

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.125.11 НА
БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ
АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)» ПО ДИССЕРТАЦИИ НА
СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК**

Аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 27.04.2015 г., протокол № 10

О присуждении Тин Пхон Чжо, гражданину Республики Союза Мьянма, ученой степени доктора технических наук.

Диссертация «Система управления приоритетным обслуживанием воздушных судов при заходе на посадку и пассажиров в аэропорту после прилета» по специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации» (информатика, управление и вычислительная техника) принята к защите 26.01.2015, протокол № 2 диссертационным советом Д 212.125.11 на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», Министерства образования и науки Российской Федерации, 125993, Волоколамское шоссе, д.4, г. Москва, А-80, ГСП-3, приказ о создании совета № 714/нк от 02.11.2012г, приказ о внесении изменения в состав совета № 420/нк от 15.07.2014 г.

Соискатель Тин Пхон Чжо 1978 года рождения, в 2007 году окончил магистратуру федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский авиационный институт (национальный технический университет)». В 2010

окончил аспирантуру кафедры «Системы автоматического и интеллектуального управления» факультета «Системы управления, информатика и электроэнергетика» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», Министерства образования и науки Российской Федерации и защитил кандидатскую диссертацию по специальности 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации» (информатика, управление и вычислительная техника). В период подготовки докторской диссертации соискатель обучался в очной докторантуре кафедры «Системы автоматического и интеллектуального управления» факультета «Системы управления, информатика и электроэнергетика» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», Министерства образования и науки Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре «Системы автоматического и интеллектуального управления» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)».

Научный консультант – доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ **Лебедев Георгий Николаевич**, профессор кафедры «Системы автоматического и интеллектуального управления» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)».

Официальные оппоненты:

- 1. Сельвесюк Николай Иванович** - доктор технических наук, главный научный сотрудник Государственного научного центра РФ

«Государственный научно-исследовательский институт авиационных систем» (ГосНИИАС)

2. Семенов Михаил Евгеньевич - доктор физико-математических наук, профессор военно-учебного научного центра военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. Н. Е Жуковского и Ю.А. Гагарина».

3. Бронников Андрей Михайлович – профессор федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана».

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – открытое акционерное общество «Московский институт электромеханики и автоматики» - в своем положительном заключении, подписанном начальником отдела 901, д. т. н., Гребенкиным А. В., и ученым секретарем к. т. н. Кербер О. Б., и утвержденном генеральным директором, д.т.н. Кузнецовым А.С., указала, что диссертация Тин Пхон Чжо по актуальности, обоснованности, значимости исследований и уровню выполнения соответствует всем предъявляемым ВАК требованиям к докторским диссертациям, а её автор Тин Пхон Чжо заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.13.01.

Заключение обсуждено и одобрено на заседании НТС предприятия, протокол №1 от 18 марта 2015г.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обусловлен тем, что официальные оппоненты являются высокопрофессиональными специалистами в области систем управления сложными техническими объектами, имеющими достаточное число публикаций в соответствующем направлении, а ведущая организация является одной из головных в области проектирования систем навигации и управления движением.

Соискатель имеет 30 опубликованных работ, из них по теме диссертации опубликовано 23 научных работы общим объемом 8 печатных

листов, в том числе 17 статей в научных журналах и изданиях, которые включены в перечень российских рецензируемых научных журналов и изданий для опубликования основных научных результатов диссертаций.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Горбачев Ю.В., Тин Пхон Чжо, Рыбников С.И., Степаньянц Г.А. Назначение динамических приоритетов при обслуживании самолетов с произвольном курсом во время захода на посадку и полета в строю. // Электронный журнал «Труды МАИ». – 2011. – №49.
URL: <http://www.mai.ru/science/trudy/published.php>
2. Лебедев Г.Н., Тин Пхон Чжо, Чан Ван Туен. Решение задачи динамического программирования при безопасном попутном движении воздушных судов. // Электронный журнал «Труды МАИ». – 2012. – №54. URL: <http://www.mai.ru/science/trudy/published.php>
3. Горбачев Ю.В., Лебедев Г. Н., Тин Пхон Чжо. Система приоритетного обслуживания самолетов гражданской авиации при их заходе на посадку по заданной линии пути. // Электронный журнал «Труды МАИ». – 2012. – № 49. URL: <http://www.mai.ru/science/trudy/published.php>
4. Лебедев Г.Н., Малыгин В.Б., Нечаев Е. Е., Тин Пхон Чжо. Использование системы приоритетного обслуживания при внедрении автоматизированного управления прилетом-вылетом в воздушном пространстве Московского аэроузла. // Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации. – 2012. – №180(6). – С. 254-259.
5. Лебедев Г. Н., Тин Пхон Чжо, Зо Мин Тайк, Хахулин Г. Ф., Малыгин В. Б. Оптимальное управление и контроль безопасности поперечного движения речных и воздушных судов при пересечении их маршрутов. // Мехатроника, автоматизация, управление. – 2012. – №12. – С. 50-55.
6. Лебедев Г.Н., Тин Пхон Чжо, Зо Мин Тайк. Система обеспечения безопасности при попутном движении воздушных или речных судов и пересечении их маршрутов. // Известия Тульского государственного института, Технические науки. – 2012. – №7. – С. 246-254.

7. Тин Пхон Чжо., Гасанзаде К.И., Горбачев Ю.В. Приоритетное обслуживание самолетов при заходе на посадку и пассажиров после их прилета. // Электронный журнал «Труды МАИ». – 2013. – № 63.
URL: <http://www.mai.ru/science/trudy/published.php>
8. Лебедев Г.Н., Зо Мин Тайк, Тин Пхон Чжо, Медведев А. М. Управление полетом пассажирских самолетов при пересечении их маршрутов во время захода на посадку. // Электронный журнал «Труды МАИ». – 2013. – № 63. URL: <http://www.mai.ru/science/trudy/published.php>
9. Тин Пхон Чжо. Сравнение с помощью теории массового обслуживания безприоритетной и приоритетной систем управления заходом самолетов на посадку. // Электронный журнал «Труды МАИ». – 2013. – № 63.
URL: <http://www.mai.ru/science/trudy/published.php>
10. Малыгин В.В., Тин Пхон Чжо. Задача бесприоритетного обслуживания самолётов при их попадании в тромбон во время захода на посадку. // Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации. – 2013. – №198(12). – С. 37-40.
11. Малыгин В.В., Тин Пхон Чжо, Турков А. Н. Методика определения технологических возможностей диспетчера по управлению группой воздушных судов. // Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации. – 2013. – №198(12). – С. 41-44.
12. Тин Пхон Чжо., Малыгин В.В., Михайлин Д. А. Система приоритетного обслуживания при внедрении автоматизированного управления прилетом в воздушном пространстве Московского аэроузла. // Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации. – 2013. – №198(12). – С. 45-50.
13. Тин Пхон Чжо, Зо Мин Тайк, Ву Суан Хыонг. Автоматический контроль безопасности сближения двух управляемых воздушных судов при пересечении их маршрутов. // Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации. – 2013. – №198(12). – С. 51-59.

14. Тин Пхон Чжо. Автоматизированная система управления и контроля безопасности попутного и поперечного движения группы воздушных судов при заходе на посадку. // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. – 2014. – №1. – С. 72 - 80.
15. Лебедев Г.Н., Тин Пхон Чжо, Зо Мин Тайк, Дао Нгок Тхай. Автоматизированная система управления безопасном движением наземного и воздушного транспорта при их сближении. // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. – 2014. – №1(303). – С. 109-115.
16. Тин Пхон Чжо. Автоматизация оперативного распределения воздушных судов между трассами захода на посадку в Московском аэроуле при внезапном изменении метеоусловий. // Научный вестник Московского авиационного института. – 2014. – № 3. – С. 128 -140.
17. Тин Пхон Чжо. Определение относительной значимости экономичности и безопасности полетов с помощью решения обратной задачи линейного программирования. // Электронный журнал «Труды МАИ». – 2014. – №78. URL: <http://www.mai.ru/science/trudy/published.php>

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

Отзыв на диссертационную работу ведущей организации - **открытого акционерного общества «Московский институт электромеханики и автоматики»**. Отзыв положительный.

Отзыв на диссертацию официального оппонента **Сельвесюка Н. И.**, главного научного сотрудника Государственного научного центра РФ «Государственный научно-исследовательский институт авиационных систем» (ГосНИИАС). Отзыв положительный.

Отзыв на диссертацию официального оппонента **Семенова М. Е.**, доктора физико-математических наук, профессора военно-учебного научного центра военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им Н. Е Жуковского и Ю.А. Гагарина». Отзыв положительный.

Отзыв на диссертацию официального оппонента Бронникова А. М., доктора технических наук, профессора федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный технический университет» им. Н.Э. Баумана. Отзыв положительный.

Отмеченные недостатки и замечания носят частный характер и не снижают в целом высокой научной и практической ценности выполненной работы.

Отзыв на автореферат из **федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный технический университет радиотехники, электроники и автоматики (МГТУ МИРЭА)»** подписан заведующим кафедрой «Автоматические системы», профессором, доктором технических наук Ивченко В. Д. В качестве замечания можно сделать следующее замечание:

- все воздушные судна образуют для каждой трассы списки идущих на посадку в первую очередь судов и отправляемых в тромбоны в зоны ожидания. Однако эти решения никак не комментируются, что очень важно для диспетчера, а это можно было бы сделать, так как зависящие от разных причин слагаемые вычисляемого приоритета становятся известными.

Отзыв на автореферат из **федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский энергетический институт (национальный исследовательский университет)»** подписан профессором кафедры «Управления и информатики», профессором, д.т.н. Колосовым О.С. В качестве замечания нужно отметить неудачное название работы, в котором не следовало бы акцентировать внимание на частной задаче обслуживания пассажиров в аэропорту.

Отзыв на автореферат из открытого акционерного общества **«Государственный научно-исследовательский институт приборостроения**

«ГОСНИИП» подписан начальником теоретического отдела, к. т. н. Аносовым Б. Н., и ученым секретарем, к. т. н. Егоровым Д. И., и утвержден генеральным конструктором, профессором, д.т.н. Гаврилиным Б. Н. В качестве замечаний к работе можно отнести следующие недостатки:

1. В работе не определено четкое разграничение функций между наземной и ботовыми системами управления при решении задач планирования, выполнения полета и контроля безопасности воздушного движения.
2. В виде пожелания можно было бы заблаговременно составлять не одноальтернативный, а многомерный план, включающий вынужденные перелеты ВС в наиболее вероятных случаях.

Отзыв на автореферат из **федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный технический университет гражданской авиации»** подписан заведующим кафедрой «Управление воздушным движением», профессором, д.т.н. Нечаевым Е.Е. Отзыв положительный, по материалам автореферата следует указать на следующие недостатки:

1. При вынужденном перелете ВС с одной трассы на другую возможно пересечение их маршрутов, и есть риск их опасного сближения. Однако в формуле вычисления приоритетов этот штраф не учитывается.
2. Не учитывается возможность уклонения ВС от опасной встречи при полете на разных эшелонах высоты, т. к. рассматривается только горизонтальный полет ВС на одной высоте.
3. При определении очередности приземления не учитывается тот факт, что трасса может быть кусочно-линейной функцией и не являться единственной прямой линией.
4. При распределении очереди приземления ВС по точкам трассы перед ВПП считается, что она пустая, хотя часть ВС может быть уже на трассе и подлетать к ВПП, заняв часть трассы, что в работе не учитывается.

Отзыв на автореферат из **Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения (ГУАП)** подписан

заведующим кафедрой «Информационно-сетевая технология» ГУАП, Заслуженным работником высшей школы РФ, профессором, д.т.н., Осиповым Л. А.. Отзыв в целом положительный, замечаний к работе нет.

Отзыв на автореферат из **федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Самарский государственный аэрокосмический университет имени С. П. Королёва»**, подписан заведующим межвузовской кафедрой «Космические исследования», профессором, д.т.н., Белоконовым И. В. Отзыв в целом положительный, в качестве недостатка можно указать, что в обеих задачах динамика движения слишком упрощена, поэтому полученные аналитические оценки нужных показателей являются приближенными.

Отзыв на автореферат из **федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технический университет (КАИ)»** подписан заведующим кафедрой «Приборы и информационно-измерительные системы», профессором, д.т.н. Солдаткиным В.М. Отзыв в целом положительный, в качестве недостатков в работе следует указать:

1. Отсутствие оценки влияния измерительных погрешностей, присутствующих в информационном обеспечении воздушного движения и влияющих прежде всего на точность прогнозируемой оценки времени попадания ВС на заданную трассу.
2. Не приводятся сведения о показателях экономической эффективности от реализации предложенных подходов и разработанных алгоритмов.

Отзыв на автореферат из **федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Пензенский государственный университет (ПГУ)»** подписан заведующим кафедрой «Автоматика и телемеханика», Заслуженным деятелем науки РФ, профессором, д.т.н. Щербаковым М. А. Замечания по диссертации:

1. Объём автореферата можно было бы отредактировать путем стилистической и грамматической правки, и сократить за счёт исключения малоинформативных рисунков, таблиц и формул.

2. В работе необходимые для управления и контроля координаты состояния считаются точно известными, хотя существующее информационное обеспечение полетов имеет погрешности.

Указанные замечания не снижают научной новизны и практической значимости полученных результатов.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана методика вычисления функции риска столкновения судов на основе динамического программирования, что позволяет сформировать сигналы тревоги для принятия предупредительных мер по безопасному управлению попутным движением;

предложена объединенная двухуровневая структура контроля и управления, обеспечивающая с помощью адаптивной перестройки регуляторов необходимую безопасность полета при попутном движении во время захода на посадку;

введено понятие обратной задачи линейного программирования и предложен новый метод ее решения при отсутствии знаний о целевой функции, но с учетом примеров правильных действий авиадиспетчера. Найдена процедура определения координат ближайших вершин и формирования матрицы данных без использования строки целевой функции, что определяет основу предложенного обратного симплекс-метода.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана возможность использования методов динамического программирования и аналитического конструирования оптимальных регуляторов (АКОР) для формирования общего алгоритм оперативного распределения воздушных судов между трассами захода на посадку;

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использованы методы теории оптимального управления для организации перелетов

воздушных судов на новые трассы и контроля безопасности их попутного движения в заданном эшелоне;

изложены результаты сравнения трех случаев работы системы управления обслуживанием воздушных судов - беспriorитетной, приоритетной с отказами, приоритетной с ожиданиями в очереди, после чего проведено сравнение вероятностей отказа в обслуживании.

Показано, что при беспriorитетном обслуживании самолетов без учета оставшегося на борту топлива, нужная малая вероятность отказа при заходе в заданный эшелон требует использования тромбона значительного размера, который ограничен. Вероятность отказа в приоритетном обслуживании аварийных самолетов с малым запасом топлива не менее чем в 10 раз меньше по сравнению с беспriorитетной системой обслуживания;

раскрыты возможности одновременного учета как близости судов к трассам, так и их запаса топлива. Найденные формулы назначения приоритетов удобны для расчетов и позволяют учесть не только положение судна в пространстве, но и его техническое состояние;

изучены особенности обеспечения безопасности попутного движения группы воздушных судов при входе в эшелон посадки. Обнаружено, что процедура контроля безопасности попутного движения на борту в первую очередь зависит от разницы скоростей полета соседних судов.

проведена модернизация формул Эрланга при расчете вероятностей для многоканальной СМО с ожиданием, когда в системе (в канале или в очереди) одновременно может присутствовать только одна приоритетная заявка.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработаны и внедрены результаты диссертационной работы в Российской авиакомпании "Трансаэро", а также в учебный процесс тренажерного центра подготовки авиадиспетчеров федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования

«Московский государственный технический университет гражданской авиации и кафедры 301 МАИ при магистерской подготовке по учебному направлению «Управление и информационные технологии в технических системах»;

определена относительная значимость весовых коэффициентов экономичности и безопасности полета для параметрического критерия оптимальности в линейной форме, когда известны ограничения в виде линейных равенств и примеры выбора лучших решений, принимаемых авиадиспетчерской службой;

создана методика расчета вероятных характеристик беспriorитетного обслуживания самолетов в тромбоне и оценка максимально допустимого их числа в очереди с использованием критерия максимальной экономичности полетов;

представлены результаты моделирования на ЭВМ захода на посадку 20 воздушных судов при их распределении по 4 доступным трассам. Также представлены результаты моделирования на ЭВМ безопасного попутного движения при равнозамедленном полете и в случае неравномерного изменения скорости впередилетящего судна.

Другие научные достижения, свидетельствующие о научной новизне и значимости полученных результатов

Сформулирована постановка задачи приоритетного обслуживания пассажиров в аэропорту после прилета. Обнаружено, что вероятность отказа обслуживания пассажиров после аварийного прилета в приоритетной системе обслуживания в 5-10 раз меньше по сравнению с беспriorитетной системой.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ установлено соответствие полученных результатов моделирования на ЭВМ попутного движения группы воздушных судов с оценками функций риска снижения безопасности полета при

сближении этих судов, если для вычисления этих функций используется правая часть уравнения Беллмана;

теория построена на научно-обоснованных методах оптимального управления – линейном и динамическом программировании, аналитическом конструировании оптимальных регуляторов. Кроме того, найденная в виде призмы область принятия решения о попадании воздушного судна на выбираемую трассу соответствует физическому смыслу решаемой задачи распределения судов между трассами.

идея количественной оценки динамических приоритетов базируется на методе рабочей точки, когда необходимые параметры определяются путем вычисления ординат риска в различных ситуациях, после чего эти ординаты приравниваются друг к другу;

установлен выигрыш в приоритетном обслуживании при автоматизированном управлении прилетом в Московском аэроузле. Показано, что вероятность отказа в обслуживании посадки по заданной линии пути для аварийного самолета в 10-15 раз ниже при приоритетном обслуживании, чем бесприоритетном;

использована правая часть уравнения Беллмана, предусматривающая оптимальное поведение сближающихся судов и являющаяся по определению прогнозируемой функцией риска, вычисление которой позволяет осуществлять непрерывный контроль безопасности полета группы судов.

Личный вклад соискателя состоит в самостоятельном получении новых научных и практических результатов работы, которые включают:

- единый параметрический критерий экономичности и безопасности управления полета при использовании примеров правильного поведения авиадиспетчерской службы.
- метод решения обратной задачи линейного программирования для определения неизвестной целевой функции.
- алгоритм назначения динамических приоритетов для управления воздушными судами при их заходе на заданную трассу,

