



**САМАРСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
SAMARA UNIVERSITY

федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Самарский национальный исследовательский университет  
имени академика С.П. Королева»

ул. Московское шоссе, д. 34, г. Самара, 443086  
Тел.: +7 (846) 335-18-26, факс: +7 (846) 335-18-36  
Сайт: www.ssau.ru, e-mail: ssau@ssau.ru  
ОКПО 02068410, ОГРН 1026301168310,  
ИНН 6316000632, КПП 631601001

«УТВЕРЖДАЮ»

Первый проректор - проректор по  
науке и инновациям,  
доктор технических наук, профессор  
А.Б. Прокофьев



02 2018 г.

16.02.18 № 52-694

На № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

### ОТЗЫВ

ведущей организации о диссертационной работе Цыбиной Марии Михайловны на тему «Разработка и исследование приемников воздушных давлений для систем бортового оборудования вертолета», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.05 – Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления

#### Актуальность темы диссертации

Совершенствование систем бортового оборудования вертолетов связано с решением ряда сложных научно-технических проблем в области приборостроения. Используемые приемники воздушных давлений во многом определяют метрологические и технологические характеристики систем воздушных сигналов, такие как погрешность, диапазоны измерения, надежность, габаритные размеры.

Появление новых типов вертолетов и влияние различных дестабилизирующих факторов приводит к тому, что используемые приемники давлений не удовлетворяют требованиям норм летной годности вертолета по метрологическим характеристикам.

В этой связи тема диссертационной работы М.М. Цыбиной, посвященная решению задач повышения точности измерения высотно-скоростных параметров

бортовыми указателями скорости и высоты главным образом в условиях воздействия индуктивного потока от несущего винта, безусловна актуальна.

### Оценка структуры и содержания работы

Диссертация написана технически грамотным языком, ее объем не превышает допустимого. В тех случаях, когда автор использует известные результаты, даются ссылки на соответствующие источники. Структура диссертации логична и, помимо введения и заключения, содержит четыре раздела, список использованной литературы и четыре приложения.

Содержание диссертации развивается от обзора существующих отечественных и зарубежных средств восприятия давлений с аэродинамической компенсацией для летательных аппаратов к разработке методики математического моделирования внешнего обтекания воздухом приемников воздушных давлений в программах для решения задач течения жидкости и газов. На основе разработанной методики к математическому моделированию различных конструкций приемников давлений и созданию аналитических математических моделей приемников воздушных давлений. При этом большое внимание автор уделил разработке способа компенсации восприятия статического давления для обеспечения требуемых метрологических характеристик по вычислению высотно-скоростных параметров.

Наконец, в заключительном разделе диссертации, автор приводит результаты оценки летных испытаний и требуемого уровня компенсации воспринятых воздушных давлений по разработанной методике компенсации погрешности измерения приборной скорости и высоты полета и математическую модель информационного комплекса высотно-скоростных параметров для автоматизации процедуры компенсации погрешности измерений воспринятой первичной информации.

Автореферат диссертации полностью отражает основное содержание работы.

## Соответствие содержания диссертации заявленной специальности

Содержание диссертации, ее выводы и рекомендации соответствуют пункту *2 «Теоретический анализ и экспериментальное исследование функционирования элементов и устройств вычислительной техники и систем управления в нормальных и специальных условиях с целью улучшения технико-экономических и эксплуатационных характеристик»* паспорта научной специальности 05.13.05 – Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления.

### Новизна полученных результатов и выводов

В ходе выполнения диссертационной работы соискателем получены следующие результаты, обладающие научной новизной:

- методика математического моделирования внешнего обтекания воздухом приемников воздушных давлений при дестабилизирующих факторах, подходящая для любого сочетания программ подготовки расчетной модели, проведения самого расчета и просмотра результатов. Результаты математического моделирования показали достаточную точность относительно экспериментальных исследований, что позволит заменить часть экспериментальных исследований моделированием.

- способ компенсации воспринятого статического давления, на основе соблюдения баланса масс в камере статического давления, который позволяет добиться допустимой погрешности восприятия при воздействии индуктивного потока от несущего винта в месте установки ПВД, за счет изменения не только положения отверстий отбора статического давления, но и путем изменения их диаметра.

- новая методика оценки требуемого уровня компенсации воспринятых воздушных давлений с учетом места установки ПВД на борту вертолета, которая позволит обеспечить контур управления высотно-скоростными параметрами с допустимой погрешностью.

В целом предложенные методики и способы позволяют повысить точность измерения высотно-скоростных параметров, что подтверждается в разработанной имитационной модели информационного комплекса высотно-скоростных параметров, что делает возможным сократить время доработки приемника с аэродинамической компенсацией во время летных испытаний.

### **Степень достоверности результатов исследования**

Достоверность полученных в диссертации результатов и выводов основана на корректном использовании принятых допущений и адекватного математического аппарата при разработке математических моделей и методик.

Достоверность разработанных научных положений и выводов подтверждена результатами моделирования и экспериментальными исследованиями, в том числе в ходе шести летных испытаний вертолета Ми172А2.

Практическая ценность полученных результатов подтверждается актом их внедрения в процессы разработки приемников воздушных давлений в АО «УКБП» - одном из ведущих предприятий России в области авиационного приборостроения.

### **Публикации и апробация**

Результаты диссертации опубликованы в 21 научных работах, в том числе 5 – в изданиях, рекомендованных ВАК РФ и 1 патенте на полезную модель. Результаты исследований докладывались и обсуждались 12 всероссийских и международных конференциях.

### **Практическая значимость результатов, полученных автором**

Разработанные методики математического моделирования, способы компенсации и математические модели приемников давления являются основой для проектирования подобных приемников воздушных давлений с аэродинамиче-

ской компенсацией для систем бортового оборудования вертолета. Это позволит снизить погрешность измерения скорости и высоты полета, что в конечном итоге повысит эффективность автоматических систем управления вертолета.

Практическая значимость результатов диссертации подтверждена актом об использовании полученных результатов в АО «Ульяновское конструкторское бюро приборостроения» при разработке приемников воздушных давлений с аэродинамической компенсацией для систем бортового оборудования различных вертолетов и их модификаций: ПВД-К4-2 для Ми-28Н, ПВД-К4-2М для Ми-28НМ, ПВД-К4-3 для Ми-38, ПВД-К4-5 для Ми-171А2.

### **Рекомендации по использованию результатов диссертационной работы**

Полученные в ходе проведенного диссертационного исследования научные и практические результаты нашли свое применение в АО «УКБП», г. Ульяновск и рекомендуются к использованию в АО «Аэроприбор - Восход», г. Москва, ФГУП «ЦАГИ», г. Жуковский.

Актуальность выбранного направления исследования, высокий уровень и важность полученных научных и практических результатов определяют перспективы расширенного использования результатов диссертации.

Разработанные методики математического моделирования, способы компенсации и математические модели приемников давления, позволяющие снизить аэродинамическую погрешность рассматриваемых приемников воздушных давлений, рекомендуется использовать в конструкторских бюро, занимающихся разработкой аэрометрического оборудования для объектов авиационной техники и системах управления. Отдельно стоит упомянуть целесообразность внедрения полученных результатов в учебные процессы ведущих вузов, занимающихся подготовкой студентов по направлениям авиационных систем и авиационного приборостроения – Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева – КАИ, Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, Московский авиацион-

ный институт, Ульяновский государственный технический университет и другие.

Кроме того, полученные результаты могут быть распространены на смежные области приборостроения, в частности, измерения скоростей газовых потоков.

### **Замечания по диссертации**

Отмечая актуальность, научную новизну и практическую значимость полученных в диссертации результатов, следует указать на следующие замечания.

1. В диссертации и автореферате отсутствуют ссылки на фамилии ученых, внесших существенный вклад в развитие предметной области диссертационных исследований.

2. Отсутствует перечень сокращений в начале рукописи диссертации, что затрудняет восприятие информации.

3. Непонятно назначение введенного понятия «избыточное давление» при использовании абсолютных значений полного и статического давлений.

4. При выводе уравнений в методике компенсации воспринятых давлений не учитывается сжимаемость воздуха.

5. Не показана методика компенсации полного давления.

Указанные замечания не носят принципиального характера и не влияют на общую положительную оценку работы.

### **Заключение**

В целом диссертация Цыбиной М.М. является целостной завершенной научно-квалификационной работой, в которой изложены научно-обоснованные технические решения и разработки приемников воздушных давлений с аэродинамической компенсацией с улучшенными метрологическими характеристиками, которые позволяют расширить область их применения.

С учетом актуальности, научной новизны и практической ценности полученных научно-технических результатов, их достоверности и обоснованности, уровню апробации, опубликования и реализации считаем, что диссертация соответствует критериям Положения о присуждении ученых степеней, предъяв-

ляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор – Цыбина Мария Михайловна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.05 – Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления.

Отзыв рассмотрен и одобрен на расширенном заседании НТС кафедры электротехники «13» февраля 2018 г. протокол №5

Отзыв составил

заведующий кафедрой электротехники,  
председатель НТС Самарского университета  
по предварительной экспертизе диссертаций  
на соискание ученой степени по специальности  
05.13.05 – Элементы и устройства вычислительной  
техники и систем управления,  
д.т.н., профессор

 Гречишников В.М.

Докторская диссертация Гречишниковым В.М. защищена по специальности 05.13.05 - Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления

Сведения об организации:

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева»

443086, Российская Федерация, Самарская область, г. Самара, Московское шоссе, 34. Тел. (846) 335-18-26. Адрес электронной почты [ssau@ssau.ru](mailto:ssau@ssau.ru).

Веб-сайт <http://www.ssau.ru/>

Подпись Гречишникова Владимира Михайловича заверяю:

Подпись Гречишников В.М. достоверно.  
Начальник отдела сопровождения дел  
ученых советов Самарского университета  


