



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«Федеральный исследовательский центр
«Красноярский научный центр
Сибирского отделения
Российской академии наук»
(КНЦ СО РАН, ФИЦ КНЦ СО РАН)

Академгородок, 50,
г. Красноярск, 660036, Россия
тел.: +7 (391)243-45-12, факс: +7 (391)290-53-78
e-mail: fic@ksc.krasn.ru, <http://ksc.krasn.ru>
ОКПО 05239177, ОГРН 1022402133698
ИНН/КПП 2463002263/246301001

125993, г. Москва,
Волоколамское шоссе, д. 4,
МАИ, отдел Ученого и
диссертационных советов

от 03.09.2025 № 01/439
на от

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Ткаченко Иван Сергеевича,
представленной на соискание учёной степени доктора технических наук
по теме «Цифровизация процессов создания многоспутниковых систем
мониторинга на базе малых космических аппаратов»

Актуальность

В настоящее время наблюдается тенденция создания малых космических аппаратов (МКА) мониторинга поверхности Земли, что связано с увеличением количества и повышением качества целевых задач, возложенных на орбитальные группировки космических аппаратов, а также ростом количества потребителей результатов выполнения этих задач. При создании орбитальных группировок МКА мониторинга стремятся приблизиться по линейному разрешению на местности к показателям больших уникальных и дорогостоящих КА путём совершенствования конструктивно-элементной базы МКА в сочетании с использованием относительно низких орбит, а по показателям производительности съёмки, периодичности наблюдения и оперативности доставки информации на Землю превзойти многократно аналогичные показатели орбитальных группировок больших и дорогостоящих КА мониторинга за счёт увеличения количества более дешёвых МКА и выбором комбинированных структур орбитальной группировки.

Создание орбитальных группировок МКА с повышенными требованиями по целевым показателям невозможно без разработки специальных методов их проектирования, в основе которых лежит цифровизация их разработки, экспериментальной отработки, серийного производства и эксплуатации МКА.

Исследования по данным направлениям проводятся как у нас в стране, так и за рубежом, однако в полной мере проблема не решена применительно ко всем этапам жизненного цикла сложных технических и организационно-технических систем и требует дополнительных исследований.

ОТДЕЛ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ
И КОНТРОЛЯ ИСПОЛНЕНИЯ
ДОКУМЕНТОВ МАИ

«15» 09 2025 г.

Целью исследования является разработка методологии создания многоспутниковых систем мониторинга на базе МКА, охватывающей основные этапы жизненного цикла этих систем, за счёт систематизации имеющихся и выработки новых научно-методологических практико-ориентированных подходов к цифровизации всех этапов жизненного цикла подобных систем и, как следствие, приводящих к сокращению сроков их создания и развёртывания.

Для достижения поставленной цели решены основные научно-технические задачи, представленные в автореферате, **научная новизна** которых заключается в следующем:

1) на основе протолётного подхода сформирована модель жизненного цикла ЖЦ многоспутниковой космической системы мониторинга (МКСМ), включающая самостоятельный этап обслуживания и ремонта, который в контексте МКСМ предложено рассматривать как создание и запуск на орбиту нового МКА или вывод из резерва взамен прекратившего активное функционирование;

2) предложен новый подход к формализации требований к МКСМ исходя из целевых задач с учётом современных тенденций и требований мирового рынка геоинформационных продуктов и услуг, рынка космического аппаратостроения, а также с учётом современных приёмов реализации инновационных технических проектов;

3) впервые сформированы концептуальная, структурная и процессная модели «цифрового завода» серийного производства МКА на принципах киберфизической системы с обоснованием выбора матричного типа производственной системы;

4) предложена обобщённая схема цифровизации экспериментальной отработки МКА в составе МКСМ, базирующаяся на применении цифровых инструментов для оптимизации объёмов испытаний;

5) предложена архитектура информационного компонента наземной инфраструктуры для управления МКСМ, предполагающая цифровизацию процессов хранения и обработки телеметрической информации для последующего принятия решения на её основе по управлению МКА группировки;

6) предложена новая технология распространения материалов космической съёмки с использованием облачных технологий хранения информации, ключевым элементом комплекса взаимодействия оператора и потребителей которой является веб-интерфейс и блок онлайн-обработки данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ);

7) сформирована оригинальная система критериев и методика оценки эффективности средств увода с орбиты МКА из состава МКСМ, базирующаяся на методах интегральной относительной оценки и уверенных суждений.

Замечания

1. Из текста реферата не понятно, какие именно методические подходы положены в основу формирования проектного облика и синтезу параметров МКА мониторинга Земли на базе универсальных платформ с помощью разработанного специализированного программного обеспечения (ПО). (стр. 12 автореферата, первый абзац).

2. Из текста реферата не понятно, что такое тепловые карты периодичности моделируемых вариантов МКСМ (подписи к рис. 5 и 6 автореферата).

3. Из текста реферата не понятно, что принято за показатель эффективности функционирования системы для оценки влияния выхода из строя спутников (стр. 15 автореферата, последний абзац и подпись к рис. 7 автореферата).

Указанные замечания скорее связаны с ограниченностью объёма автореферата, не носят принципиального характера, не снижают ценности проведенных исследований и в целом не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы.

Заключение

Анализ материалов, представленных в автореферате Ткаченко И.С. позволяет сделать заключение.

В результате исследования решена крупная научно-техническая проблема, имеющая большое научное и практическое значение, вносящая значимый вклад в развитие актуального научного направления, связанного с разработкой методологии создания многоспутниковых систем мониторинга на базе малых космических аппаратов, охватывающей основные этапы жизненного цикла этих систем, за счёт систематизации имеющихся и выработки новых научно-методологических практико-ориентированных подходов к цифровизации всех этапов жизненного цикла подобных систем и, как следствие, приводящих к сокращению сроков их создания и развертывания.

Диссертационная работа представляет законченную научно-квалификационную работу, выполненную на высоком научно-техническом уровне, отвечает требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям на соискание ученой степени доктора технических наук, а диссертант Ткаченко Иван Сергеевич заслуживает присуждения ему ученой степени доктора технических наук по специальности 2.3.1 - «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (технические науки)».

Директор Института космических технологий
ФИЦ КНЦ СО РАН

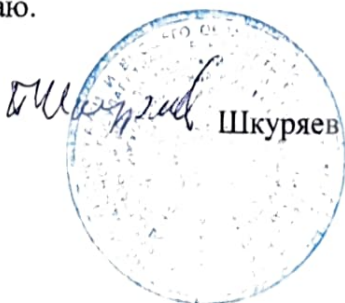
д.т.н, профессор, академик РАН



Тестов Н. А.

Подпись Тестова Н. А. подтверждаю.

Главный ученый секретарь
ФИЦ КНЦ СО РАН



Шкуряев П. Г.