



МИНИСТЕРСТВО НА ОТБРАНАТА

ИНСТИТУТ ПО ОТБРАНА

София 1606, бул. „Тотлебен” № 34

Рег. № 3-1336 / 09.05 .2012 г.

Екз. № 2

ИНСТИТУТ ЗА КОСМИЧЕСКИ ИЗСЛЕДВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИИ - БАН
Вх. № <u>476</u> <u>10.05.2012</u>

ОТЗЫВ

оппонента, члена научного жюри д.т.н., проф. Христова Христо Иванова на диссертационную работу Владова Михаила **„Адаптивная телеметрическая система контроля двигателей летательных аппаратов”**, представленную на соискание образовательной и ученой степени „Доктора” по специальности **02.21.07 „Автоматизированные системы обработки и управления информации”**, **профессиональное направление 5.5. „Транспорт, навигация и авиация”**, **область 5. Технические науки.**

Актуальность темы. Диссертационная работа посвящена актуальной научно-технической задаче создания адаптивных телеметрических систем (АТС) контроля двигателей летательных аппаратов (ЛА). Суть заключается в разработке теоретических основ новых методов и средств АТС контроля двигателей ЛА, учитывающих структуру объекта контроля, а также причинно-следственные и логические связи между подсистемами объекта контроля, что используется для решения практических задач адаптации телеметрических систем и открывает дополнительные возможности для улучшения метрологических характеристик и повышения помехоустойчивости этих систем.

Таким образом, учитывая широкую распространенность и перспективность объекта исследования, важность проблемы устранения его недостатков, тему работы следует считать актуальной.

Целью работы является разработка научных основ и методов АТС контроля и испытаний турбореактивных двигателей, космических и ЛА различного назначения, разработка метода самообучения телеметрической системы и экспериментальные исследования, как и техническая реализация семейства адаптивных телеизмерительных систем контроля и испытаний турбореактивных двигателей, космических и ЛА различного назначения.

Для достижения цели автор решил следующие **задачи**:

1. выбор эффективных методов самообучения телеметрической системы в зависимости от условий возмущающих воздействий;
2. выбор эффективного метода сжатия данных телеметрической системы контроля и испытаний;
3. построение математических моделей сигналов от датчиков различных величин системы телеметрии ЛА для моделирования потока измерительной информации ЛА при построении АТС со сжатием данных;
4. разработка методики вычисления уровня механического напряжения в материале лопаток авиационных двигателей;
5. разработка методики вычисления коррекции дополнительной погрешности от амплитудно-частотной характеристики измерительного тракта, температуры, вибрации и частоты вращения телеметрической системы;
6. разработка структурно-функционального подхода построения архитектуры АТС контроля двигателей ЛА;
7. разработка принципов и методов формирования и автоматического ведения электронного формуляра в телеметрической аппаратуре;
8. разработка имитатора сигналов датчиков механического напряжения и температуры, для испытаний телеметрических систем при вращении до 50000 об/мин, с относительной погрешностью воспроизведения частоты и амплитуды напряжения переменного тока,

соответствующего значениям механического напряжения и температуры не более 0,2% - 0,3%;

9. разработка, изготовление и метрологическая аттестация стенда вращения, предназначенного для семейств средств контрольных измерителей (СКИ) „Агат” и других изделий в части механических воздействий при вращении до 50000 об/мин.;

10. разработка методика проверки АТС СКИ „Агат”;

11. разработка и создание производства семейства АТС контроля и испытаний турбореактивных двигателей, космических и ЛА различного назначения.

Концепция решения задачи адаптации телеметрических систем контроля двигателей ЛА заключается в самообучении телеметрической системы, в зависимости от условий возмущающих воздействий, на основе накопления базы данных об основной и дополнительной погрешности измерений, возникающей дополнительно к основной погрешности, вследствие отклонения какой-либо из влияющих величин от нормального ее значения и изменения характеристик входных сигналов, заключающихся в значительном сокращении избыточной измерительной информации – сжатия данных.

Методы исследований основаны на использовании теории вероятностей, теории информации, теории управления, дискретной математики, теории познания, математических и статистических методов, метода сравнений и аналогий, метода обобщений, метода натурального моделирования и метода экспертных оценок.

Формулировка и решение упомянутых задач представляется корректной, а полученные результаты апробированы в реальных конструкциях.

Достоверность полученных результатов обоснована применением известных математических методов, апробированных физических моделей и экспериментальной проверкой.

Научная новизна исследований заключается в разработке АТС контроля двигателей ЛА, основанной на самообучении телеметрической системы, в зависимости от условий возмущающих воздействий, на основе накопления базы данных об основной и дополнительной погрешности измерений и значительном сокращении избыточной измерительной информации – сжатия данных, и получении качественно новых результатов, позволяющих реализовать цифровые адаптивные телеметрические системы контроля и испытаний турбореактивных двигателей, космических и ЛА различного назначения и содержится в следующих конкретных результатах:

1. Разработан эффективный метод адаптации телеметрической системы контроля и испытаний, основанный на самообучении и сжатии данных;
2. Разработан эффективный метод самообучения телеметрической системы в зависимости от условий возмущающих воздействий внешней среды и условий эксплуатации;
3. Разработаны математические модели сигналов от датчиков различных величин системы телеметрии ЛА для моделирования потока измерительной информации ЛА, при построении АТС со сжатием данных;
4. Разработана и реализована, во всех поставляемых СКИ «Агат», методика вычисления уровня механического напряжения в материале лопаток авиационных двигателей (σ);
5. Разработана и реализована, во всех поставляемых СКИ „Агат”, методика коррекции дополнительной погрешности измерения уровня механического напряжения в материале лопаток авиационных двигателей от: амплитудно-частотной характеристики измерительного тракта, температуры, вибрации, изменения напряжения питания, времени непрерывной работы и частоты вращения телеметрической системы;
6. Разработаны принципы и методы формирования и автоматического ведения электронного формуляра и внедрены в

адаптивной телеметрической аппаратуре СКИ „Агат”;

7. Разработана и реализована, во всех поставляемых СКИ „Агат”, методика поверки АТС СКИ „Агат”;

8. Разработан и реализован структурно – функциональный подход построения архитектуры АТС контроля двигателей ЛА;

9. Разработана и производится АТС контроля, диагностики и испытаний „Агат” авиационных двигателей, космических и ЛА различного назначения.

Докторант в соавторстве участвовал в разработке серийно выпускаемых компанией „Comelpro” S.R.L. 8 типов семейств адаптивных телеметрических систем „АГАТ”: „АГАТ-1.1”, „АГАТ-Л”, „АГАТ-500С”, „АГАТ-АНТ”, „АГАТ-222”, „АГАТ-117”, „АГАТ-Л48”, „АГАТ-500” и „АГАТ” для космических аппаратов и ЛА различного назначения.

Применение АТС „Агат” значительно повышает точность и достоверность результатов испытаний, позволяет уменьшить объем статистической обработки результатов испытаний, ускорить процедуру летных испытаний и внедрить новые двигатели в серийное производство.

В частности, благодаря АТС АГАТ-АНТ выявлена причина наличия ложных срабатываний системы противопомпажной защиты, произведена корректировка программного обеспечения блоков управления и защиты двигателя ЭСУ-222. Адаптивные телеметрические системы „Агат-500С”, „АГАТ-500” и „Агат-117” применяются в стендовых испытаниях высокооборотных двигателей до 44000 об/мин..

Внедрение в промышленности. Список предприятий, конструкторских бюро и отраслевых институтов где проводились экспериментальные исследования и внедрены результаты диссертационной работы в стендовых и летных испытаниях авиационных двигателей впечатляющий - организации являются ведущими в отрасли предприятиями России, Молдовы и Украины: ФГУП ММПП “Салют”, г. Москва (2004-2011г.); НТЦ им А. Люльки ОАО

“Сатурн”, г. Москва (2005г.); Государственный центр испытаний средств измерения Центрального Аэрогидродинамического Института им. профессора Н. Е. Жуковского, г. Жуковск (2005-2006г.); Лыткаринский механический завод, г. Лыткарино (2006-2009г.); 32-ой Научно Исследовательский Испытательный Институт МО России, г. Мытищи (2005, 2008 и 2010 г.); ЛИИ им. М.М. Громова, г. Жуковск (2005-2006г.); ОАО НПП „Аэросила”, г. Ступино (2009-2011г.); КБ им А.С. Яковлева, г. Москва (2010г.); „Comelpro” SRL, г. Кишинев (2003-2011г.); ОАО „Климов”, г. Санкт-Петербург; ГНЦ РФ ЦИАМ им. „П. И. Баранова”, г. Москва; ОАО НПП „Мотор”, г. Уфа; АНТК „Антонов”, г. Киев; ГЛИЦ им. В. Чкалова, г. Ахтубинск.

Практическая ценность диссертационной работы заключается в разработанных и серийно выпускаемых на протяжении почти десятилетия АТС контроля и испытаний авиационных двигателей различного назначения на ведущих авиастроительных предприятиях России и Украины, в рекомендациях, высказанных в диссертационной работе, а также в регистрации и измерении давления, температуры, напряжений, потока, вибраций в узлах вентиляторов, камер сгорания, турбин и компрессоров на стендах разработки, двигателей ЛА, газотурбинных установок и в газотурбинных агрегатах, в частности:

1. В бесконтактном измерении крутящего момента и мощности на вращающихся и неподвижных валах машин и механизмов в ходе их испытаний или эксплуатации, где в основу измерения крутящего момента положен тензометрический принцип измерения, позволяющий добиться высоких метрологических характеристик;

2. В регистрации характеристик потока: угла потока, температуры и давления на двигателях при стендовых и полетных измерениях; датчики регистрации размещаются в двигателе или на испытательном стенде в любом месте вентилятора, компрессора, камеры сгорания, турбины или выхлопа;

3. В анализе горячих выхлопных газов; датчики регистрации устанавливаются на авиационном двигателе или на газовой турбине и работают при температурах выше 1300°C;

4. В создании тепловых карт авиационных двигателей, аэродинамических поверхностей роторов и статоров газовых турбин, а также в оценке расчетного срока службы лопастей газовых турбин с помощью оптических пирометров, диапазон измеряемой температуры - от 200 до 1800°C, где сканируется вся аэродинамическая поверхность, а не только отдельная точка.

5. В измерении радиального зазора лопаток компрессоров и турбин двигателей летательных аппаратов.

6. В измерении и индикации амплитуд напряжений изгиба несущего вала винта вертолета в штатном режиме эксплуатации.

Апробация результатов исследования. Основные положения диссертационной работы докладывались и обсуждались на 10-ти международных конференциях, семинарах и симпозиумах в Молдове, Болгарии, Германии, России и Украины.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения, списка литературы из 171 наименований, содержит 206 страниц основного текста, 110 рисунков, 28 таблиц и 70 формул. Содержание автореферата соответствует основным положениям диссертации. Диссертация и автореферат написаны технически грамотно, хорошо иллюстрированы. Число опубликованных работ по теме диссертации – 32, значительно превышает требуемый минимум.

Как оппонент оцениваю уровень научных исследований и полученных результатов в работе выше среднего для диссертации на соискание образовательной и ученой степени „Доктора”.

Критические замечания. На основе анализа диссертации можно сделать следующие замечания:

1. При описании и комментировании некоторых формул не введены ссылки на литературу, что частично затрудняет рецензирование материала;

2. В автореферат допущены некоторые ошибки при нумерации.

Отмеченные недостатки не снижают ценности и положительной оценки работы, являющейся законченным научным исследованием со значительным вкладом в приложных стендовых и летных испытаниях авиационных двигателей.

Заключение. Актуальность, научная новизна и практическая ценность работы несомненны, она содержит все необходимые компоненты, позволяющие квалифицировать ее законченной научно-исследовательской работой, соответствующей требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор Владов Михаил заслуживает присуждение образовательной и ученой степени „Доктора” по специальности 02.21.07 „Автоматизированные системы обработки и управления информации”, профессиональное направление 5.5. „Транспорт, навигация и авиация”, область 5. Технические науки.

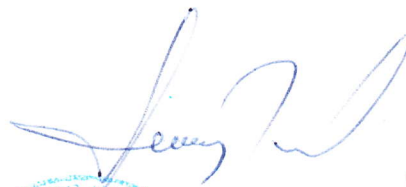
Доктор технических наук,
профессор, начальник отдела
„Вооружение и боеприпасы”,
Институт по обороне,
Министерство обороны



Христов Х.И.

09 Мая 2012, г. София

Подпись оппонента Христова Х.И.
заверяю –
Ученый секретарь Института по
обороне, Министерство обороны
доктор, доцент



Петров П.И.

09 Мая 2012, г. София



Екз. No 1

Отп. в 3 екз.

Екз. No 1 – Институт по обороне;

Екз. No 2 и No 3 – Институт космических исследований и технологий.