке проекта модернизации и внедрении новой структуры воздушного пространства района аэродрома Санкт-Петербург (Пулково) впервые включающего усовершенствованную систему слияния потоков. Содержание опубликованных работ и данной диссертации являются выработанными автором решениями, подкрепленными экспериментальными исследованиями и непосредственной практикой использования.

### **Степень достоверности результатов исследования**

Достоверность полученных результатов подтверждается корректным использованием апробированных научных методов исследований и современного математического аппарата обработки результатов, данными полунатурного моделирования с использованием диспетчерских тренажеров, а также практическим применением усовершенствованной системы слияния потоков в аэропорту Санкт-Петербург (Пулково), что подтверждается актами внедрения.

### **Значимость полученных автором диссертации результатов для развития соответствующей отрасли науки**

Теоретическая значимость заключается в том, что разработана математическая модель системы слияния потоков с использованием сети массового обслуживания, позволяющая исследовать систему слияния потоков в условиях различного распределения потоков прибывающих воздушных судов. Математическая модель разработана впервые.

Практическая значимость диссертации заключается в повышении эффективности аэронавигационного обслуживания. Наибольший рост эффективности достигается в условиях крайне неравномерного распределения потока прибывающих воздушных судов по точкам входа на траекторию задержки. Результаты, полученные в ходе диссертационного исследования, рекомендуется применять в процессе внедрения усовершенствованных систем слияния потоков на аэродромах Российской Федерации, а также при переработке существующих традиционных систем слияния потоков в усовершенствованные. Критерием для внедрения усовершенствованной системы слияния может быть высокая неравномерность распределения потоков прибывающих воздушных судов по направлениям прибытий.

## **Научная и практическая ценность полученных автором диссертации результатов**

Научная ценность результатов работы заключается в возможности использования разработанных математических моделей традиционной и усовершенствованной систем слияния потоков, позволяющих исследовать работу систем слияния потоков без проведения трудоемких экспериментальных работ.

Практическая ценность результатов работы заключается в повышении эффективности аэронавигационного обслуживания:

Приводятся результаты повышения эффективности аэронавигационного обслуживания на примере аэродрома Санкт-Петербург (Пулково) являются:

- увеличение пропускной способности системы слияния потоков на величину до 70%;
- сокращение суммарного среднего времени ожидания прибывающих воздушных судов с 180 до 32 минут в сутки;
- снижение дополнительного расхода топлива (топлива, затрачиваемого для задержки воздушных судов) с 8 до 1,5 тонн в сутки;
- уменьшение количества вредных выбросов загрязняющих атмосферу веществ с 24 до 4,3 тонн в сутки.

### **Замечания по диссертационной работе**

Отмечая достаточно высокий уровень работы и глубокую проработку темы, следует отметить некоторые спорные моменты и отдельные недостатки:

1. В главе 1 диссертации при проведении анализа структуры потоков прибывающих воздушных судов приведены только аэродромы Российской Федерации.
2. В диссертационном исследовании не учитываются современные автоматизированные подсистемы, предназначенные для организации воздушного движения прибывающих воздушных судов, такие как AMAN.
3. Не раскрыто влияние современных средств наблюдения за воздушной обстановкой, таких как МПСН, позволяющих обеспечить раздельное наблюдение отметок от воздушных судов, при их нахождении в одной области воздушного пространства.
4. Целесообразно было бы рассмотреть, каковы преимущества предлагаемого метода организации воздушного движения прибывающих воздушных судов для аэродромов, на которых большую часть потока прибывающих воздушных судов составляют тяжелые и супертяжелые воздушные суда.

**Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным  
Положением о присуждении учёных степеней**

Содержание диссертации обладает внутренним единством, содержит выносимые для публичной защиты обоснованные научные результаты и положения, обладающие новизной, практической и теоретической значимостью. Полученные результаты свидетельствуют о конкретном научном и личном вкладе Лугового В.Г. в развитие процессов организации воздушного движения прибывающих воздушных судов.

Отдельные результаты диссертационного исследования использованы на практике в виде положений, содержащихся в локальных нормативных актах предприятия, предназначенных для технологического описания последовательности действий диспетчеров УВД. Согласно требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011 и п.14 Положения о порядке присуждения учёных степеней, в диссертации не содержится заимствований материала без ссылок на авторов и источники заимствования.

Диссертация Лугового Вениамина Геннадьевича на соискание учёной степени кандидата технических наук соответствует

п. 9 Положения о присуждении учёных степеней и представляет собой законченную научно-квалификационную работу, результатом которой являются разработанный метод организации воздушного движения прибывающих воздушных судов.

Автор диссертационной работ Луговой Вениамин Геннадьевич заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.9.6 – «Аэронавигация и эксплуатация авиационной техники».

Отзыв обсужден и одобрен на расширенном заседании Дирекции по стратегическому развитию 19 февраля 2025 года.

Отзыв составили:

Заместитель директора по стратегическому развитию  
АО ПК «Азимут»

Г.А. Реутович

Технический директор ООО НТЦ «Азимут»,  
Профессор, д.т.н

А.Л. Аникин