

ОТЗЫВ

официального оппонента Соловьева Сергея Владимировича
на диссертационную работу Махалова Дмитрия Александровича
по теме: «Разработка комплекса моделей и методик автоматизированного
анализа телеметрической информации в реальном масштабе времени для
пилотируемых орбитальных станций с использованием специализированного
языка программирования»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 2.3.1 - «Системный анализ, управление и обработка
информации, статистика (технические науки)».

В настоящее время значительный вклад в развитие различных направлений использования космической техники вносятся цифровыми вычислительными системами и информационными технологиями. Рост производительности компьютерной техники позволяет применять новые и разнообразные алгоритмы анализа для обработки больших объемов информации в режиме реального времени, в том числе с использованием интеллектуальных процедур. Это особенно ценно в части автоматизации процедур анализа телеметрической информации (ТМИ). Объемы ТМИ, поступающих от орбитальных станций, транспортных пилотируемых кораблей и космических аппаратов (КА), специфика приема ее на различных наземных пунктах, обработка и анализ в режиме реального времени приводит к высокой сложности и трудоемкости всего процесса. Важной и ответственной задачей является увеличение полноты анализа ТМИ, повышения уровня автоматизации и оперативности работы в целом, что качественно влияет на надежность процесса управления полетом.

Целью диссертационной работы является создание моделей и методик автоматизированного анализа ТМИ КА, повышающих оперативность решения задачи определения состояния бортовых систем КА и автоматизации работы специалистов управления полетом в условиях реального времени, что обуславливает **актуальность темы диссертации.**

Отдел документационного
обеспечения МАИ

27. 11 2023

Обоснованность выводов по результатам проведенных исследований определяется глубокой проработкой автором материала на всех этапах исследований. Автором детально проанализированы существующая технология обработки и анализа ТМИ транспортных пилотируемых кораблей и орбитальных станций в процессе контроля состояния и реализации программы полета. В результате сделан вывод о необходимости создания языка описания алгоритмов ТМИ на основе современных, высокоуровневых и предметно-ориентированных языков программирования. Разработан специализированный язык анализа ТМИ с высокой степенью унификации и решена задача наглядного представления результатов обработки и анализа ТМИ на мнемосхемах, что способствует повышению оперативности реагирования специалиста управления полетом на отклонения в состоянии бортовых систем КА.

Автор разработал лингвистическую модель описания алгоритмов анализа ТМИ, сочетающую в себе базовые и специализированные алгоритмы и синтаксис языка, основанный на синтаксисе популярных языков C++ и Java. В результате автором сформирована полная грамматика языка анализа ТМИ.

Достоверность результатов оценки состояния КА, полученных с помощью комплекса моделей и методик автоматизированного анализа ТМИ в реальном масштабе времени, подтверждена правильность применяемых математических и информационно-логических основ анализа данных и закреплена практическими результатами.

В диссертации Махалова Д.А. получены следующие результаты, обладающие **научной новизной**:

1. Разработаны система показателей и критериев качества системы автоматизированного анализа ТМИ в реальном масштабе времени.
2. Формализована задача обработки и анализа ТМИ, разработана лингвистическая модель языка описания алгоритмов анализа ТМИ на базе предметно ориентированного языка программирования.

3. Разработана методика визуализации и анализа ТМИ с применением мнемосхем отображения результатов анализа ТМИ для формирования интерактивных динамических экранных форм в реальном времени.

4. Разработана методика автоматизированного анализа ТМИ содержащих медицинские показания космонавтов, с использованием методов искусственного интеллекта, адаптивная к индивидуальным особенностям космонавта и реализующая фильтрацию сбоев в режиме реального времени.

Теоретическая значимость полученных результатов исследований заключается в развитии методологии управления полетом КА на основе прикладных элементов теории формальных языков программирования и методик с элементами интеллектуального интеллекта.

Практическая значимость заключается в повышении оперативности и полноты решения задач анализа ТМИ, обеспечивающая снижения нагрузки на специалиста управления полетом.

Результаты диссертационной работы использованы в ходе эксплуатации российского сегмента международной космической станции, многоцелевого лабораторного модуля, КА дистанционного зондирования земли типа «Канопус», «Ресурс-П» и ракето-носителей типа «Союз».

Научная новизна, обоснованность и достоверность результатов, представленных в диссертации Махалова Д.А., подтверждена наличием 9 публикаций, в том числе 5 работ в рецензируемых журналах из Перечня ВАК РФ и докладов на 7 научно-технических конференциях.

Результаты диссертации использованы при написании научно-технического отчета по НИР и прошли апробацию на научном семинаре и научно-технических советах АО «ЦНИИмаш».

В качестве важного достоинства работы необходимо отметить, что в своей работе автор последовательно реализует системный подход к решаемой задаче, исследуя во взаимосвязи данные телеметрического контроля и качественные характеристики процесса управления, а именно, время проведения и достоверность анализа.

Несмотря на общую положительную оценку работы, по ней следует сделать следующие **замечания**:

1. В 1 главе анализ современного состояния вопроса основан на рассмотрении систем телеметрического обеспечения, используемых для управления полетом КА, находящихся в эксплуатации длительное время. Значительный интерес представляет построения подобных систем для более современных или разрабатываемых КА.

2. В 3 главе при проектировании мнемосхем определяющими факторами выбраны конфигурация и наличие необходимых телеметрических параметров, однако состояние некоторых бортовых систем КА также определяется режимом ее работы или фазой полета КА. Целесообразно в методике разработки мнемосхем это учесть, что создаст более объективную оценку состояния.

3. Для орбитальных станций характерно изменение конфигурации бортового оборудования и деградация характеристик аппаратуры в процессе эксплуатации, но в предложенных методиках анализа эта особенность не нашла отражение.

4. Сложная и многокомпонентная схема передачи медицинских показателей космонавта при осуществлении выхода подталкивает к реализации обработки непосредственно на борту орбитальной станции и передачи только результатов анализа. Однако автор не рассматривает такую возможность.

5. В работе не показана возможность применения предложенных решений для разрабатываемых и перспективных орбитальных станций и транспортных пилотируемых кораблей.

Указанные недочеты не снижают общий высокий уровень диссертационной работы и квалификацию исполнителя.

Заключение

Диссертация Махалова Д.А. является актуальной практически значимой и обладает существенной новизной.

В диссертации решена научно обоснованная техническая задача и изложены логичный комплекс моделей и методик автоматизировано анализа

ТМИ в режиме реального времени для систем телеметрического контроля космической техники, внедрение которых вносит существенное значение в развитие страны.

Диссертация Махалова Д.А. представляет собой законченное исследование, выполненное автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения. Автореферат и опубликованные статьи отражают основное содержание работы и соответствуют диссертации.

Диссертационная работа соответствует требованиям пп. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней (утв. Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. №842 с изменениями и дополнениями), а ее автор Махалов Дмитрий Александрович, заслуживает присуждения ему искомой ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1 – «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (технические науки)».

Ведущий конструктор

ПАО «РКК «Энергия»

доктор технических наук

тел. +7(916)703-92-50

email sergey.soloviev@scsc.ru


27.11.2023

Соловьев Сергей Владимирович

Личную подпись С.В. Соловьева

удостоверяю

Ученый секретарь

ПАО «РКК «Энергия»

доктор физико-математических наук



О.Н. Хатунцева

С отзывом ознакомлен
27.11.2023 