



МИНИСТЕРСТВО ОБОРОНЫ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
(МИНОБОРОНЫ РОССИИ)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ  
БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ

46 ЦЕНТРАЛЬНЫЙ  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ИНСТИТУТ

г. Москва, 129327

«9» 10 2017 г. № 2/000

На № \_\_\_\_\_

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель начальника института  
по научной работе  
кандидат технических наук, доцент



О. Ачасов

«9» 10 2017 г.

**ОТЗЫВ**

на автореферат диссертации ЕФАНОВА Дмитрия Евгеньевича на тему:  
«Аналитическое решение задачи сохранения заданных характеристик  
устойчивости воздушного судна при реконфигурации системы управления»,  
представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по  
специальности 05.22.14 – «Эксплуатация воздушного транспорта»

Задача поддержания работоспособности систем и агрегатов воздушных судов с  
учётом ограниченности ресурсов и возможности возникновения их отказов относится  
к числу наиболее актуальных для авиации гражданского назначения и специальной  
авиации Воздушно-космических сил ВС РФ, что обусловлено, прежде всего,  
постоянным возрастанием требований повышения безопасности полётов. Решение  
этой задачи осуществляется по двум направлениям. Первое связано с повышением  
показателей безотказности работы систем и агрегатов за счёт повышения степени  
надёжности их элементов. Второе направление, к которому относятся

проведённые в представленной работе исследования, реализуется за счёт реконфигурации функционально избыточных систем – перераспределения функций неисправного элемента на исправные.

Однако, выполнение данной операции не является достаточным условием для обеспечения безопасности полёта, возникает необходимость разрешения задачи обеспечения заданных характеристик устойчивости и управляемости летательного аппарата, как динамической системы.

Устойчивость и управляемость объекта управления в теории автоматического регулирования диалектически противопоставлены друг другу. Применительно к воздушному судну – это означает, что, чем более оно устойчивое, тем менее управляемое. Поэтому очень важно обеспечить правильный баланс между указанными характеристиками.

Существующие аналитические методы реконфигурации показывают свою высокую эффективность, однако в них недостаточно внимания уделено задаче обеспечения заданных характеристик устойчивости и управляемости при отказах и повреждениях элементов исполнительной подсистемы, что обуславливает невозможность в полной мере их использования при решении задачи реконфигурации систем управления воздушных судов.

В этой связи возникает объективное противоречие между возможностями существующего алгоритмического обеспечения системы управления воздушного судна, позволяющего решать задачу реконфигурации при отказах и повреждениях исполнительных элементов и требованиями по обеспечению безопасности полёта, что и обуславливает **актуальность** решения **научной задачи** разработки аналитического решения задачи сохранения заданных характеристик устойчивости и управляемости воздушного судна при реконфигурации системы управления.

**Научная новизна** диссертации заключается в следующем:

впервые на основе декомпозиционного метода размещения полюсов и учёта информации о параметрах воздушного судна в исправном и неисправном состояниях решена задача реконфигурации системы управления воздушного судна, обеспечивающая заданные характеристики устойчивости;

получены аналитические (символьные) выражения стабилизирующих законов управления для линеаризованных моделей продольного и бокового движения воздушного судна с учётом перекрёстных связей между каналами рулевых органов;

доказано, что использование реконфигурации законов управления при сохранении управляемости воздушного судна, позволяет компенсировать последствия отказов и повреждений исполнительных элементов системы управления в каждом из каналов управления.

**Практическая значимость** научных результатов диссертации заключается в возможности использования разработанного алгоритмического обеспечения: в системах управления современных самолётов; НИО авиационной промышленности – в дальнейшей научно-исследовательской деятельности при разработке теоретических и методических направлений развития современной и перспективной авиационной техники; в конструкторских бюро авиационной промышленности – при проектировании перспективных воздушных судов, реализующих повышенные требования к отказоустойчивости их систем управления; авиационных учебных заведениях – посредством включения в материалы лекций и практикумов.

**Достоверность** научных положений и выводов подтверждается:

системным подходом к объекту и предмету исследования при решении научной задачи;

корректной постановкой задачи исследования, обоснованием использования известного и апробированного математического аппарата;

обоснованным выбором используемых допущений.

Вместе с тем, судя по автореферату, работа не лишена недостатков, основными из которых являются следующие.

1. Отказ любого нерезервированного исполнительного элемента системы управления неизбежно приводит к снижению эффективности управления, что должно быть учтено при формировании требований к неисправному воздушному судну. К сожалению, в автореферате вопросы их формирования и влияния на них отказов конкретных каналов управления не отражены.

2. Не ясно, как в процессе моделирования парируются ситуации, при которых обеспечиваются заданные показатели устойчивости в отсутствии запаса по управляемости применительно к реконфигурации пилотажного контура системы управления при отказах и повреждениях исполнительной подсистемы.

3. Представленная в автореферате графическая часть (рисунок на стр. 20) трудна для восприятия вследствие неправильно выбранного автором масштаба.

Указанные недостатки не снижают научной и практической ценности работы и не влияют на её общую положительную оценку.

Выводы:

1. Диссертационная работа ЕФАНОВА Д.Е. представляет собой самостоятельно выполненную, завершённую научно-квалификационную работу, в которой решена актуальная научная задача аналитического решения задачи сохранения заданных характеристик устойчивости воздушного судна при реконфигурации системы управления.

2. Диссертация соответствует требованиям пункта 9 «Положения о присуждении учёных степеней», а её автор, ЕФАНОВ Дмитрий Евгеньевич, заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.22.14 – «Эксплуатация воздушного транспорта».

Заместитель начальника отдела –  
начальник лаборатории  
кандидат технических наук

  
А. Захаров

Ведущий научный сотрудник  
кандидат технических наук

  
В. Евдокимов

Старший научный сотрудник

  
И. Михалёв

Адрес: Чукотский проезд, 10, г. Москва, Россия, 129327

Тел.: +7 495 471 17 07

E-mail: 46cnii\_1@mil.ru