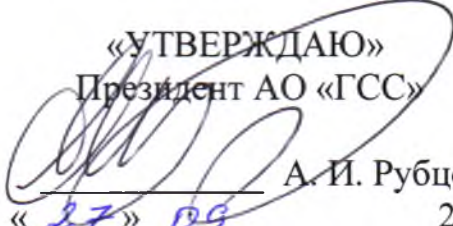


«УТВЕРЖДАЮ»
Президент АО «ГСС»

А. И. Рубцов
« 27 » 09 2017 г.

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Ефанова Дмитрия Евгеньевича на тему «Аналитическое решение задачи сохранения заданных характеристик устойчивости воздушного судна при реконфигурации системы управления», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.14 – «Эксплуатация воздушного транспорта».

Диссертационная работа Ефанова Д. Е. выполнена в Федеральном государственном унитарном предприятии Государственный научно-исследовательский институт гражданской авиации (ФГУП ГосНИИ ГА).

Актуальность темы исследований определяется необходимостью постоянного повышения безопасности полетов при эксплуатации воздушных судов, в частности, ее обеспечения в условиях возникновения отказов в системах управления с учетом невозможности или нецелесообразности резервирования исполнительных элементов.

Диссертационные исследования посвящены решению научной задачи по разработке аналитического подхода к обеспечению сохранения заданных характеристик устойчивости и управляемости воздушного судна путем реконфигурации системы управления в условиях отказов и повреждений исполнительных элементов.

Математическую основу полученных результатов составляют матричные методы решения систем уравнений на основе многоуровневой декомпозиции, которые являются развитием разработанного российским ученым Рябченко В. Н. кардинально нового подхода, основанного на специфическом преобразовании подобия представления исходной системы уравнений с использованием матричных аннуляторов и псевдообратных матриц. Их отличительными особенностями является возможность получения аналитических формул для законов управления, обеспечивающих заданную степень устойчивости путем соответствующего размещения полюсов математической модели воздушного судна (ВС) с неисправной системой управления (СУ).

В процессе исследований автор получил следующие новые результаты:

– аналитический подход к решению задачи сохранения устойчивости и управляемости ВС при реконфигурации СУ в условиях отказов и повреждений исполнительных элементов;

- методика построения множества эквивалентных аналитических законов реконфигурации СУ ВС, обеспечивающих заданные характеристики устойчивости в условиях отказов и повреждений исполнительных элементов;
- аналитические выражения стабилизирующих законов управления для линеаризованных моделей продольного и бокового движения ВС;
- методика практического использования разработанных законов реконфигурации СУ ВС в условиях отказов и повреждений исполнительных элементов.

Научная новизна проведенных исследований обусловлена следующим:

- впервые на основе декомпозиционного метода размещения полюсов и учета информации о параметрах ВС в исправном и неисправном состояниях решена задача реконфигурации его СУ, обеспечивающей заданные характеристики устойчивости;
- впервые для линеаризованных моделей продольного и бокового движения ВС с учетом перекрестных связей между рулевыми каналами получены аналитические (символьные) выражения стабилизирующих законов управления;
- доказано, что использование реконфигурации законов управления при сохранении управляемости ВС позволяет полностью компенсировать последствия отказов и повреждений исполнительных элементов СУ в каждом из каналов управления.

Практическая значимость результатов определяется следующим:

- законы реконфигурации СУ ВС, полученные на основе аналитического множества, являются стабилизирующими – обеспечивают устойчивость движения летательного аппарата и ориентированы на вычислительную и исполнительную элементную базу с умеренным уровнем характеристик;
- характер динамических процессов, достигаемый за счет предлагаемых алгоритмов, позволяет обеспечить безопасность полета ВС при возникновении отказов рулей высоты и элеронов в широком диапазоне высот и скоростей полета.

В материалах автореферата можно отметить ряд недостатков:

1. Используемая в работе модель воздушного судна имеет стандартный вид, и ее адекватность при нормальном функционировании не подлежит сомнению. Эффективность же разработанных алгоритмов проверялась на моделях воздушного судна в неисправном состоянии, достоверность которых не обсуждалась и не проверялась.

2. Из автореферата не ясно, синтезируются ли предлагаемые законы реконфигурации заранее для каждого вида отказа, или формируются оперативно на борту ВС в процессе полета для любых возможных сценариев.

3. При получении теоретических и практических результатов в работе не учитывались динамические характеристики приводов и датчиков.

Вместе с тем, указанные недостатки не снижают общей ценности диссертационной работы и не влияют на положения, выносимые на защиту.

В целом диссертант с поставленной задачей справился. На основании выполненных исследований решена задача обеспечения отказоустойчивости системы управления полетом ВС при отказах исполнительных подсистем путем функциональной реконфигурации законов управления аналитическими методами.

Работа является законченным научным трудом. Автореферат диссертации соответствует всем требованиям и подтверждает оригинальность, научную новизну и практическую значимость полученных результатов. По материалам диссертации автором опубликовано 9 научных работ, из них в изданиях из списка ВАК – 6.

Область и способы исследования соответствуют специальности 05.22.14 – «Эксплуатация воздушного транспорта». В частности, разработанные научные и методологические основы реконфигурации систем управления могут быть использованы для разработки средств обеспечения безопасности полетов и сохранения летной годности воздушных судов в процессе эксплуатации.

Судя по автореферату, диссертация Ефанова Дмитрия Евгеньевича «Аналитическое решение задачи сохранения заданных характеристик устойчивости воздушного судна при реконфигурации системы управления» соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям Положением о порядке присуждения учёных степеней, утвержденным постановлением правительства РФ от 24 сентября 2013 года №842, а сам диссертант заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по направлению 05.22.14 – «Эксплуатация воздушного транспорта».

Заместитель Главного конструктора по аэродинамике,
начальник научно-исследовательского отделения
аэродинамики АО «Гражданские самолёты Сухого»


Долотовский Александр Викторович

125284, Москва,
ул. Поликарпова, 23б, корпус 2
Тел.: +7 (495) 727 19 88, доб. 17 27
e-mail: a_dolotovskiy@scac.ru

Подпись Долотовского Александра Викторовича удостоверяю.

Начальник отдела кадров
АО «Гражданские самолёты Сухого»



Егорова Татьяна Альбертовна