

УДК 629.7.01

Технический ресурс многоспутниковой орбитальной группировки дистанционного зондирования Земли

Коваленко Сергей Игоревич

Kovalenko.SI@spacecorp.ru

Потюпкин Александр Юрьевич

АО «Российские космические системы», Москва, Россия

Аннотация. Проведен анализ тенденций развития космической инфраструктуры Российской Федерации, направленных на формирование многоспутниковых орбитальных группировок, в частности дистанционного зондирования Земли. Рассмотрены межгосударственные стандарты, методические материалы по эксплуатации космических аппаратов. Сформулирована проблема отсутствия методик эксплуатации многоспутниковых орбитальных группировок. Рассмотрен процесс эксплуатации с позиции поддержания технического ресурса. Проведен анализ понятия технического ресурса космического аппарата, закрепленного государственным отраслевым стандартом. Введено понятие технического ресурса многоспутниковой орбитальной группировки. Представлены составляющие технического ресурса многоспутниковой орбитальной группировки.

Ключевые слова: космический аппарат, орбитальная группировка, эксплуатация, технический ресурс, выходной эффект

Введение. К началу 2026 г. численность российской группировки составляет по разным данным порядка 300 космических аппаратов (КА). В состав группировки входят аппараты, выполняющие различные целевые задачи, в частности задачи спутниковой навигации (ГЛОНАСС), связи («Ямал», «Экспресс»), дистанционного зондирования Земли («Арктика», «Ресурс») и пр. Тенденции развития ракетно-космической инфраструктуры в Российской Федерации и, в частности, утвержденный в 2025 г. Национальный проект «Космос», ставят задачи по разработке методологии по эксплуатации многоспутниковых орбитальных группировок (МОГ). Многоспутниковые системы создаются для реализации выходного эффекта, характеризующегося общесистемными показателями, таких как глобальность, массовость, непрерывность, оперативность и качество выполнения целевого предназначения. В частности, для систем ДЗЗ — периодичность наблюдения, информативность, обзорность, вероятность получения информации с требуемым качеством [1]. По опубликованным данным в рамках одного из Федеральных проектов «Спутниковая связь и наблюдение за Землей» Национального проекта «Космос» за десять лет планируется запустить 1118 космических аппаратов (КА) дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), связи и ретрансляции. Такая многочисленная МОГ ДЗЗ требует определения базовых принципов эксплуатации.

Эксплуатация МОГ — это функционирование системы на орбите, а также устранение неполадок и ремонт (в случае многоспутниковой КС под ремон-

том целесообразно понимать восполнение ее путем замены вышедших из строя спутников новыми) [2]. Исходя из определения, понятие «эксплуатации» — широкое и многогранное, и требует рассмотрения с разных сторон. Одним из ключевых метрических понятий, относительно которого будет проводится анализ методологии эксплуатации МОГ, является технический ресурс МОГ.

На данный момент в государственные отраслевые стандарты введено понятие технического ресурса космического аппарата — это срок активного существования КА, при котором необратимое снижение выходного эффекта достигается из-за перехода в предельное состояние из-за наступления деградационных (ресурсных) отказов [3], но при этом общепринятого понятия технического ресурса МОГ не существует и не закреплено в межгосударственных стандартах или отраслевых нормативах.

Целью исследования является введение понятия технический ресурс МОГ и составляющих технического ресурса МОГ.

Методы и материалы; результаты. Был проведен анализ материалов Национального проекта «Космос», текущего состояния развития космической инфраструктуры Российской Федерации, а также анализ государственных отраслевых стандартов с целью введения понятия технического ресурса МОГ.

В результате сформулировано определение технического ресурса МОГ и представлены составляющие технического ресурса. Технический ресурс многоспутниковой орбитальной группировки — это интегральная способность многоагентной технической системы реализовывать выходной эффект с требуемым уровнем качества на заданном интервале времени. Составляющие технического ресурса: управление орбитальной структурой и баллистическим ресурсом МОГ, планирование и распределение целевого ресурса МОГ, мониторинг и управление ресурсом бортовых комплексов КА из состава МОГ с учетом взаимодействия в составе системы, управление пропускным и вычислительным ресурсом наземного сегмента, формирование и управление орбитальным резервом МОГ.

Заключение. Таким образом, было введено понятие технического ресурса МОГ и составляющих технического ресурса МОГ, что позволит составить параметрическую модель МОГ ДЗЗ с целью разработки методики эксплуатации перспективных МОГ, планируемых к реализации в рамках Национального проекта «Космос».

Список источников

- [1] Потюпкин А.Ю., Пантелеймонов И.Н., Тимофеев Ю.А., Волков С.А. Управление многоспутниковыми орбитальными группировками. *Ракетно-космическое приборостроение и информационные системы*, 2020, т. 7, № 3, с. 61–70. <https://doi.org/10.30894/issn2409-0239.2020.7.3.61.70>

-
- [2] Ткаченко И.С. Анализ ключевых технологий создания многоспутниковых орбитальных группировок малых космических аппаратов. *Онтология проектирования*, 2021, т. 11, № 4 (42), с. 478–499.
<https://doi.org/10.18287/2223-9537-2021-11-4-478-499>
- [3] ГОСТ Р 56526–2015. *Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Требования надежности и безопасности космических систем, комплексов и автоматических космических аппаратов единичного (мелкосерийного) изготовления с длительными сроками активного существования*. Москва, Стандартинформ, 2015.