

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель генерального директора по НИОКР



ОАО «Гос МКБ «Вымпел»

им. И.И. Торопова» к.ф.-м.н.

Г.П. Ежов

« 10 » 12 2014г.

ОТЗЫВ

ведущей организации Открытого акционерного общества «Государственное машиностроительное конструкторское бюро «Вымпел» им. И.И. Торопова» на диссертационную работу аспиранта кафедры 303 МАИ Константинова Александра Андреевича «Исследование и разработка измерительно-информационного и управляющего комплекса для полунатурного моделирования полета летательного аппарата», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.16 - Информационно-измерительные и управляющие системы (авиационная, ракетно-космическая техника и кораблестроение).

Актуальность работы. Экспериментальные исследования аэроупругой устойчивости занимают важное место в процессе разработки и производства летательных аппаратов. Для получения экспериментальных данных в этом случае применяют дорогостоящие продувки в аэродинамических трубах (АДТ). Стендовые наземные эксперименты с воспроизведением аэродинамических сил на конструкцию без использования АДТ позволяют существенно сэкономить суммарное время продувок в АДТ, а также понизить вероятность разрушения испытываемых конструкций. При этом одним из наиболее важных элементов оборудования для проведения указанных экспериментов, в которых используется метод электромеханического моделирования, является измерительно-информационный и управляющий комплекс, обеспечивающий измерение сигналов с вибродатчиков, их обработку и выдачу управляющих воздействий на силовозбудители для моделирования аэродинамического воздействия

набегающего потока на конструкцию летательного аппарата. Диссертационная работа посвящена исследованию и разработке именно таких комплексов, что весьма актуально.

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения и библиографического списка.

Первая глава посвящена анализу текущего состояния исследуемой проблемы. Проведен анализ электромеханического метода и обзор существующего технического оснащения, предназначенного для реализации полунатурного моделирования полета летательного аппарата за счет приложения искусственных аэродинамических воздействий. Проведенный анализ аппаратно-программных комплексов показал, что существующие на практике решения не удовлетворяют полностью современным техническим требованиям для эффективного решения задач экспериментальной динамической аэроупругости. В завершении главы формулируются постановка задачи исследования и необходимые технические требования к разрабатываемому комплексу.

Вторая глава посвящена описанию процесса выбора архитектуры измерительно-информационного и управляющего комплекса. В процессе выбора архитектуры учитывается взаимодействие по сети нескольких лабораторий, оснащенных имитаторами аэродинамических воздействий, с возможностью хранения данных на выделенном сервере. Обосновывается разделение разрабатываемого комплекса на независимые составляющие, представляющие автоматизированное рабочее место (графическое управление стендовыми испытаниями) и автономный блок - расширяемая система, с возможностью наращивания общего числа каналов, без изменения быстродействия каждого канала в отдельности, за счет применения специализированного вычислителя – ПЛИС с параллельной обработкой данных.

На основе анализа возможных структур и сформулированных технических требований к измерительно-управляющему комплексу, разработаны принципы его построения. Разработана архитектура комплекса с единым исполнением измерительной, вычислительной и управляющей частями, реализующая сквозной поток “АЦП-Вычислитель-ЦАП”.

В третьей главе проведено исследование и оценка цифровой реализации алгоритмов ИИУК на базе ПЛИС (с фиксированной запятой), на основе анализа аэродинамических уравнений. Разработана методика создания программного обеспечения для ИИУК с использованием ПЛИС. Проведена оценка эффективности разработанной методики. Показано, что применение методики при разработке ИИУК позволило увеличить быстродействие измерительно-вычислительного и управляющего контура ПО ПЛИС с 36,9 кГц до 157, 5 кГц, что привело к увеличению суммарного быстродействия комплекса в 4,2 раза.

Четвертая глава посвящена описанию реализованного, в соответствии с разработанной методикой, измерительно-информационного и управляющего комплекса на базе технологий National Instruments для лабораторного стенда моделирования аэродинамических воздействий методом электромеханического моделирования. В главе проводится оценка технических характеристик, таких как погрешности и быстродействие расчета выходных напряжений, прямо пропорциональных искусственным аэродинамическим силам, на основе построенной модели решения аэродинамических уравнений.

В заключении приведены основные результаты, полученные в процессе решения поставленных задач.

Научная новизна диссертационной работы, прежде всего, состоит в том, что в ней впервые поставлена и решена задача разработки специализированного измерительно-информационного и управляющего комплекса для обеспечения полунатурного моделирования полета летательного аппарата, с возможностью ввода данных виртуального воздушного потока, при этом получены следующие новые результаты:

1. Предложена и обоснована модификация измерительно-информационного и управляющего комплекса с функциональным делением, с использованием модульной архитектуры автономного блока, с ПЛИС, в качестве вычислительного ядра измерительно-управляющего модуля, для разработки имитатора аэродинамических воздействий.

2. Разработана методика создания программного обеспечения для ПЛИС, учитывающая ограниченность разрядной сетки, емкость каждой функциональной операции и скорость ее выполнения.

3. С помощью теории планирования экспериментов получены карты распределения ресурсов, которые интерполируются пространственным полиномом, описываемым матричными коэффициентами. Данные результаты имеют большое значение, обеспечивающее при возможной дальнейшей модификации алгоритмов, быстрое перепрограммирование, за счет анализа ресурсоемкости и быстродействия кода.

Практической значимостью работы для авиационной промышленности, является разработка методики проектирования программного обеспечения для ПЛИС, позволившей, при разработке увеличить быстродействие в 4.2 раза, и при этом сэкономить ресурсы ПЛИС; разработка лабораторного стенда полунатурного моделирования, подтверждающего теоретическое обоснование разработанного комплекса своими техническими характеристиками

Достоверность полученных теоретических результатов определяется тем, что задача разработки измерительно-информационного и управляющего комплекса решалась с помощью научно обоснованных методов динамической аэроупругости - метод электромеханического моделирования, теорий обработки сигналов и динамического программирования. Практические результаты подтверждены данными моделирования в среде LabVIEW., при этом учитывалась фиксированная разрядная сетка, используемых в расчете данных.

Степень обоснованности научных положений определяется проведенными экспериментальными исследованиями на разработанном диссертантом лабораторном стенде полунатурного моделирования конструкций ЛА.

Вместе с тем, в работе имеется ряд замечаний, к которым относятся:

1. В работе недостаточно подробно описаны отдельные пункты методики, применительно к решению задачи разработки измерительно-информационного и управляющего комплекса.
2. В разработанной методике (3 глава) используется несуществующий термин - обратное умножение (в тексте диссертации не разъяснен математический смысл операции - обратное умножение)
3. В тексте диссертации встречаются нарушения правил русского языка – (падежи, неправильные формы глаголов и т.п).

Несмотря на указанные замечания, диссертационная работа является завершенной научно-квалификационной работой, посвященной решению важной практической задачи разработки измерительно-информационного и управляющего комплекса для полунатурного моделирования полета летательного аппарата, позволяющая повысить быстродействие комплекса, применяя предложенную автором методику, одновременно экономя ресурсы ПЛИС.

Работа выполнена по научной специальности 05.11.16. Результаты работы опубликованы в двух научных журналах, рекомендованных ВАК для защиты диссертаций. Эти результаты могут быть рекомендованы для использования в организациях, занимающихся полунатурным моделированием и разработкой стендовых систем для решения задач динамической аэроупругости. Автореферат соответствует основному содержанию диссертации.

Считаем, что диссертационная работа соответствует всем предъявляемым ВАК требованиям к кандидатским диссертациям, а ее автор Константинов Александр Андреевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.16.

Отзыв обсужден и одобрен на секции 200 научно-технического совета. (Протокол №4 от 09.12.2014г.).

Заместитель начальника отделения, д.т.н.

М.Н. Правидло

Главный специалист, к.т.н.

Д.В. Сивец

Начальник бригады

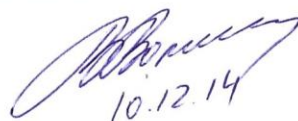
О.В. Иващенко

Подписи М.Н. Правидло, Д.В. Сивца, О.В. Иващенко заверяю

Секретарь НТС ОАО «Гос МКБ «Вымпел»

им. И.И. Горопова», к.т.н.

В.Н.Волков


10.12.14

Правидло Михаил Натанович

Заместитель начальника отделения ОАО «ГосМКБ «Вымпел» имени И.И. Торопова»

доктор технических наук

Адрес: 125424, г.Москва, Волоколамское шоссе д.90

Тел.: +7(495)491-85-89

e-mail: info@vypelmkb.com

Сивец Дмитрий Викторович

Главный специалист ОАО «ГосМКБ «Вымпел» имени И.И. Торопова»

кандидат технических наук

Адрес: 125424, г.Москва, Волоколамское шоссе д.90

Тел.: +7(495)491-85-89

Иващенко Ольга Викторовна

Начальник бригады ОАО «ГосМКБ «Вымпел» имени И.И. Торопова»

Адрес: 125424, г.Москва, Волоколамское шоссе д.90

Тел.: +7(495)491-85-89

e-mail: info@vypelmkb.com