



Минобрнауки России
Федеральное государственное учреждение
«Федеральный исследовательский центр
Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша
Российской академии наук»
(ИПМ им. М.В. Келдыша РАН)

125047, Москва, Миусская пл., 4 Тел. 8 (499) 220-72-33 Факс 8 (499) 972-07-37
<http://keldysh.ru> e-mail: office@keldysh.ru
ОКПО 02699381 ОГРН 1037739115787 ИНН/КПП 7710063939/771001001

09.09.2025 № 11103- 9422/725

На № _____

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Ткаченко Ивана Сергеевича «Цифровизация процессов создания многоспутниковых систем мониторинга на базе малых космических аппаратов», представленной на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 2.3.1. - «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (технические науки)».

Существующий в настоящее время научно-технический задел в области проектирования и конструирования космической техники позволяет создавать малые космические аппараты (МКА) с аппаратурой наблюдения высокого разрешения, осуществлять одновременный запуск большого числа аппаратов. При этом одним из основных инструментов масштабирования системы наблюдения, ускорения процессов её проектирования, создания и модернизации, поддержания работоспособности, а также воспроизводимости характеристик аппаратов, является цифровизация процессов на всех этапах жизненного цикла (ЖЦ) многоспутниковой космической системы мониторинга (МКСМ).

Таким образом, представленная работа Ткаченко Ивана Сергеевича, направленная на всесторонний анализ и обобщение на системном уровне подходов к цифровизации процессов создания объекта нового типа – многоспутниковой космической системы мониторинга на базе малых космических аппаратов является несомненно актуальной.

ОТДЕЛ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ
И КОНТРОЛЯ ИСПОЛНЕНИЯ
ДОКУМЕНТОВ МАИ

09.09.2025

Целью диссертационной работы является сокращение сроков создания многоспутниковых космических систем мониторинга путём систематизации имеющихся и выработки новых научно-методологических практико-ориентированных подходов к цифровизации всех этапов жизненного цикла подобных систем.

В ходе выполнения работы получен ряд новых результатов и решены следующие задачи:

- сформирована структура жизненного типа МКСМ как нового типа объекта исследования;
- разработаны структурная модель и принципы организации цифровой производственной системы, обеспечивающей серийное производство МКА для МКСМ;
- определены направления и инструменты цифровизации экспериментальной отработки МКА, функционирующих в составе МКСМ;
- разработана архитектура информационного компонента наземной инфраструктуры для управления МКСМ;
- разработано программное мобильное приложение для доступа к информации ДЗЗ как один из сервисов (веб-интерфейс) технологии распространения материалов космической съёмки.

Научная новизна работы определяется предложенной новой моделью жизненного цикла МКСМ, новым подходом к формализации требований к космической системе, новыми концептуальной, структурной и процессной моделями «цифрового завода» серийного производства МКА, архитектурой информационного компонента наземной инфраструктуры для управления МКСМ, новой технологией распространения материалов космической съёмки с использованием облачных технологий хранения информации.

Практическая значимость работы состоит в разработке и апробации новых проектно-конструкторских, технических, технологических, программных и управленческих решений, направленных на цифровизацию процесса создания МКСМ на базе МКА на всех этапах жизненного цикла.

Достоверность результатов, представленных соискателем, подтверждается результатами натурных и вычислительных экспериментов, а также апробацией основных положений работы в печатных трудах и докладах на российских и международных конференциях. Кроме того, основные теоретические положения работы подтверждены успешной практической реализацией при внедрении результатов исследования в проекты по созданию МКА серии «АИСТ».

По материалам автореферата можно сделать следующие замечания:

1. Предложенный автором подход к восстановлению работоспособности МКСМ, заключающийся, например, в создании и запуске на орбиту нового МКА является слишком затратным.

2. Предложенная структура жизненного цикла многоспутниковой космической системы не содержит этапов, характерных для любой космической техники, например, таких как выведение на орбиту, перевод МКА на рабочую орбиту, поддержание ее параметров.

3. Отсутствует анализ такого важного момента существования МКСМ, как уклонение от возможного столкновения МКА с космическим мусором.

Перечисленные замечания носят не принципиальный характер и не влияют на общую положительную оценку работы. Сама диссертационная работа имеет законченный характер, направлена на решение важной проблемы ускоренного создания многоспутниковых космических систем мониторинга Земли, имеющей особую актуальность для ракетно-космической отрасли Российской Федерации. Работа удовлетворяет требованиям ВАК п. 9 "Положения о присуждении ученых степеней", а ее автор, Ткаченко Иван Сергеевич, достоин присуждения ему учёной степени доктора технических наук по специальности 2.3.1 - «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (технические науки)».

Главный научный сотрудник,
доктор ф.-м. наук

 Баранов Андрей Анатольевич

Подпись Баранова Андрея Анатольевича заверяю

Ученый секретарь ИПМ им. Келдыша РАН,
к.ф.-м.н.



А.А. Давыдов