О Т З Ы В
официального оппонента на диссертацию
Моисеева Владимира Николаевича «Разработка и исследование датчиков аэрометрических параметров с повышенными точностными характеристиками», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.05 – Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления

1. Актуальность темы диссертации

Полеты большого класса летательных аппаратов проходят в пределах атмосферы и при их пилотировании в инструментальном и автоматическом режимах необходима информация о воздушных сигналах, определяющих аэродинамику и динамику движения относительно окружающей воздушной среды, безопасность полетов и эффективность решения полетных задач.

При создании бортовых систем измерения воздушных сигналов самолетов, вертолетов и других объектов авиационной техники широко используется аэрометрический метод, основанный на восприятии полного и статического давлений, скоростного напора и температуры набегающего воздушного потока, по которым в соответствии с известными зависимостями определяются барометрическая высота и истинная воздушная скорость, число Маха и приборная скорость, другие воздушные сигналы. Повышение точности восприятия указанных аэрометрических параметров в реальных условиях эксплуатации является важной для авиации задачей, что определяет актуальность темы рецензируемой диссертации.

2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

В рецензируемой диссертации проводится научное обоснование технических решений и разработок автономных и комбинированных приемников воздушных давлений набегающего воздушного потока с повышенной точностью восприятия аэрометрических параметров в расширенном диапазоне эксплуатации.

В первой главе на основании анализа известных разработок автономных и комбинированных приемников воздушных давлений систем воздушных сигналов самолетов и вертолетов обоснованы направления улучшения их точностных и эксплуатационных характеристик за счет уточнения математических моделей и выбора конструктивных параметров приемников.

Во второй главе путем сравнения результатов моделирования макетов приемника полного давления ППД и приемника воздушных давлений ПВД с использованием различных программных пакетов с экспериментальными данными продувок приемников в аэродинамической трубе ЦАГИ обоснован выбор модели турбулентности KOmega-SST, которая при моделировании в пакете OpenFOAM обеспечивает наилучшую сходимость расчетных и экспериментальных данных, минимальные случайные и систематические погрешности моделирования.

По результатам математического моделирования обоснован выбор регрессионной математической модели внутренней камеры приемника полного давления для последующего выбора дренажных отверстий с учетом допустимой погрешности и требуемого расхода для удаления влаги из камеры торможения; математической модели цилиндрического комбинированного приемника воздушных давлений с учетом допустимых погрешностей измерения высоты истинной воздушной скорости полета и заданных геометрических размеров приемника; математической модели комбинированного приемника (датчика) воздушных сигналов вертолета на основе двухстепенного карданового подвеса и крыльевых флюгеров, ориентирующих приемник по направлению набегающего воздушного потока. Показано, что разработанные математические модели приемников аэрометрической информации позволяют обоснованно проводить выбор конструктивных параметров приемников с последующими экспериментальными исследованиями разработанных вариантов.

В третьей главе на основе разработанных математических моделей проводится выбор конструктивных параметров автономных и

комбинированных приемников аэрометрических параметров, устанавливаемых на самолетах и вертолетах.

По результатам моделирования макета приемника полного давления выработаны рекомендации по выбору параметров входной части, диаметра дренажных отверстий и соотношения площадей дренажных отверстий и пневмоканала связи с камерой торможения приемника, обеспечивающего восприятие полного давления в диапазоне углов скоса потока $\pm 25^0$ с погрешностью, не превышающей $\pm$ 1,5% от скоростного напора.

По результатам моделирования выработаны рекомендации по выбору формы и конструктивных параметров воспринимающей части, места отбора, угла наклона, количества и диаметра отверстий статического давления.

По результатам моделирования выработаны рекомендации по выбору формы наружной поверхности воспринимающей части, места расположения отверстий для забора статического давления и угла расположения ориентирующих флюгеров датчика воздушных сигналов, устанавливаемого на фюзеляже вертолета в зоне вихревой колонны несущего винта.

Выработанные рекомендации направлены на повышение точности восприятия аэрометрических параметров в реальных условиях эксплуатации.

В четвертой главе раскрываются разработанные по результатам моделирования конструкции приемников аэрометрических параметров и уточненная методика их проектирования с использованием результатов моделирования конструкций с помощью разработанных математических моделей и обоснованного программного пакета.

3. Научная новизна и практическая ценность результатов исследования, их достоверность и обоснованность

Изучение материалов диссертации и опубликованных научных работ автора показывает, что в диссертационной работе получены следующие новые научные результаты:

1. Научно-обоснованный подход к моделированию автономных и комбинированных приемников аэрометрических параметров с использованием

модели турбулентности KOmegaSST и программного пакета OpenFOAM и экспериментальных исследований в аэродинамической трубе макетов приемников.

2. Построенные на основе предложенного подхода математические модели приемника полного давления и приемника воздушных давлений, устанавливаемых на самолетах, датчика воздушных сигналов на кардановом подвесе, устанавливаемого на фюзеляже вертолета в зоне действия вихревой колонны несущего винта.

3. Научно-обоснованные рекомендации по выбору конструктивных форм и конструктивных параметров приемника полного давления, приемника воздушных давлений и датчика воздушных сигналов с повышенной точностью восприятия аэрометрических параметров в реальных условиях эксплуатации.

4. Методика и результаты исследования влияния конструктивных параметров автономных и комбинированных аэрометрических приемников на их точностные и эксплуатационные характеристики на этапе проектирования.

Практическая ценность диссертационной работы определяется предложенными техническими и конструктивными решениями по повышению точностных характеристик приемника полного давления, приемника воздушных давлений и датчика воздушных сигналов, а также предложенной уточненной методикой их проектирования с этапом имитационного моделирования на основе разработанных математических моделей и рекомендованного программного пакета.

Достоверность и обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается согласованностью результатов моделирования и экспериментальных исследований макетов в аэродинамической трубе, опытом внедрения полученных результатов и рекомендаций на профильном предприятии отрасли.

4. Значимость для науки и практики результатов диссертации

В диссертации впервые изложены научно-обоснованные технические решения и разработки автономных и комбинированных приемников

аэрометрических параметров с повышенными точностными и эксплуатационными характеристиками, использование которых на самолетах и вертолетах позволяет повысить точность измерения воздушных сигналов, безопасность полетов и эффективность решения полетных задач, что имеет существенное значение для авиации.

5. Замечания по диссертационной работе

1. Словосочетание «Разработка и исследование» в названии диссертации означает процесс и его можно опустить.

2. Содержание диссертации перегружено таблицами и графиками с результатами моделирования, но не всегда приводится анализ и интерпретация полученных данных.

3. Не приводится оценка доверительной вероятности и доверительного интервала приведенных количественных оценок.

4. Приведенные на стр. 24 ссылки на литературу [93, 94] не соответствуют литературе [93, 94] на стр. 183 «Списка литературы».

5. Использованные на стр. 31 и стр. 156 слова «оптимальный» целесообразно заменить на «рациональный», ибо решаемые задачи являются многокритериальными.

Указанные замечания не оказывают влияния на научную новизну и практическую ценность диссертации.

6. Заключение по диссертации

Диссертация Моисеева В.Н. является целостной завершенной научно-квалификационной работой, в которой изложены научно-обоснованные технические решения и разработки приемников аэрометрических параметров систем воздушных сигналов самолетов и вертолетов с повышенными точностными характеристиками, что имеет существенное значение для авиации.

Основные научные и практические результаты диссертации широко апробированы на Международных и Всероссийских научно-технических и научно-практических конференциях и достаточно полно опубликованы в

научных публикациях автора, в том числе в 4 рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ. Новизна предложенных технических решений защищена 2 патентами РФ на полезные модели.

Содержание автореферата раскрывает существо и основные результаты диссертации.

Научные и практические результаты внедрены на специализированном предприятии отрасли и в учебном процессе профильного вуза.

Диссертация соответствует критериям «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК РФ, предъявляемых к кандидатским диссертациям, а ее автор, Моисеев Владимир Николаевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.05 – Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления».

Официальный оппонент:
Солдаткин Владимир Михайлович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Приборы и информационно-измерительные системы» Казанского национального исследовательского технического университета им. А.Н. Туполева-КАИ, заслуженный работник высшей школы РФ, заслуженный изобретатель Республики Татарстан.
420111, г. Казань, ул. К. Маркса, д. 10,
тел/факс: (843) 236-51-21,
e-mail: haibulova.piis@kstu-kai.ru

В.М. Солдаткин

12.01.2015.

Подпись Солдаткина В.М.
заверяю. Начальник управления
делами КНИТУ-КАИ