



ПУБЛИЧНОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
«РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКАЯ КОРПОРАЦИЯ  
«ЭНЕРГИЯ» ИМЕНИ С.П. КОРОЛЁВА»  
(ПАО «РКК «ЭНЕРГИЯ»)

Ленина ул., д. 4А, г. Королёв, МО, 141070  
Тел. +7 (495) 513-86-55, факс +7 (495) 513-86-20  
e-mail: post@rsce.ru; http://www.energia.ru  
ОКПО 07530238; ОГРН 1025002032538  
ИНН/КПП 5018033937/997450001

06.12.2023 № 282-9/562

На № 604-10-967 от 02.11.23

Московский авиационный институт  
Отдел Ученого и диссертационного  
советов

124993 г. Москва, Волоколамское шоссе д.4

### ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Махалова Дмитрия Александровича на тему «Разработка комплекса моделей и методик автоматизированного анализа телеметрической информации в реальном масштабе времени для пилотируемых орбитальных станций с использованием специализированного языка программирования», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (технические науки).

#### Актуальность работы

Телеметрическое обеспечение управления полётами космических аппаратов (КА) является одной из основных функциональных составляющих процесса управления КА. Качество и форма представления информации о состоянии контролируемого объекта существенно влияет на надёжность и эффективность управления КА.

Создание новых группировок космических аппаратов, начинающаяся разработка Российской орбитальной станции (РОС) и Центра управления полётами РОС предъявляют повышенные требования к разработке технических и программных средств обеспечения эксплуатации и управления КА.

Возрастающие объёмы информации, получаемые с КА, ограниченное время на принятие решения по результатам анализа контролируемых систем изделия, требуют совершенствования подходов к решению задач достоверного и всеобъемлющего анализа ТМИ КА в реальном времени.

Отдел документационного  
обеспечения МАИ

«18» 12 2023

Реализации этих задач не возможна без использования современного подхода к разработке программного обеспечения обработки и анализа информационных потоков, получаемых с КА.

Для обеспечения управления КА важно, чтобы конечный результат обработки соответствовал 2-м критериям:

- достоверность результатов обработки;
- наличие качественных и информативных интерфейсов представления информации, обеспечивающих эффективность работы операторов, занятых в управлении контролируемого объекта.

Во многом представленная работа соискателя направлена на решение этих задач. В работе получены следующие новые научные результаты:

1. Разработана модель описания задач обработки телеметрической информации, лингвистическая модель языка описания алгоритмов анализа ТМИ (язык анализа ТМИ), отличающаяся от существующих возможностью в наглядной форме на высокоуровневом предметно-ориентированном языке описывать алгоритмы анализа ТМИ;

2. Разработана методика отображения телеметрической информации с применением мнемосхем визуализации результатов анализа ТМИ, отличающаяся использованием исходных данных на языке анализа ТМИ;

3. Разработана методика автоматизированного анализа телеметрической информации, содержащей медицинские показания космонавтов, с использованием методов искусственного интеллекта;

4. Сформирована система критериев и показателей, характеризующих эффективность выполнения анализа ТМИ КА в реальном времени, разработан новый частный показатель качества языка программирования, степень унификации языка программирования.

Теоретическая значимость работы связана с развитием теории формальных языков программирования и методов искусственного интеллекта применительно к задачам анализа ТМИ в реальном времени.

Практическая значимость диссертационной работы заключается в следующем:

- повышение оперативности, полноты охвата контролем и достоверности проведения анализа состояния бортовых систем КА;

– сокращение времени и трудоёмкости подготовки средств информационно-телеметрического обеспечения к работе с новыми КА в части подготовки исходных данных на обработку, анализ и отображение ТМИ КА;

– применимость полученных результатов для решения практических задач обработки и анализа ТМИ современных автоматических и пилотируемых КА, орбитальных станций и средств их выведения на существующих информационно-телеметрических комплексах.

Обоснованность и достоверность результатов обеспечивается использованием методов исследований, не противоречащих основным положениям системного анализа и исследования операций, корректным использованием методов теории информации.

Апробация работы.

Материалы диссертационной работы были рассмотрены на семинаре МАИ, научно-техническом совете АО «ЦНИИмаш» и российских конференциях.

Результаты диссертационной работы достаточно полно опубликованы в 10 научных трудах, включая 6 статей в рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень ВАК.

Автореферат оформлен в соответствии с существующими требованиями.

В качестве замечания необходимо отметить, что в названии работы заявлена разработка языка анализа ТМИ для пилотируемых орбитальных станций, хотя примеры применения разработанного языка анализа ТМИ и методики подготовки мнемосхем приводятся в основном для автоматических космических аппаратов и ракет-носителей. Было бы целесообразно уделить больше внимания телеметрическому обеспечению пилотируемых орбитальных станций на примере орбитального комплекса «Мир» и российского сегмента МКС, более подробно рассмотреть их особенности.

В диссертации приведены примеры использования искусственного интеллекта (нейросетевых алгоритмов), для решения 2-х конкретных задач анализа. Следует отметить, что недостаточно раскрыты перспективы и возможности использования нейросетевых алгоритмов для решения более

сложных задач, связанных с анализом состояния систем КА в течение всего времени эксплуатации, а так же использования в оценке типовых алгоритмов управления КА.

Указанные замечания не снижают научной ценности диссертационной работы и полученных в ней результатов.

Все вышеуказанное свидетельствует о том, что диссертационная работа выполнена на высоком научном уровне, а полученные в ней результаты представляют практический интерес.

#### Вывод

Рассмотренная диссертационная работа удовлетворяет всем требованиям ВАК, в том числе, п. 9 Положения о присуждении учёных степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор Махалов Дмитрий Александрович заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1. «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (технические науки)».

Заместитель генерального  
конструктора по проектированию и  
разработке, руководитель ГКБ

Самитов  
Рашит Махмутович

Эл. почта (rashit.samitov@rsce.ru)  
Тел. 8(495) 513-60-67

Кандидат физико-математических  
наук

Месяц  
Алексей Игоревич

(aleksey.mesyats@rsce.ru)  
Тел.8(495)513-69-18

Подписи Самитова Р.М. и Месяца А.И. заверяю

Ученый секретарь  
ПАО «РКК «Энергия»,  
доктор физико-математических  
наук



Хатунцева  
Ольга Николаевна