

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Орлова Владимира Станиславовича «Разработка и исследование алгоритмов обнаружения и предотвращения опасных сближений в воздухе в рамках перспективной системы ОрВД», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации» (авиационная и ракетно-космическая техника)

Проблема обеспечения безопасности полетов стояла во главе угла на всем пути развития систем организации воздушного движения (ОрВД), и с увеличением потребностей в услугах авиации ее важность возрастает. Причина известна: превышение интенсивности движения над пропускной способностью элементов воздушного пространства. Поначалу задача решалась путем дробления секторов управления на части, но экстенсивный путь исчерпал себя лимитом (минимумом) времени нахождения воздушного судна (ВС) на обслуживании одного диспетчера. Следующим этапом стала всеохватывающая автоматизация деятельности диспетчеров, однако, на рубеже веков спрос вновь превысил предложение. К этому времени технический прогресс предоставил системным аналитикам новые возможности экстенсивного развития на основе более совершенных средств связи, навигации и наблюдения, позволив «уплотнить» воздушное пространство с помощью сокращения норм вертикального эшелонирования. На очереди – организация движения по свободным траекториям и самоэшелонирование. Очевидно, что применение этих концепций способно ухудшить показатели безопасности полетов (повысить вероятность летного происшествия). Реализация принятых мировым авиационным сообществом решений требует их тщательного научного анализа и обоснования, что фактически определяет высокую актуальность темы диссертации, выдвинутой на передний план реформированием действующей Единой системы ОрВД. Соискатель сделал заметный шаг в исследовании проблемы, и ему удалось квалифицированно поставить и решить задачу компьютерной поддержки деятельности диспетчерского персонала, создать методы и алгоритмы предотвращения конфликтов для новых условий работы.

Критический анализ литературы по теме диссертации и большой профессиональный опыт позволили автору учесть сильные и слабые стороны трудов предшественников, реализованных в разработках прежних лет. Рассмотрены известные подходы к проектированию алгоритмов обнаружения и предотвращения конфликтов и сделан вывод о предпочтительности метода потенциальных полей, предложена его прагматичная модификация, позволяющая существенно упростить расчеты и разрешать множественные конфликты, весьма вероятные при самоэшелонировании и производстве полетов по свободным траекториям. Суть метода состоит в использовании аналогии между процессами движения ВС к очередному пункту маршрута и движения зарядов в электрическом поле. Пункты и ВС «имеют» разноименные заряды, следовательно, ВС «отталкиваются» друг от друга и «притягиваются» к бли-

жайшему по плану полета пункту. На первый взгляд, аналогия между процессом, подчиняющимся законам физики, и процессом, связанным с принятием решений, выглядит несколько натянутой, так как заряды движутся в каждой точке потенциального поля в направлении убывания градиента, а ВС управляются действиями пилота. Автор поясняет (стр. 38, 44), что задачей его алгоритмов является выработка таких рекомендаций по управлению ВС, которые бы моделировали взаимное отталкивание одноименных зарядов и притяжение разноименных, т.е. воспроизводили бы искривление силовых линий поля. Для обхода затруднений, связанных с вычислительной сложностью математического аппарата теории поля, фактически предлагается использовать геометрическую модель образования конфликтных ситуаций, позволяющую формализовать процедуру поиска оптимального вектора децентрализованного управления ВС в условиях множественного конфликта. Все вычисления сводятся к элементарным геометрическим преобразованиям.

В ходе исследования диссертантом предложены и добросовестно обоснованы методы и алгоритмы обнаружения и разрешения конфликтных ситуаций с учетом требований по безопасности, экономичности и регулярности полетов. На основе содержательной и математической постановок составлены схемы решения задач уклонения от опасных сближений и формы отображения результатов в кабине пилота, рассчитаны корректирующие коэффициенты для полученных в работе уравнений. Разработаны алгоритмы и программный компонент функции обнаружения и разрешения опасных сближений в воздухе (свидетельство об официальной регистрации № 2014663097 от 21.12.2014). Для исследования эффективности предложенного программного средства необходим мощный инструмент с развитым человеко-машинным интерфейсом. Такой инструмент создан автором в составе коллектива разработчиков ГосНИИАС и представляет собой комплекс имитационного моделирования процессов управления воздушным движением (КИМ УВД), защищенный свидетельством об официальной регистрации № 2005612007 от 08.08.2005. Комплекс внедрен и используется в качестве средства для поддержки принятия решений планирующими органами различных уровней иерархии ГА. С его помощью моделируются и исследуются все этапы ОрВД – от оптимизации структуры воздушного пространства (нарезки секторов УВД, прокладки новых трасс, новых схем движения в зонах аэродромов и т.п.), составления бесконфликтного сезонного расписания, формирования суточного плана – до регулирования потоков ВС на этапе обслуживания воздушного движения (ОВД) при изменении условий выполнения уже совершаемых полетов. Успешная эксплуатация КИМ УВД не только служит практическим подтверждением высокой степени обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций диссертации, но сама по себе является самостоятельным научным результатом. Создан уникальный инструмент анализа сложной технической системы, математическое описание которой не способно предоставить лицам, принимающим решения, сопоставимые возможности количественных оценок ЕС ОрВД в целом и ее функциональных подсистем.

Достоверность результатов диссертации подтверждается:

корректным использованием аналитических и имитационных моделей и современных методов оптимизации, соответствием точности приближенных математических моделей точности исходных данных и результатов расчетов;

сопоставлением результатов расчетов, полученных аналитически и с помощью имитационной модели, значительным объемом выполненных в работе вычислений, результаты которых являются непротиворечивыми и укладываются в рамки существующих представлений теории оптимизации.

Новизна научных положений, выводов и рекомендаций диссертации состоит в том, что в ней впервые предложены и исследованы:

методы децентрализованного управления потоком ВС, отличающиеся тем, что в процессе выполнения полетов по свободным траекториям позволяют рассчитывать маневры разрешения конфликтов с учетом: минимизации отклонений от плана; случайных факторов; вмешательств диспетчеров;

модель воздушной обстановки при совместном выполнении полетов как по традиционным схемам, так и по свободным траекториям, отличающаяся тем, что предоставляет данные для сопоставительного анализа эффективности движения потоков ВС в условиях децентрализованного управления;

алгоритмы обнаружения и предотвращения опасных сближений в воздухе, отличающиеся тем, что обеспечивают соблюдение норм эшелонирования не только с окружающими ВС, но и с областями ограничений полетов;

оценки эффективности полунатурного моделирования обслуживания полета ВС, оборудованного бортовой системой предотвращения конфликтов, расширяющие представления о перспективной системе ОрВД;

программные компоненты КИМ ОВД, отличающиеся тем, что в настоящее время являются единственным полноценным наукоемким инструментом компьютерной поддержки принятия решений по ОрВД специалистами центров ЕС ОрВД РФ различного уровня в их повседневной деятельности.

Практическая значимость работы состоит в том, что ее результаты:

позволяют обеспечивать ОрВД в динамике изменения условий функционирования и развития как ЕС ОрВД в целом, так и составляющих ее частей;

позволяют поднять показатели эффективности ОрВД РФ и привлечь дополнительный поток ВС иностранных авиакомпаний через ВП страны.

Разработанное программное обеспечение реализовано в бортовом исполнении и исследовано на стенде виртуального прототипирования.

Основное содержание диссертации с необходимой полнотой опубликовано в пятнадцати работах соискателя (три – в ведущих периодических изданиях по перечню ВАК), докладывалось и обсуждалось на двенадцати международных и всероссийских научно-технических конференциях и семинарах. Исследования поддержаны Федеральным Агентством по промышленности (Шифр «Конфликт») и РФФИ (проект 11-08-00841-а). Результаты диссертационной работы представлялись на международных аэрокосмических салонах МАКС-2011 и МАКС-2013.

Автореферат объективно и в полной мере отражает суть диссертации.

О недостатках.

1. Многолетняя работа автора над диссертацией наложила на нее черты фрагментарности, которая снижает цельность и логическую связность изложения. Математические разделы перемежаются обзорами состояния дел в области исследований; некоторые абзацы продублированы (перенесены на новое место, а на прежнем не удалены); формализация вектора децентрализованного управления на стр. 8 автореферата постулируется аксиоматически без каких-либо обоснований (в диссертации они имеются, стр. 38-44); на стр. 44 при пояснении метода потенциальных полей утверждается: «Каждому ВС ставится в соответствие положительный заряд. Аэропорту назначения... отрицательный заряд» и тут же, на рис. 5, движущиеся ВС помечены минусом, а пункты маршрута – плюсом (в автореферате противоречие устранено) и т.д.

2. Занижены аргументы актуальности, новизны и значимости работы; даже не упомянуто о государственной приоритетности реформирования ЕС ОрВД (распоряжение Правительства РФ № 1974-р от 29.12.2007 по целевой программе «Модернизация ЕС ОрВД РФ на 2009 – 2015 годы»).

3. Наблюдаются следы поспешности окончательной подготовки текстов автореферата и диссертации к тиражированию, такие как: нарушение правил оформления; сбои нумерации рисунков и таблиц (в экземпляре автореферата, представленного оппоненту, рисунки нумеруются с номера 3); встречаются ошибки согласования падежей и опечатки, искажающие смысл фразы.

Недостатки не принципиальны и не вызывают сомнений в общей положительной оценке диссертации, которая характеризует автора как сформировавшегося научного работника высшей квалификации. Представлены серьезное исследование и завершенное решение задачи компьютерной поддержки процессов обнаружения и предотвращения опасных сближений в воздухе в условиях децентрализованного управления. Изложены научно обоснованные технологические разработки, имеющие существенное значение для авиационного транспорта РФ. Полученные результаты, безусловно, окажутся полезными для разработчиков и пользователей систем ОрВД. Работа соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Орлов В.С., заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации» (авиационная и ракетно-космическая техника).

Доктор технических наук, профессор; МГТУ ГА, профессор кафедры УВД,
адрес: 125493, Москва, ул.Пулковская дом 6а
тел. 8 (499) 457-70-59, e-mail: l-rudelson44@ya.ru

 Л.Е. Рудельсон

Подпись доктора технических наук, профессора Л.Е. Рудельсона заверяю.

Проректор МГТУ ГА по научной работе и инновациям
доктор технических наук, профессор

 В.В. Воробьев