

ОТЗЫВ

научного руководителя к.т.н., профессора Академии Военных Наук РФ (АВН РФ), заместителя директора по научной работе Научно-производственного комплекса вычислительной техники и информатики МАИ Егорова А.А. на диссертацию Константинова Александра Андреевича на тему «Исследование и разработка измерительно-информационного и управляющего комплекса для полунатурного моделирования полета летательного аппарата», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.11.16 - Информационно-измерительные и управляющие системы (авиационная, ракетно-космическая техника и кораблестроение)

Актуальность диссертационной работы обусловлена тем, что одной из важнейших задач в авиа и ракетостроении является исследование колебательных процессов конструкции летательного аппарата (ЛА) в полете. Для получения соответствующих экспериментальных результатов, проводятся наземные эксперименты с применением аэродинамических труб (АДТ). Такие исследования достаточно дороги, а аппаратные и программные средства для совершения таких измерений сложны. На сегодняшний день, на основе разработанного в ЦАГИ метода электромеханического моделирования (ЭММ) разработана методика, позволяющая проимитировать (рассчитать и реализовать в реальном времени) значения воздействующих сил со стороны воздушного потока на ЛА с помощью силовозбудителей, при наземных испытаниях без использования АДТ (имитатор аэродинамических воздействий). Одной из основных проблем при реализации этого имитатора является создание специализированного быстродействующего информационно-измерительного и управляющего комплекса (ИИУК) с управлением от ПК. Этот комплекс должен воспроизводить аэродинамические соотношения между комбинацией ускорений (сигналов акселерометров) и мгновенных значений сил (входных напряжений усилителей мощности силовозбудителей), обеспечивая решения задач аэроупругости методом электромеханического моделирования.

Целью диссертационной работы является исследование и разработка для имитатора аэродинамических воздействий (ИАВ) специализированного быстродействующего информационно-измерительного и управляющего комплекса (ИИУК) с управлением от ПК, для полунатурного моделирования аэродинамических воздействий, во время проведения наземных испытаний ЛА с использованием метода электромеханического моделирования.

В соответствии с поставленной целью в работе логично сформулированы *основные задачи* исследований, включая исследование и разработку архитектуры ИИУК для ИАВ, которая позволяет достичь максимального быстродействия; исследование особенностей эффективного использования ПЛИС для оптимизации схем устройств управления ИИУК; разработку математических моделей ПЛИС для оптимизации их ресурсов, связывающая скорость выполнения программного кода, количество ресурсов, требуемых для его реализации и точности вычислений разработку ПО для многоканальных ИИУК, работающих в режиме

жесткого реального времени на основе анализа математического аппарата метода ЭММ; разработку структуры алгоритмов, исследование и оценку цифровой реализации алгоритмов ИИУК на базе ПЛИС, на основе анализа аэродинамических уравнений в интегральном виде и формирование набора типовых операций для разрабатываемого алгоритма, реализуемого на ПЛИС и экспериментальная оценка характеристик реализованного ИИУК по разработанной методике.

В процессе исследований соискателем выполнен большой объем работ по анализу аэродинамических уравнений с целью их цифровой реализации на базе ПЛИС, моделированию функционирования ПЛИС, использования различных прикладных библиотек, обеспечивающих различное быстродействие и используемую емкость ПЛИС в зависимости от реализуемых логических и вычислительных алгоритмов.

Следует отметить также большой объем экспериментальных исследований и измерений с помощью разработанного соискателем стенда, реализующего метод ЭММ, включающего модель исследуемой конструкции с установленными акселерометрами, силовозбудителями с усилителями мощности и ИИУК, позволивших верифицировать разработанную инженерную методику проектирования программного обеспечения для ИИУК с использованием ПЛИС.

Научная новизна диссертации обусловлена разработанной архитектурой ИИУК для ИАВ с учетом сформулированных технических требований к быстродействию и точности, на базе открытых международных модульных структурах РХИ, с использованием операционных систем жесткого реального времени и структур «АЦП-ПЛИС-ЦАП», технологий цифровой обработки сигналов в режиме реального времени с применением методов, построенных на применении параллельной архитектуры вычислений; проведенным преобразованием аэродинамических соотношений ИАВ из аналоговой формы в цифровую, с описанием в числах с фиксированной запятой, для реализации на ПЛИС, разработанной методикой создания программного обеспечения ИИУК, реализуемого на структуре «АЦП-ПЛИС-ЦАП», для оптимизации затрачиваемых ресурсов и времени исполнения кода. Разработанной математической моделью для оптимизации ресурсов ПЛИС, связывающая скорость выполнения программного кода, количество ресурсов, требуемых для его реализации и точности вычислений (целочисленный формат 8-64 разряда и числа с фиксированной запятой).

Результаты диссертационного исследования вошли в материалы НИОКР: “Разработка специализированного блока формирования аэродинамических воздействий”, выполняемой коллективом Научно-производственного комплекса вычислительной техники и информатики МАИ по заказу ФГУП ЦАГИ, а также используются в учебном процессе кафедры приборы и информационно-измерительных комплексов МАИ в дисциплине “Проектирование приборных комплексов”, что подтверждено соответствующим *актом о внедрении*.

Основные результаты, полученные автором и сформулированные в виде положений, выносимых на защиту, свидетельствуют о высоком профессиональном уровне и хорошем

научном потенциале цифровой обработки сигналов с использованием ПЛИС.

Публикации в достаточной степени отражают результаты диссертационной работы, а автореферат ей соответствует.

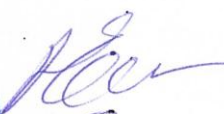
Оценивая работу в целом, считаю, что диссертация является законченной самостоятельной научно-исследовательской работой, посвященной решению актуальной научно-технической задачи – исследованию и разработке для имитаторов аэродинамических воздействий специализированного быстродействующего ИИУК, позволяющего эффективно реализовывать режимы полунатурного моделирования аэродинамических воздействий, во время проведения наземных испытаний ЛА с использованием метода электромеханического моделирования.


Диссертационная работа полностью соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения учёных степеней» ВАК РФ, предъявляемым к диссертациям, представленным на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.11.16– Информационно-измерительные и управляющие системы (по отраслям), а её автор – А.А. Константинов заслуживает присвоения учёной степени кандидата технических наук.

Кандидат технических наук, профессор АВН РФ,
Заместитель директора НПК ВТИ МАИ

Подпись профессора АВН РФ заверяю




А.А. Егоров


декан факультета Ю.Г. Следков