

ОТЗЫВ

официального оппонента к.т.н. Ткаченко Олега Ивановича

на диссертационную работу

Евдокимчика Егора Александровича

на тему «Система автоматического предупреждения столкновения самолета с землей на основе прогнозирования траектории маневра уклонения», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации (авиационная и ракетно-космическая техника)»

Актуальность избранной темы диссертационной работы обусловлена необходимостью повышения безопасности пилотирования маневренных самолетов вблизи земли. Расширение функциональных возможностей авиации, существенный объем информации, поступающей на обработку летчику в значительной степени загружают его внимание. В этих условиях критические функции, связанные с безопасностью полета, целесообразно в той или иной степени возложить на автоматические системы. К одной из таких систем относится система предупреждения столкновения с землей. Рассматриваемый в диссертационной работе подход, связанный с автоматическим определением опасной близости земли и автоматическим выполнением маневра уклонения, позволяет снизить влияние человеческого фактора за счет того, что такая система не зависит от субъективных различий в восприятии летчиков, а маневр уклонения выполняется заранее predetermined образом. Возросшие вычислительные мощности бортовых систем позволяют учесть маневренные характеристики самолета за счет прогнозирования траектории движения с использованием его математической модели, что повышает точность работы системы. Поэтому тема диссертационной работы Евдокимчика Е.А. является актуальной.

Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, подтверждаются результатами моделирования предложенной системы автоматического предупреждения столкновения с землей, выполненного на математической модели самолета МиГ-29К, которая

учитывает его аэродинамические характеристики и дает возможность имитировать выполнение реального полета, что говорит об их обоснованности и достоверности.

Новизна научных положений и выводов, сформулированных в диссертации, заключается в следующем:

1. Разработан алгоритм управления самолетом, позволяющий выполнить маневр уклонения от столкновения с землей с помощью двух стратегий и обеспечивающий уменьшение величины потери высоты за маневр.

2. Разработана методика формирования бортовой математической модели, основанная на упрощенном описании поведения самолета при выполнении элементов маневра уклонения и позволяющая прогнозировать траекторию этого маневра.

3. Разработан оригинальный способ формирования астатической системы управления, основанный на предварительном формировании модально-инвариантной подсистемы с интегрирующим свойством.

Практическая значимость работы определяется тем, что в ней обоснована возможность сокращения величины потери высоты за счет использования предложенного алгоритма управления при выполнении маневра уклонения, в результате чего расширяется область возможного пилотирования самолета без вмешательства системы предупреждения столкновения с землей в управлении самолетом. Изложенная методика позволяет сформировать бортовую математическую модель движения, обеспечивающую достаточную точность прогнозирования траектории при относительно простом описании поведения самолета с системой управления.

Оценивая содержание работы, следует отметить, что представленный материал изложен четким, ясным языком с хорошей логической последовательностью повествования.

Диссертация состоит из введения, четырех глав и заключения. Во введении обосновывается актуальность исследования, формулируется цель

работы, показана ее новизна и практическая значимость, указаны основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе проведен патентный поиск и подробный анализ материалов по текущему состоянию исследований вопросов предупреждения столкновения самолетов с землей. На основе выполненного анализа выполнена общая постановка задачи.

Во второй главе приводится перечень необходимых исходных данных для разработки предлагаемой системы предупреждения столкновения с землей. Автор справедливо отмечает, что для упрощения процедуры прогнозирования поведения летательного аппарата, желательно, чтобы его характеристики мало изменялись на различных режимах полета. Для этих целей автором предложен способ формирования астатических систем управления на основе известных методов модально-инвариантного управления.

В третьей, основной, главе диссертационной работы подробно изложен синтез алгоритма управления при выполнении маневра уклонения от столкновения с землей, в разделе 3.1.3 приводится его структурная схема и логика работы. Особое внимание уделено сокращению величины потери высоты за маневр уклонения. Существенную роль в достижении этого играет введение автором второй стратегии управления. Далее в работе рассмотрен алгоритм прогнозирования траектории движения и активации системы, описана методика формирования упрощенной математической модели движения замкнутой системы «самолет-система управления». При формировании модели учтены характеристики переходных процессов, обусловленные отработкой нормальной перегрузки, угла крена и изменением режима работы двигателя. Достоинством предложенного подхода является относительная простота описания динамики изменения параметров движения, что сокращает вычислительные затраты при прогнозировании. В разделе 3.2.3 приводятся блок-схемы разработанных алгоритмов.

Четвертая глава содержит результаты моделирования предложенной системы предупреждения столкновения самолета с землей, подтверждающие ее

работоспособность. Моделирование выполнено на полноразмерном стенде систем управления путем интегрирования разработанных алгоритмов в существующие алгоритмы управления самолета МиГ-29К. При моделировании продемонстрирована возможность компенсации ошибок датчиков измерения и ветровых воздействий.

Полагаю, что предложенную систему предупреждения столкновения самолета с землей целесообразно защитить патентом на изобретение.

В заключении сформулированы основные результаты и выводы по диссертационной работе.

Заключение о соответствии диссертации требованиям «Положения о присуждении ученых степеней»:

- полученные результаты диссертационного исследования соответствуют поставленной цели и задачам;
- автореферат полностью соответствует содержанию диссертационной работы;
- основные результаты опубликованы в 8 работах, из них 4 в журналах, входящих в перечень рецензируемых научных изданий ВАК, и 1 патент на изобретение, материалы диссертации представлялись автором на научно-технических конкурсах;
- диссертационная работа тематически и по содержанию соответствует паспорту специальности 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации (авиационная и ракетно-космическая техника)».

При всех достоинствах, диссертационная работа не лишена **недостатков**.

1. В анализе существующих систем предупреждения столкновения с землей (глава 1) отсутствует упоминание и анализ отечественных САУ, работающих в данном режиме. И, соответственно, отсутствует анализ преимуществ предлагаемой автором системы от реализованной системы предупреждения с землей в САУ для МиГ-29.

2. Значительное внимание уделено выводу известных уравнений пространственного движения летательного аппарата (стр. 35-40).

3. При формировании алгоритма управления тягой двигателя (стр. 92-94) для упрощения прогнозирования принимается алгоритм управления в виде формирования командных сигналов на перевод двигателя на заданный режим работы вместо использования автомата тяги. В работе не приводится анализ по увеличению/уменьшению потери высоты за маневр уклонения в связи с принятым алгоритмом управления тягой двигателя.

4. Параметры бортовой математической модели зависят от приборной скорости полета, что требует ее расчета с использованием приближенных выражений (стр. 121-122). В случае определения математической модели в зависимости от индикаторной скорости, такой расчет бы не потребовался.

5. В работе приведены материалы математического моделирования и моделирования на полноразмерном стенде систем управления. Последние следует называть «полунатурным моделированием», поскольку используются элементы реального оборудования самолета и участвует при моделировании оператор.

6. В работе имеются некоторые опiski автора. В частности в уравнениях (46) на стр. 52. Однако в приведенном ниже примере приведены параметры, соответствующие правильному написанию данных уравнений.

Приведенные замечания не снижают общего высокого научного уровня диссертационной работы Евдокимчика Е.А.

Диссертация Евдокимчика Егора Александровича «Система автоматического предупреждения столкновения самолета с землей на основе прогнозирования траектории маневра уклонения» представляет собой законченную научно-квалификационную работу на актуальную тему (повышение безопасности пилотирования самолетов) и имеет практическую значимость.

По своей актуальности, научной новизне, объему выполненных исследований и практической значимости полученных результатов, диссертационная работа соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК Минобрнауки РФ, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук. Автор работы, Евдокимчик Егор Александрович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (авиационная и ракетно-космическая техника)».

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ОППОНЕНТ

Начальник отдела НИО-15 НИК-21

ФГУП «ЦАГИ им. профессора Н.Е. Жуковского»

кандидат технических наук,

Ткаченко Олег Иванович


Ткаченко О.И.
«01»  2017 года

140180, Московская обл.,


г. Жуковский, ул. Жуковского, 1

Подпись официального оппонента к.т.н. О.И. Ткаченко заверяю.

Ученый секретарь диссертационного совета Д 403.004.01,

доктор физ-мат наук, доцент




Брутян М.А.