

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук
Борсоева Владимира Александровича на диссертационную работу
Лугового Вениамина Геннадьевича «Метод организации воздушного
движения прибывающих воздушных судов на основе системы слияния
потоков с использованием реверсивных эшелонов», представленной на
соискание ученой степени кандидата технических наук
по научной специальности

2.9.6. Аэронавигация и эксплуатация авиационной техники

Диссертационная работа Лугового В.Г. посвящена решению научной задачи совершенствования методов организации воздушного движения прибывающих воздушных судов, что позволяет отнести научное содержание диссертации к пунктам 9 и 10 паспорта специальности 2.9.6. Аэронавигация и эксплуатация авиационной техники.

Актуальность темы диссертационного исследования.

Актуальность работы обоснована широким распространением систем слияния потоков как метода организации воздушного движения прибывающих воздушных судов. При этом, существующее распределение потоков прибывающих воздушных судов на многих аэродромах Российской Федерации характеризуется значительной неравномерностью.

Как правильно указывает автор, системы слияния потоков продолжают активно внедряться на многих аэродромах. Наиболее часто используется система слияния потоков с полным перекрытием, траектории задержки таких систем слияния потоков располагаются в створе ВПП. Таким образом, вопросы, связанные с пропускной способности являются общими для большого количества внедряемых систем слияния потоков.

Диссертационная работа Лугового В.Г. способна восполнить пробел в рассматриваемой научной задаче. Автор правильно избрал направление работы, а ее содержание соответствует названию.

Оценка содержания работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка сокращений, списка литературы и приложения.

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, сформулированы объект, предмет, цели и задачи исследования. Показана научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы.

В первой главе приведена характеристика методов организации воздушного движения прибывающих воздушных судов, рассмотрены их преимущества и недостатки, рассмотрены различные варианты построения систем слияния потоков, показаны их преимущества и недостатки. Показана основная проблема метода организации воздушного движения с применением традиционной системы слияния потоков, возникающая при использовании только одного эшелона на каждой траектории задержки с учетом существующих интервалов горизонтального эшелонирования.

Автором проведен анализ неравномерности потоков прибывающих воздушных судов на аэродромы, где применяются системы слияния потоков, показана актуальность необходимости решения научной задачи.

Во **второй главе** разработана и представлена модель метода организации воздушного движения прибывающих ВС с использованием традиционной системы слияния потоков на основе временных диаграмм, с помощью которых показано увеличение времени, затрачиваемого на обслуживание ВС при неравномерном распределении ВС по точкам входа на траектории задержки. С использованием сети массового обслуживания разработана модель традиционной систем слияния потоков. Разработанная модель позволяет исследовать пропускную способность системы слияния потоков с учетом различного распределения потоков прибывающих ВС. Определен основной недостаток традиционной системы слияния потоков.

В **третьей главе** разработана и представлена математическая модель усовершенствованной системы слияния потоков, основным отличием которой является многоканальность, за счет возможности перераспределения каналов между системами массового обслуживания внутри сети. Разработана усовершенствованная система слияния потоков с использованием нескольких реверсивных эшелонов, доступных для использования с каждой траектории задержки. Разработан метод организации воздушного движения прибывающих ВС с использованием усовершенствованной системы слияния потоков, основанный на использовании реверсивных эшелонов, применении формулы для определения количества доступных эшелонов для каждой из траекторий задержки, использованием вертикального эшелонирования, вместо горизонтального при полете в одном направлении.

В **четвертой главе** приведены результаты моделирования разработанного метода организации воздушного движения прибывающих ВС с использованием диспетчерского тренажера. В результате применения разработанного метода показано снижение загруженности диспетчера УВД, уменьшение количества радиосвязей, снижение протяженности траекторий при формировании интервала на посадку. Произведены расчеты показателей эффективности, связанные с пропускной способностью, уменьшением времени ожидания, снижением расход топлива при выполнении ожидания и снижением выбросов загрязняющих атмосферу вещества.

В **заключении** представлены основные результаты, полученные в диссертационной работе.

Аннотация диссертации соответствует ее содержанию.

Новизна исследований и полученных результатов, степень их обоснованности и достоверности. Научная новизна результатов, полученных автором, выражается следующим:

1. Разработана математическая модель системы слияния потоков с использованием сети массового обслуживания, позволяющая исследовать процессы при организации воздушного движения.

2. На основе математической модели традиционной системы слияния потоков разработана модель усовершенствованной системы слияния потоков, позволяющей повысить пропускную способность при неравномерном распределении потоков прибывающих ВС.

3. Разработан метод организации воздушного движения прибывающих ВС с применением усовершенствованной системы слияния потоков.

Обоснованность и достоверность теоретических положений, выводов и заключений диссертации подтверждается:

- корректным использованием математического аппарата;
- результатами экспериментов с использованием диспетчерских тренажеров;
- практическим применением усовершенствованной системы слияния потоков на аэродроме Санкт-Петербург (Пулково) с 2017 года;
- апробацией результатов диссертационного исследования на международных и всероссийских научно-практических конференциях;
- публикациями в рецензируемых научных изданиях, в том числе пятью публикациями в изданиях, рекомендованных ВАК при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации.

Теоретическая и практическая значимость. Теоретическая значимость работы состоит в том, что разработаны модели системы слияния потоков на основе сетей массового обслуживания, что позволяет проводить исследование систем слияния потоков не прибегая к ранее используемым методам, таким как эксперименты, с использованием диспетчерских тренажеров и применение средств имитации в ускоренном времени.

Практическая значимость результатов диссертационной работы состоит в повышении пропускной способности системы слияния потоков при неравномерном распределении прибывающих ВС, уменьшении времени задержки, снижении расхода топлива и сокращении выбросов загрязняющих атмосферу веществ.

Замечания по работе. Работа производит хорошее впечатление, но не лишена недостатков, в частности:

1. В разделе обзор методов организации воздушного движения прибывающих воздушных судов не указана зависимость представленных методов от инфраструктуры навигационных средств (наземной и спутниковой).

2. При исследовании автор ограничивается ситуацией использования ВПП только на посадку, что наиболее характерно для аэродромов оснащенных несколькими ВПП, целесообразно проработать и другие режимы работы ВПП.

3. Автор ограничил рамки работы исследованием системы слияния потоков с полным перекрытием, расположенной в створе ВПП, при этом неясно какой эффект разработанный метод организации воздушного движения будет иметь на других вариантах систем слияния потоков.

Отмеченные недостатки не имеют существенного характера и не снижают общую положительную оценку работы, ее научную и практическую значимость.

Заключение. В заключении следует отметить:

1. Диссертация Лугового Вениамина Геннадьевича является завершенной научной работой, в которой решена важная научная задача, составляющая научной проблемы повышения пропускной способности и в целом эффективности выполнения полетов и имеющая теоретическую и практическую значимость.

2. Диссертационная работа соответствует требованиям ВАК при Минобрнауки России, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Луговой Вениамин Геннадьевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.9.6. Аэронавигация и эксплуатация авиационной техники.

Главный специалист
Секретариата Ученого Совета
ФГУП ГосНИИ ГА,
доктор технических наук
« 03 » 02 2025 года.

В.А. Борсоев

Ученый секретарь ФГУП ГосНИИ ГА
доктор технических наук, доцент
« 03 » 02 2025 г.

И.Н. Шестаков

Федеральное государственное унитарное предприятие Государственный научно-исследовательский институт гражданской авиации (ФГУП ГосНИИ ГА)
Адрес: 12543 8, Российская Федерация, г. Москва, ул. Михалковская, д. 67, корп. 1
Телефон: +7- (495) 450-26-15; факс: +7 (495) 450-62-06; e-mail: gosniiga@gosniiga.ru