

## ОТЗЫВ

научного консультанта, главного конструктора АО «Камов» доктора технических наук Аникина Виктора Андреевича на диссертационную работу Прохорова Павла Дмитриевича на тему «Разработка двухканальной системы измерения положения лопастей вертолета», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальностям 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации», 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

Работа Прохорова Павла Дмитриевича посвящена разработке двухканальной системы измерения положения лопастей в реальном времени.

Сложность измерений связана с необходимостью оценки положения лопасти (в системе координат вертолета или размещенной на борту видеокамеры) с высокой точностью (СКО измерений не более 10 мм) на различных режимах работы винта (до 600 оборотов в мин.). В работе рассматриваются различные методы измерения и по результатам проведенного анализа сформирован облик двухканальной системы измерения положения лопастей вертолета. При этом в тензометрическом канале проводятся измерения деформаций лопасти, а в оптическом канале измерений реализуется оценка положения торца лопасти на изображениях, принимаемых установленной на борту вертолета видеокамерой.

Автором был предложен метод комплексирования информации, основанный на пересчете тензоизмерений деформаций, калибруемых видеоизмерениями, в перемещения торца лопасти вертолета в системе координат видеокамеры. Для реализации данного метода была разработана соответствующая модель пересчета и описана методика комплексирования получаемых данных.

Определена структура тензометрической системы измерений. Предложена передача измерений по радиоканалу, более надежная, чем

передача данных с помощью используемых в настоящее время скользящих контактов. Проведены эксперименты, показавшие устойчивость и повторяемость результатов измерений.


Рассмотрены особенности реализации оптической системы измерений, определен ее аппаратный состав. Также были проведены исследования по возможности использования двух и четырех видеокамер для увеличения количества измерений за один оборот лопасти. Предложен и разработан комплексный алгоритм обработки изображений, включающий в себя обнаружение лопасти на кадре, определение координат ее торца и идентификация. Разработаны методы улучшения условий наблюдения, что позволило повысить вероятность правильного обнаружения лопасти на изображениях.

Были проведены комплексные экспериментальные исследования программно-аппаратного комплекса двухканальной системы измерений, показавшие, что разработанная система измерений удовлетворяет поставленным требованиям.

В целом можно сделать вывод, что диссертационная работа Прохорова П.Д. представляется актуальной и соответствует специальностям 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации» и 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Научный консультант,  
главный конструктор АО «Камов»,  
д.т.н.

Подпись д.т.н., Аникина В.А. заверяю  
зам. генерального конструктора

  
Аникин В.А.

  
Пухов А.А.