

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 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 ПО
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА
ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК**

Аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 27.04.2015 г., протокол № 9

О присуждении Ивашовой Наталии Дмитриевне, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Система автоматического управления посадочным маневром беспилотного летательного аппарата при действии бокового ветра» по специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (информатика, управление и вычислительная техника)» принята к защите 17.02.2015, протокол № 6, 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 диссертационного совета № 714/нк от 02.11.2012 г. Приказ о внесении изменений в состав совета №420/нк от 15.07.2014 г.

Соискатель Ивашова Наталия Дмитриевна 1989 года рождения, в 2012 году окончила очное отделение федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» Министерства образования и науки Российской Федерации по

специальности «Управление и информатика в технических системах». С 2012 г. соискатель является аспирантом очной аспирантуры 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, работает в открытом акционерном обществе «Государственный научно-исследовательский институт приборостроения», в теоретическом отделе, с 2012 г. по 2014г. инженером, а с 2014 г. по настоящее время – инженером-математиком 3 категории.

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

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ **Лебедев Георгий Николаевич**, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», кафедра «Системы автоматического и интеллектуального управления», профессор.

Официальные оппоненты:

1. **Сельвесюк Николай Иванович**, доктор технических наук, доцент, федеральное государственное унитарное предприятие «Государственный научно-исследовательский институт авиационных систем» Государственный научный центр Российской Федерации, главный научный сотрудник,
2. **Гребенкин Александр Витальевич**, доктор технических наук, открытое акционерное общество «Московский институт электромеханики и автоматики», начальник отдела,

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – открытое акционерное общество Московский научно-производственный комплекс «Авионика» им. О.В. Успенского (ОАО МНПК «Авионика») – в своем положительном заключении, утвержденном заместителем управляющего директора – главным конструктором, к.т.н. Абдулиным Рашидом Раисовичем, подписанном Качановым Борисом Олеговичем, доктором технических наук, профессором, главным специалистом тематического направления 17 (инновационные наукоемкие разработки), указала, что диссертация является законченным научным исследованием, по актуальности, обоснованности, значимости исследований и уровню выполнения соответствует всем предъявляемым ВАК РФ требованиям к кандидатским диссертациям, а её автор Ивашова Наталия Дмитриевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации (информатика, управление и вычислительная техника)». Отзыв обсужден и одобрен на заседании НТС предприятия 17 февраля 2015 года, протокол № 3.

Соискатель имеет 6 опубликованных работ, из них по теме диссертации опубликовано 5 научных работ общим объемом 3 печатных листа, в том числе 3 статьи в научных журналах и изданиях, которые включены в перечень российских рецензируемых научных журналов и изданий для опубликования основных научных результатов диссертаций.

Публикации в изданиях, входящих в перечень ВАК:

1. Лебедев Г.Н., Елисеев В.Д., Ивашова Н.Д. Постановка задачи автоматического управления посадочным маневром беспилотного летательного аппарата при сильном боковом ветре и подходы к ее решению. // Электронный журнал «Труды МАИ». – 2013. – №70.

URL: <http://www.mai.ru/science/trudy/published.php>

2. Лебедев Г.Н., Ивашова Н.Д. Координированное управление посадочным маневром при приземлении беспилотного летательного аппарата с учетом действия ветровых возмущений // Авиакосмическое приборостроение. – 2014 г. – № 4. – С.3-9

3. Ивашова Н.Д. Система автоматического управления многорежимным посадочным маневром при сильном боковом ветре // Авиакосмическое приборостроение. – 2014 г. – № 10. – С.15-21

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

Отзыв на диссертационную работу от **ведущей организации – открытого акционерного общества Московский научно-производственный комплекс «Авионика» им. О.В. Успенского**. Отзыв положительный.

Замечания:

1. Наряду с относительной сложностью многорежимного бокового маневра при его выполнении возможен выход БЛА из поля зрения наземной радиоаппаратуры, выполняющей функции пеленгатора и определяющей линейные отклонения от глиссады и линии пути. В работе взаимодействие наземного и бортового оборудования не проанализировано.

2. Неясно, каковы конкретные аэродинамические характеристики используемой модели движения БЛА, и какое влияние они оказывают на результативность нового способа посадки для БЛА других типов.

3. Желательно было бы оценить последствия ошибок приземления на процесс управления пробегом БЛА после приземления.

4. В тексте диссертации не рассмотрено получение формулы (3.6).

5. Формула для бокового отклонения на стр. 37 дана без пояснений.

6. В формуле (3.2) выбор значения коэффициента C не объясняется.

Отзыв на диссертационную работу от **официального оппонента Сельвесюка Николая Ивановича**, д.т.н., доцента, главного научного сотрудника федерального государственного унитарного предприятия «Государственный научно-исследовательский институт авиационных систем» Государственный научный центр Российской Федерации. Отзыв положительный.

Замечания:

1. При исследовании эффективности и предельных возможностей предложенных алгоритмов управления используется математическая модель БЛА «Орион» с упрощенной моделью органов управления. Таким образом, автором не учтены факторы, обусловленные ограничениями на скорость и величину

перемещения рулевых органов реального летательного аппарата, что снижает достоверность полученных результатов.

2. В главе 3 расчет параметров участков предлагаемого посадочного маневра (заданного бокового отклонения, путевых и курсовых углов) произведен с использованием модели конкретного летательного аппарата, что снижает научную ценность полученного результата. Более правильно было бы получить обобщенные соотношения в зависимости от основных параметров летательного аппарата, например, скорости и массы.

3. Из-за наличия в интегральном критерии качества нелинейного слагаемого для расчета параметров оптимальных квазилинейных регуляторов в продольном и боковом каналах автор приближенно решает уравнения, полученные на основе модифицированной функции Беллмана с введением некоторых членов третьей степени. В работе отсутствует оценка точности такого приближенного решения.

4. При оценке влияния турбулентной составляющей бокового ветра на параметры предпосадочного маневра необходимо было использовать метод статистического моделирования для получения статистических характеристик параметров. В работе приведены только значения отдельных реализаций параметров полета, что снижает достоверность полученных результатов.

Отзыв на диссертационную работу от **официального оппонента Гребенкина Александра Витальевича**, д.т.н., начальника отдела открытого акционерного общества «Московский институт электромеханики и автоматики». Отзыв положительный.

Замечания:

1. При рассмотрении процесса посадки анализировались этапы снижения по глиссаде и выравнивания. Выравнивание моделировалось путем ступенчатого уменьшения заданного угла наклона траектории от -3° до -2° без учета необходимого дросселирования двигателей, что может привести к грубой посадке на переднюю опору шасси. При этом в работе отсутствует информация о получаемых в результате математического моделирования нормальных перегрузках касания ВПП.

2. Из приведенных в работе данных не ясно, как получены формулы заданного бокового отклонения от оси ВПП, заданного курсового и путевого углов в зависимости от идентифицированной величины скорости ветра и скорости полета БЛА.

3. В описании алгоритма автоматического переключения режимов управления посадочным маневром допущены ошибки обращения к столбцам таблицы определения участков посадочного маневра и назначения уставок.

4. В диссертационной работе процессы автоматической посадки моделируются с использованием математической модели БЛА «Орион», полное описание которой отсутствует, так же как и данные об ее адекватности.

5. Весьма важное влияние на работу предложенной системы управления должна оказать турбулентная составляющая ветра, мешающая точному прогнозированию ожидаемого качества приземления. При этом важное место в решаемой задаче занимает качество управления в продольном канале. Первые результаты исследований по этому вопросу в диссертации есть, но ему уделено недостаточное внимание.

Отзыв на автореферат из **федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева» (КАИ)**. Отзыв подписан заведующим кафедрой Приборов и информационно-измерительных систем, профессором, д.т.н., заслуженным работником высшей школы РФ, заслуженным изобретателем Республики Татарстан, Солдаткиным В.М. Отзыв положительный.

Замечания: В реферате не рассматривается влияние динамических и случайных погрешностей измерения параметров движения БЛА при посадке, в первую очередь линейных отклонений по высоте и боковому пути. Не приведены сведения о реализации результатов исследования.

Отзыв на автореферат из **федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный технический университет радиотехники, электроники и автоматики» (МИРЭА)**. Отзыв подписан заведующим кафедрой

«Автоматические системы», профессором, д.т.н. Ивченко В. Д. Отзыв положительный.

Замечание: недостатком в работе является попытка оценить риск лишь в точке начала выравнивания, а полезный контроль качества посадки до выравнивания отсутствует.

Отзыв на автореферат из **военного учебно-научного центра Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е.Жуковского и Ю.А.Гагарина»**. Отзыв подписан профессором 11 кафедры теоретической гидрометеорологии, профессором, д.ф.м.н. Семеновым М.Е. Отзыв положительный.

Замечание: турбулентной составляющей ветра уделено недостаточное внимание.

Отзыв на автореферат из **федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный технический университет гражданской авиации» (МГТУ ГА)**. Отзыв подписан заведующим кафедрой «Управление воздушным движением», профессором, д.т.н., Нечаевым Е.Е. Отзыв положительный.

Замечание: в работе не проанализирована зависимость моментов переключения режимов маневра от эффективности рулевых органов БЛА, а она у различных типов БЛА неодинакова.

Отзыв на автореферат из **федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Тульский государственный университет»**. Отзыв подписан заведующим кафедрой «Приборы управления», профессором, д.т.н. Распоповым В.Я. Отзыв положительный.

Замечания: В формуле 1 (стр.7 автореферата) не определены значения θ_{\max} и θ_{\min} . На стр.19 автореферата указано, что угол θ изменяется. Является ли это изменение предельным для угла θ в формуле 1? Учтена ли вертикальная скорость снижения БПЛА с точки зрения конструктивной целостности шасси БПЛА?

Отзыв на автореферат из **федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П.Королева (национальный исследовательский университет)»**. Отзыв подписан заведующим кафедрой СГАУ, профессором, д.т.н. Белоконовым И.В. Отзыв положительный.

Замечания: Из автореферата неясно, каким образом получены «принципиально новые» оценки уставок (формула (5)) для регуляторов. Не приведено обоснование выбора минимизируемого функционала.

Отзыв на автореферат из **инженерного центра «ОКБ имени А.И. Микояна»**. Отзыв подписан начальником отделения автоматических и дистанционных систем управления, д.т.н., профессором Оболенским Ю.Г. Отзыв положительный.

Замечания: На стр. 8 в дифференциальных уравнениях бокового движения отсутствуют уравнения крена. Из автореферата не ясно, каким образом вычисляются значения скорости бокового ветра, используемые для вычисления уставок. К сожалению, теоретические положения автора и проведенное моделирование не подкреплены летным экспериментом.

Отзыв на автореферат из **федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Пензенский государственный университет»**. Отзыв подписан заведующим кафедрой «Автоматика и телемеханика», д.т.н., профессором Щербаковым М.А. Отзыв положительный.

Замечания: Из автореферата не ясно, каково время переходного процесса (программной настройки коэффициентов) при наличии турбулентности. В автореферате присутствуют некоторые стилистические неточности и опечатки.

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

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что официальные оппоненты являются высокопрофессиональными специалистами в данной области, имеют публикации

в соответствующей сфере исследования, а ведущая организация является одной из передовых организаций в области создания систем управления летательными аппаратами.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана методика формирования единого параметрического критерия качества приземления и определения границ области допустимых отклонений беспилотного летательного аппарата (БЛА) от номинальной траектории в точке выравнивания, при которых гарантируется безопасность посадки;

предложен многорежимный способ выполнения посадочного маневра при начальном боковом движении в попутную ветру сторону от линии пути и последующем движении навстречу ветру при снижении по глиссаде и управлении по крену с целью устранения на конечном участке выравнивания отклонения по курсу и путевому углу при управлении рулём направления;

введен алгоритм координации работы каналов бокового и продольного движения с помощью изменения передаточных чисел квазилинейных регуляторов.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана принципиальная возможность одновременного сведения к нулю отклонений по крену, курсу и путевому углу в точке приземления в отличие от известных способов выполнения посадочного маневра при действии бокового ветра;

применительно к проблематике диссертации результативно использованы методы аналитического конструирования оптимальных регуляторов и динамического программирования для назначения передаточных чисел регуляторов управления элеронами и рулями высоты и направления и соответственно их оптимального изменения для координации работы каналов управления боковым и продольным движением;

изложены особенности каждого из четырех участков маневрирования при автоматическом управлении посадкой при учете действия сильного бокового ветра;

раскрыты возможности переноса оценки качества приземления в точку начала выравнивания, а в перспективе – в любую прогнозируемую точку снижения по глиссаде, что открывает возможности непрерывного контроля безопасности автоматической посадки;

изучены условия переключения с одного режима управления посадкой на другой при достижении контрольных значений высоты полета, вычисляемых в зависимости от скорости бокового ветра и скорости БЛА;

проведена модернизация известных способов посадки, характеризуемых либо ненулевым креном, либо ненулевым путевым углом в точке приземления, используя дополнительный маневр с целью одновременного обнуления отклонений по положению и скорости.

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

разработаны и внедрены в федеральном государственном унитарном предприятии «Государственный научно-исследовательский институт авиационных систем» алгоритмы идентификации ветра, переключения режимов управления и координации работы каналов бокового и продольного движения при выполнении НИР, связанной с созданием модульной авионики для перспективных авиационных бортовых комплексов;

определена группа формул расчета моментов переключения режимов управления боковым движением ЛА и соответствующих уставок в регуляторы при учете влияния бокового ветра;

создана структура трехканальной системы координированного управления автоматической посадкой при сильном боковом ветре;

представлены результаты моделирования на ЭВМ процессов посадки БЛА при постоянном боковом ветре, а также с учетом турбулентной составляющей, гарантирующие в момент приземления отсутствие чрезмерных нагрузок на шасси.

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

Обнаружено существенное повышение качества приземления при автоматической посадке легких БЛА.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ путем моделирования установлен неизменный положительный эффект повышения безопасности приземления БЛА;

теория построена на научно-обоснованных методах теории оптимального управления, в частности, аналитического конструирования оптимальных регуляторов;

идея координации пространственного движения БЛА состоит в синхронизации обнуления высоты и бокового отклонения от заданной линии пути, для чего предложено увеличивать передаточные числа по положению и скорости в одном регуляторе, одновременно уменьшая их в другом;

использовано введение в систему управления координаторов по положению и скорости в боковом и продольном каналах;

установлено, что при дополнительном действии встречного и вертикального ветра предложенный способ также обеспечивает удовлетворительные конечные результаты;

использовано введение в систему автоматической посадки идентификаторов ветра для адаптивной перестройки моментов переключения режимов управления и формирования задающих воздействий для различных участков маневрирования.

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

- новый способ выполнения многорежимного посадочного маневра с учетом действия бокового ветра;
- алгоритм автоматического переключения режимов управления боковым движением БЛА и назначения уставок в регуляторы в зависимости от скорости бокового ветра;
- алгоритм координации работы каналов бокового и продольного движения БЛА;
- методика параметрической оценки качества приземления и прогнозируемого контроля безопасности посадки в точке выравнивания.

На заседании 27 апреля 2015 года диссертационный совет принял решение присудить Ивашовой Наталии Дмитриевне ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 8 докторов наук по специальности 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации», участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за присуждение учёной степени 17, против присуждения учёной степени – нет, недействительных бюллетеней – нет.

И. О. Председателя диссертационного совета Д 212.125.11,

д.т.н., профессор

Хахулин Г. Ф.

Ученый секретарь диссертационного совета Д 212.125.11,

к.т.н., доцент

Горбачев Ю.В.

27 апреля 2015 г.

