

ОТЗЫВ

официального оппонента д.т.н. Сельвесюка Николая Ивановича
на диссертационную работу Тин Пхон Чжо

«Система управления приоритетным обслуживанием воздушных судов при заходе на посадку и пассажиров в аэропорту после прилета», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации (информатика, управление и вычислительная техника)»

Актуальность темы диссертации. Проблема обеспечения гарантированной безопасности группового движения воздушных судов (ВС) при управлении ими на этапе захода на посадку связана с решением сложных задач управления и контроля, тяжело поддающихся формализации и математическому описанию. Дополнительную трудность представляет необходимость учета дополнительных критериев качества управления ВС и возникающих в процессе полета внешних факторов. Важным критерием качества является экономичность управления ВС. Наиболее значимыми внешними факторами на этапе захода на посадку являются внезапное изменение направления ветра в намеченном месте посадки и, как следствие, назначение нового посадочного курса, наличие на борту ВС опасных состояний, например, недопустимо малого запаса топлива или технических неисправностей, отказ от обслуживания планируемой взлетно-посадочной полосой (ВПП) и т. д. В указанных случаях необходимо внеочередное обслуживание ВС, оказавшихся в наиболее опасном состоянии. В настоящее время отсутствуют общепризнанные методы формализации и решения подобных задач, которые бы позволили автоматизировать работу авиадиспетчеров при оперативном управлении ВС в районе аэропорта. Особенно важно решение такой задачи для Московского аэроузла, включающего аэродромы Внуково, Домодедово, Шереметьево, который имеет сложную структуру воздушного пространства и устаревшие средства автоматизации. Поэтому тема данной диссертационной работы, посвященной разработке методов оперативного управления приоритетным обслуживанием воздушных судов при их заходе на посадку в случае изменения посадочных курсов и возникновения опасных ситуаций, является актуальной.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.

В связи с комплексным характером рассматриваемой проблемы в работе предложено поэтапное решение следующих частных задач:



формирование единого критерия безопасности и экономичности полета с определением весовых коэффициентов их значимости;

определение динамических приоритетов ВС при заходе на посадку для каждой трассы;

формирование безопасных траекторий попутного движения ВС, попавших в приоритетные списки эшелонов захода на посадку с разрешенным посадочным курсом;

разработка алгоритмов внеочередного обслуживания пассажиров в аэропорту после прилета на аварийных самолётах.

При решении данных задач сформулированы следующие **научные положения, выносимые на защиту:**

1) математические зависимости, описывающие выбранный вектор состояния ВС, используемый для решения задачи назначения приоритетов ВС и распределения между трассами;

2) интегральный критерий эффективности управления ВС в районе аэропорта при заходе на посадку;

3) метод оценки весовых коэффициентов интегрального критерия эффективности управления ВС для определения относительной значимости показателей безопасности и экономичности полета;

4) метод назначения динамических приоритетов ВС при заходе на посадку с учетом внешних факторов и опасных состояний ВС;

5) методика оперативного контроля и формирования оптимального управления для обеспечения безопасности попутного движения ВС в эшелоне;

6) методика расчета приоритетной системы массового обслуживания для обслуживания пассажиров в аэропорту после прилета.

Общая постановка задачи сформулирована в терминах теории оптимального управления как задача достижения минимума интегрального функционала, учитывающего штрафы за удаленность каждого ВС от трассы и безопасность его полета. Математическая модель совокупности ВС представлена в виде системы линейных дифференциальных уравнений для выбранного вектора состояния. В работе сделан обоснованный вывод о возможности решения указанных выше частных задач с использованием методов линейного и динамического программирования, а также теории массового обслуживания.

Определение весовых коэффициентов предложенного интегрального критерия осуществлено на основе решения обратной задачи линейного программирования. При этом разработанный метод решения имеет самостоятельное научное значение и основан на новых правилах преобразования симплекс-таблицы без строки целевой функции с использованием ее экспертных

1) интегральный критерий эффективности управления ВС в районе аэропорта при заходе на посадку, который одновременно учитывает экономичность управления на основе расхода топлива и безопасность управления на основе безопасности управления на основе оценки дистанций между ВС на одном эшелоне;

2) метод оценки коэффициентов значимости показателей экономичности и безопасности полета, основанный на новом методе решения обратной задачи линейного программирования, в которой для определения опорных оптимальных решений использованы экспертные значения на основании анализа успешных действий опытных авиадиспетчеров, позволяющий составить группу неравенств в виде двухстороннего допуска на искомые показатели;

3) метод назначения динамических приоритетов ВС, который учитывает одновременно не только близость ВС к трассе, но и его текущее состояние, в первую очередь оставшийся запас топлива, и позволяет автоматизировать процесс управления группой ВС в районе аэропорта;

4) методика оперативного контроля и формирования оптимального управления для обеспечения безопасности попутного движения ВС в эшелоне, которая основана на вычислении специальной функции риска в виде правой части уравнения Беллмана, и позволяет учитывать не только дистанции между судами, но и изменение скоростей их полета;

5) методика расчета приоритетной многоканальной системы обслуживания пассажиров в аэропорту, которая учитывает не только изменяющуюся интенсивность прилета ВС, но также степень их аварийности и взаимопомощь между каналами.

Достоверность полученных результатов обусловлена тем, что все предложенные методы и методики получены на основе известных научно-обоснованных методов линейного и динамического программирования, теории массового обслуживания и теории оптимального управления, получивших в данной работе дополнительное развитие. Кроме того, достоверность полученных результатов подтверждается многочисленными результатами моделирования, в том числе на основе реальных данных работы Московского аэроузла.

Практическая значимость полученных автором научных результатов состоит в том, что полученные алгоритмы динамического назначения приоритетов ВС и контроля безопасности в одном эшелоне имеют достаточно простое аналитическое описание и могут быть реализованы в автоматизированном режиме как на борту ВС, так и в наземной службе управления воздушным движением. При этом приоритеты попадания судов в список первоочередного захода на посадку учитывают одновременно

пространственное положение и текущее состояние каждого ВС, что принципиально важно для повышения безопасности управления группой судов в районе аэропорта. В целом в диссертации решена важная практическая задача автоматизированного управления заходом на посадку группы ВС при изменении метеоусловий, и на примере работы Московского аэроузла показана высокая эффективность решения проблемы загруженности авиадиспетчеров.

Основные результаты работы достаточно полно опубликованы в 17 статьях в научных журналах, рекомендованных ВАК, а также прошли апробацию на конференциях различного уровня, о чем свидетельствуют публикации тезисов докладов.

В автореферате достаточно полно отражено основное содержание диссертации.

Основные недостатки диссертации, которые следует отметить в отзыве, состоят в следующем:

1) в математической модели, описывающей динамику движения группы ВС в процессе попадания на трассу на этапе захода на посадку, используются слишком упрощенные дифференциальные уравнения первого порядка для каждого элемента выбранного вектора состояния;

2) в главе 5 при решении задачи назначения приоритетов ВС выбор координат рабочей точки для анализа типовых полетных ситуаций подробно не поясняется;

3) в главе 6 при формировании списков ВС по трассам и очередям было бы желательно для лучшего понимания сути предлагаемого метода сопроводить их комментариями, по каким причинам каждое ВС попало в нужный список;

4) в главе 6 при оценке опасного сближения соседних ВС в эшелоне предложенный алгоритм автоматически увеличивает их штраф, после чего одно ВС остается в эшелоне, а другое отправляется в очередь. Однако, как осуществляется выбор такого ВС, в работе не поясняется;

5) в главе 7 при решении задачи одновременного контроля и управления попутного движения судов также используется упрощенная система дифференциальных уравнений, описывающих боковое движение и управление тягой;

6) в главе 7 при описании процессов контроля и управления попутным движением ВС формирование сигнала тревоги на верхнем уровне происходит в случае превышения функций риска определенного порога. Однако, правило назначения данного порога в работе не поясняется.

Несмотря на указанные недостатки, диссертационная работа Тин Пхон Чжо выполнена на достаточно высоком научном уровне, грамотным и лаконичным

языком, содержание работы отличается логической последовательностью изложения и структурной завершенностью.

Заключение. Диссертация Тин Пхон Чжо является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной проблемы повышения экономичности и безопасности полетов группы воздушных судов при заходе на посадку, имеющей важное хозяйственное значение. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 05.13.01, а ее автор, Тин Пхон Чжо, заслуживает присвоения ученой степени доктора технических наук.

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ОППОНЕНТ

Главный научный сотрудник Федерального государственного унитарного предприятия «Государственный научно-исследовательский институт авиационных систем»

доктор технических наук, доцент

Н.И. Сельвесюк

«2» апреля 2015 г.

Сельвесюк Николай Иванович
125319, Москва, ул. Викторенко, д.7
Тел. 8 (499) 759-00-69

Подпись главного научного сотрудника Сельвесюка Н.И. заверяю:

Начальник отдела кадров

И.П. Крыгин

