

ОТЗЫВ

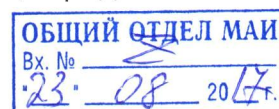
официального оппонента на диссертационную работу **Евдокимчика Егора Александровича** на тему «Система автоматического предупреждения столкновения самолета с землей на основе прогнозирования траектории маневра уклонения», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности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

Актуальность темы диссертационной работы.

Проблема столкновения самолетов с Землей представляет серьезную угрозу безопасности полетов, в том числе и для современных маневренных самолетов, аэродинамические характеристики которых изменяются в широких пределах. Необходимость постоянно оценивать возможность безопасного завершения выполняемых маневров повышает психофизическую нагрузку на летчика, в связи с чем возникает потребность в оснащении летательных аппаратов средствами предупреждения столкновений.

Исключение человеческого фактора возможно лишь при применении автоматических систем, не зависящих от реакции летчика. Перспективное направление построения систем по предупреждению столкновения с землей связано с прогнозированием траектории движения ЛА, определяемой набором взаимосвязанных маневров, направленных на уклонение от рельефа местности. Такие системы не только осуществляют выработку предупреждения об опасной близости земли, но и автоматически выполняют маневр уклонения, по завершении которого управление возвращается летчику.

Поэтому диссертационная работа Евдокимчика Е. А., посвященная вопросам повышения безопасности пилотирования самолетов (в том числе высокоманевренных) вблизи земли за счет совершенствования системы предупреждения столкновения с землей, автоматически выполняющей маневр уклонения при обнаружении потенциально опасной ситуации, представляется актуальной.



Новизна исследований и полученных результатов

В работе на основе анализа известных соотношений динамики полета для выполнения маневра уклонения предложено применение двух стратегий управления. Первая из них в целом соответствует известной и заключается в обнулении угла крена и отработке нормальной перегрузки при достижении угла крена определенного значения. Вторая стратегия, заключающаяся в выполнении фигуры пилотажа «переворот», введена автором и ранее в данном классе систем управления не использовалась. Применение второй стратегии при больших углах крена и наклона траектории в значительной степени позволяет сократить величину потери высоты за маневр уклонения по сравнению с первой стратегией управления.

В разработанной автором математической модели самолета с системой управления, с использованием которой прогнозируются траектории движения, применяются алгоритмы управления по первой и второй стратегии, в результате чего обеспечивается прогнозирование траекторий движения и вычисление величины потери высоты за маневр уклонения по соответствующей стратегии.

В работе предложен оригинальный способ синтеза астатических систем управления, основанный на известных методах модально-инвариантного управления. Применение предложенного способа позволяет уменьшить вариацию характеристик переходных процессов замкнутой системы при изменении параметров объекта управления.

К наиболее важным новым научным результатам можно отнести:

1. Введение нового и модификацию существующего способов выполнения маневра уклонения от столкновения с Землей, позволяющих достичь сокращения величины потери высоты.

2. Методику формирования упрощенной математической модели движения самолета с системой управления, позволяющую учесть влияние отработки нормальной перегрузки, отработки угла крена, смены режима работы двигателя и изменение статических и динамических характеристик работы системы, которые могут возникнуть в процессе выполнения маневра уклонения.

3. Новый способ формирования структуры систем управления, позволяющий обеспечить астатические свойства по отношению к управляющему и возмущающим воздействиям и пониженную чувствительность системы к вариации характеристик объекта управления.

Обоснованность и достоверность полученных результатов обоснована корректностью исходных положений, использованием апробированных методов теории управления, численной оптимизации и математического моделирования, основных положений динамики полета, а также проверкой функционирования предлагаемой системы предупреждения столкновений с Землей на полноразмерном стенде систем управления, включающего полную математическую модель самолета (МиГ-29К) и позволяющего имитировать действия летчика в реальном полете.

Практическая значимость диссертации определяется тем, что использование предлагаемой системы предупреждения столкновения с Землей позволяет уменьшить величины потери высоты за маневр уклонения и повысить

точность определения момента активации системы. Благодаря этому расширяется область применения маневренного самолета и повышается безопасность пилотирования. Применение предложенного способа формирования астатических систем управления позволяет уменьшить вариацию характеристик переходных процессов, в результате чего упрощается управление такими объектами и прогнозирование их поведения.

Основные результаты диссертационных исследований опубликованы в восьми работах, 4 из которых - в изданиях из перечня ВАК. На способ формирования астатических систем получен патент на изобретение.

Результаты диссертации

Результаты, полученные автором в процессе исследований, позволили проработать предложенную систему автоматического предупреждения столкновения с землей для внедрения на самолете МиГ-29К. Результаты диссертационной работы использованы в акционерном обществе «Российская самолетостроительная корпорация «МиГ» (АО «РСК «МиГ») при разработке перспективной системы автоматического уклонения от столкновения с землей самолета МиГ-29К(КУБ), что подтверждается соответствующим актом внедрения.

Автореферат отражает представленные в диссертации результаты и соответствует ее содержанию.

Полученные результаты диссертационного исследования соответствуют поставленной цели и задачам.

В качестве недостатков работы можно указать следующие:

1. В примере применения предложенного метода синтеза астатической системы управления (раздел 2.4.3) отсутствуют данные по сравнению разброса характеристик переходных процессов при вариации параметров объекта в сравнении с какой-либо из известных систем управления.

2. Зависимость угла упреждения по крену (раздел 3.1.1.1) определена для объекта управления, изменение нормальной перегрузки которого имеет характер близкий к апериодическому. Не указаны рекомендации по использованию данной зависимости для объектов, имеющих другой характер изменения нормальной перегрузки.

3. Несмотря на то, что в целом методика формирования математической модели носит общий характер, некоторые ее элементы носят частный характер. Например, определение динамических характеристик влияния изменения режима работы двигателя (раздел 3.2.1.3) скорее относится к рассматриваемому автором объекту управления (самолету МиГ-29К).

4. Важное влияние на работу предложенной системы предупреждения столкновения с землей оказывает ветер. Определенные результаты исследований по этому вопросу в работе присутствуют, однако ему уделено недостаточное внимание.

Выводы

1. Отмеченные недостатки не снижают научную новизну и практическую значимость диссертационной работы.

2. Диссертация Евдокимчика Егора Александровича является целостной завершенной научно-квалификационной работой, в которой изложены научно обоснованные технические решения. В ней решена актуальная повышения безопасности полетов путем совершенствования системы предупреждения столкновения самолета с Землей, имеющей важное значение для развития методов управления летательными аппаратами.

3. Считаю, что диссертация Евдокимчика Егора Александровича соответствует специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (авиационная и ракетно-космическая техника)» и удовлетворяет требованиям п.9 «Положения о порядке присуждения учёных степеней», предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а её автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (авиационная и ракетно-космическая техника)».

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ОППОНЕНТ

Генеральный директор – Генеральный конструктор

Акционерного общества

«Научно-исследовательский институт
авиационного оборудования»

доктор технических наук,

Александр Владимирович Воробьев



А.В. Воробьев

18

08

2017 года

Почтовый адрес ул. Туполева д.18, г. Жуковский, Московская область, 140185

телефон: (495) 556-23-22

Организация, место работы: Акционерное общество «Научно-исследовательский институт
авиационного оборудования»

Электронная почта: info@niiao.ru

Подпись А.В. Воробьева заверяю,

Начальник отдела кадров

О.Ю. Парфенова