

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель Главного конструктора по
авиационному оборудованию

АО НПО «ОКБ им.М.П.Симонова», к.т.н.

Матвеев И.В.



ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

АО НПО «ОКБ им. М.П. Симонова»

на диссертационную работу Неугодниковой Любви Михайловны на тему «Методы построения систем автоматического управления полетом беспилотных летательных аппаратов с ограничением траекторий и предельных параметров движения», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации (механика и машиностроение)»

1 Актуальность научного исследования.

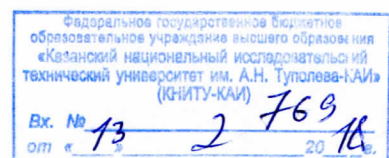
Актуальность научного исследования определяется широким применением беспилотных летательных аппаратов (БЛА) в гражданской и военной областях требует высокого уровня автоматизации управления полетами наряду с повышением качества и безопасности их применения. Наряду с этим существует тенденция к применению групп БЛА, что подразумевает согласование действий нескольких БЛА, имеющих, в общем случае, различные тактико-технические характеристики.

Таким образом, исследования в области методов построения САУ полетом БЛА с ограничением траекторий и предельных параметров движения являются актуальными.

2 Научная новизна проведенных исследований и полученных результатов

Согласно представленным материалам научная новизна проведенных автором исследований заключается в следующем.

1. Предложена структура САУ углом курса ЛА с ограничением нормальной перегрузки, особенностью которой является включение в САУ дополнительного контура ограничения с помощью алгебраического селектора (АС), что позволяет управлять углом курса с одновременным ограничением нормальной перегрузки.



2. Предложена САУ углом тангажа и ограничения предельных значений параметров ЛА, в структуру которой включены с помощью АС дополнительные контуры, что позволяет управлять углом тангажа с одновременным ограничением угла атаки и нормальной перегрузки.

3. Предложен способ формирования траектории полета БЛА в горизонтальной плоскости, который заключается в автоматизации управления полетом ЛА по методу наведения с заданным промахом, что позволяет применять БЛА самолетной схемы для наблюдения за точечными наземными целями, параметры движения которых не предсказуемы.

4. Предложен метод управления БАК с распределенной структурой, заключающийся в построении изменяемой структуры комплекса как последовательности расчета действий компонентов БАК в порядке убывания важности решаемых ими задач. Это позволяет согласованно управлять всеми компонентами БАК на основе комплекса ограничений на их параметры движения и местоположения.

Научная и техническая новизна подтверждена соответствующими патентами на изобретения и статьями с участием автора

3 Значимость для науки и практики полученных автором результатов

Практическая ценность диссертационной работы заключается в методах, алгоритмах, программах, результатах моделирования, направленных на повышение эффективности применения БЛА самолетной схемы при решении задач управления.

Применение САУ с ограничениями предельных параметров движения ЛА целесообразно как для беспилотных, так и для пилотируемых самолетов: САУ углом курса ЛА с ограничением по нормальной перегрузке обеспечивает невыход за пределы допустимых значений по перегрузку, САУ углом тангажа ЛА с ограничением по углу атаки и нормальной перегрузке позволяет повысить качество управления продольным движением самолета.

Способ формирования траектории полета БЛА при наблюдении за наземной целью представляет интерес для БЛА в режиме автосопровождения цели самолетным БЛА. Предложенный в работе алгоритм огибания рельефа местности так же может быть использован для автоматического управления полетом малых БЛА в зонах городской застройки

Разработанные программы для ЭВМ позволяют проводить сравнительную оценку семейств опорных траекторий для отдельных БЛА, а также подбирать наиболее эффективные варианты структур БАК при решении информационных задач.

Согласно материалам диссертации и актам внедрения, разработанные методы синтеза САУ и отдельные алгоритмические решения использованы на предприятии «Опытно-конструкторское бюро УЗГА» (г. Екатеринбург), ряд предложенных в диссертации вариантов типовых траекторий полета использован компанией ЗАО «АЭРОКОН» (г. Жуковский), результаты исследования используются в учебном процессе ФГБОУ ВО УГАТУ (г. Уфа) для подготовки специалистов по специальности 24.05.06 «Системы управления летательными аппаратами».

4 Структура и содержание работы

Диссертация включает введение, четыре главы основного текста, заключение, библиографический список, списки сокращений и обозначений и приложения. Работа без списков и приложений изложена на 155 страницах и включает 61 рисунок и 6 таблиц. Библиографический список содержит 118 наименований.

В первой главе проводится анализ иерархической САУ БЛА; рассмотрены существующие системы управления и критерии оценки их эффективности. На каждом уровне выделены наиболее важные параметры, подлежащие ограничению, приведены их ориентировочные числовые значения.

Вторая глава посвящена разработке метода синтеза САУ движением ЛА с ограничением предельных параметров движения. Дано описание метода, приведены основные результаты синтеза: САУ углом курса с ограничением нормальной перегрузки, САУ углом тангажа и ограничения предельных значений угла атаки и нормальной перегрузки. Разработана многосвязная САУ ЛА скоростью и углом наклона траектории с ограничением по нормальной перегрузке. Для синтезированных САУ приведены результаты моделирования, подтверждающие эффективность предложенного метода.

В третьей главе предлагается метод управления полетом БЛА на основе ограничений на координаты его местоположения относительно целевых объектов, а также других реальных и виртуальных объектов и границ. Приведена структура САУ, формирующей поправки для углов курса и наклона траектории по предложенному методу. Синтезированы: алгоритм формирования траектории в вертикальной плоскости для огибания рельефа местности при маловысотных полетах; способ формирования траектории в горизонтальной плоскости при наблюдении точечной движущейся цели, предложен алгоритм использования группы БЛА для наблюдения точечного объекта. Предложенные алгоритмы представлены в виде блок-схем, приведены результаты моделирования.

В четвертой главе разрабатывается метод управления БАК с распределенной структурой. Для выполнения каждой из подзадач назначается БЛА, обеспечивающий максимальную эффективность ее решения; его полетное задание принимается в качестве

начальных условий для следующего и так далее. Подбор наиболее подходящей очередности планирования действий компонентов обеспечивает максимальную эффективность применения БАК. Разработано программное обеспечение, позволяющее проводить сравнительную оценку получаемых расчетных структур БАК и траекторий полета БЛА.

В заключении приводятся выводы по проведенным исследованиям

В приложениях дано описание классов современных БЛА, их бортовых САУ и целевых нагрузок; листинги разработанных программ.

5 Рекомендации по использованию результатов диссертации

Результаты работы могут быть полезными для предприятий, разрабатывающих БЛА и пилотируемые самолеты, применяющих БЛА для поиска и мониторинга; а также в учебном процессе целевой подготовки специалистов для предприятий ОПК в области разработки и эксплуатации систем управления летательными аппаратами.

6 Соответствие автореферата диссертационной работе

Автореферат достаточно полно отражает содержание диссертации.

Основные результаты исследований опубликованы в 31 печатной работе, из них одна статья в зарубежном издании, входящем в базу данных SCOPUS, 6 – в статьях, входящих в перечень журналов ВАК, одной монографии; получены 3 патента на изобретения и 2 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ.

7 Замечания по диссертации

1. При синтезе контура управления не рассмотрено влияние изменения скоростей и высот полета БЛА, характерных для многорежимных БЛА, на качество управления БЛА.

2. При анализе качества управления не учтено влияние погрешностей датчиковой группы САУ на качество управления.

3. В 4 главе недостаточно обосновано упрощение оценки эффективности применения компонентов БАК.

4. Не на всех графиках результатов моделирования обозначены единицы измерений.

8 Общая оценка работы

Отмеченные замечания не влияют на общую положительную оценку представленной диссертации, являющейся завершённой научно-квалификационной работой. Цель работы достигнута, поставленные задачи выполнены. Работа имеет научное и практическое применение.

Результаты работы могут быть полезными для предприятий, разрабатывающих БЛА, а также в учебном процессе целевой подготовки специалистов для предприятий ОПК в области разработки САУ БЛА.

Диссертационная работа Неугодниковой Любови Михайловны является завершённой научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задач создания систем управления БЛА с ограничениями траекторий и предельных параметров полета.

По объёму и научному уровню выполненных исследований, актуальности, научной новизне и практической значимости полученных результатов диссертационная работа «Методы построения систем автоматического управления полетом беспилотных летательных аппаратов с ограничением траекторий и предельных параметров движения» полностью соответствует требованиям, предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям, а ее автор Неугодникова Любовь Михайловна заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (механика и машиностроение)».

Начальник отдела 203, к.т.н. _____

Зайцев С.В.

Начальник бригады 308-3 _____

Бусыгин А.А.

420036, г. Казань, ул. Ак.Павлова, д. 2а, АО НПО «ОКБ им. М.П. Симонова»

Телефон: +7(843) 571-44-38

e-mail: info@okbsimonova.ru

www.okbsimonova.ru

*Торжески Зайцева С.В. и Бусыгин А.А. заверяю,
ведущий специалист по кадрам Неугодникова Л.М.*



Сведения о ведущей организации

по диссертационной работе Неугодиной Л.Ю. Михайловны на тему «Методы построения систем автоматического управления полетом беспилотных летательных аппаратов с ограничением траекторий и предельных параметров движения», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации (механика и машиностроение)»

Полное и сокращенное наименование	Место нахождения	Почтовый адрес, телефон, адрес электронной почты, адрес официального сайта	Список основных публикаций работников предприятия по теме диссертации за последние 5 лет в рецензируемых научных изданиях
Акционерное общество Научно-производственное объединение "Опытно- конструкторское бюро имени М.П. Симонова" (АО НПО «ОКБ им. М. П. Симонова»)	г. Казань	Россия, 420036, г.Казань, ул. Академика Павлова, д. 2а (843) 571-44-38; info@okbsimono.ru; www.okbsimono.ru.	1. Романенко Л. Г., Самарова Г. Г., Романенко А. Г. Управление боковым движением летательного аппарата при отсутствии в автопилоте сигнала по углу крена // Изв. вузов. Авиационная техника, 2014, №2. с 19-23. 2. Романенко Л. Г., Самарова Г. Г., Романенко А. Г. Управление продольным движением летательного аппарата при отсутствии в автопилоте сигнала по углу тангажа // Изв. вузов. Авиационная техника, 2015, №2. с 25- 29. 3. А.Н.Кабирова, Л.Ю. Емалетдинова, И.В. Матвеев. Метод построения

		<p>нейрорегулятора для систем автоматического одномомерного управления техническим объектом// Изв. вузов. Авиационная техника, 2015, №2, с.87-92.</p> <p>4. А.Н.Кабирова, Л.Ю. Емалетдинова, И.В. Матвеев. Метод построения нейрорегулятора для систем автоматического управления боковым движением беспилотного летательного аппарата// Изв. вузов. Авиационная техника, 2017, №3, с.44-51.</p>
--	--	--

Заместитель Главного конструктора по
авиационному оборудованию АО НПО «ОКБ им. М.П. Симонова », к.т.н.



Матвеев И.В.