

УДК 621.398

Ключевые направления совершенствования системы информационно-телеметрического обеспечения разгонных блоков

Тимошинин Сергей Николаевич^(*)

Timoshinin_SN@orkkniikp.ru

Рогачев Дмитрий Сергеевич

Rogachev_DS@orkkniikp.ru

АО «Научно-исследовательский институт космического приборостроения», Москва, Россия

Аннотация. Доклад посвящен решению актуальной проблемы обеспечения наблюдаемости за состояниями разгонных блоков (РБ) в ходе выполнения космических миссий. Рассматриваются существующие системы телеметрии, и предлагается комплексный подход к совершенствованию информационно-телеметрического обеспечения (ИТО). Реализация предлагаемых мер позволит перейти от пассивного контроля к активному управлению состоянием РБ, значительно повысив надежность и безопасность космических запусков, снизить риски потери аппаратов и заложить основу для будущих автономных систем.

Ключевые слова: телеметрия, информационно-телеметрическое обеспечение, разгонный блок, наблюдаемость

Введение. Возрастающая сложность миссий. Кластерные запуски. Современные разгонные блоки (РБ) выполняют длительные и сложные маневры (многоимпульсные схемы, полеты к высоким орбитам), что увеличивает количество потенциально опасных состояний. Существующие системы телеметрии не обеспечивают полной наблюдаемости за состоянием РБ на всех этапах его полета, особенно в нештатных ситуациях. Современные подходы к информационно-телеметрическому обеспечению позволяют перейти от пассивного сбора данных к активной, интеллектуальной и адаптивной системе, которая обеспечивает прогнозирование и анализ всех возможных состояний РБ, включая аномальные [1, 2].

Методы и материалы; результаты. Анализ работы систем ИТО во время возникновения аномальных состояний РБ позволил выделить следующие проблемные направления:

1. Наличие «слепых зон» в наблюдении за разгонными блоками.
2. Ограниченный объем передаваемых данных из-за лимитов по скорости передачи, пропускной способности радиоканала и энергопотреблению.
3. Уязвимость радиоканала для помех, кибератак, перехвата или глушения информации.

Ключевые направления совершенствования информационно-телеметрического обеспечения:

1. Создание комплексной системы наблюдаемости, обеспечивающей непрерывный мониторинг, прогнозирование и анализ всех возможных состояний РБ на протяжении всего жизненного цикла миссии [2, 3].

2. Расширение номенклатуры и частоты опроса контролируемых параметров. Динамическое изменение состава и частоты передаваемых параметров в зависимости от этапа полета и текущего состояния систем.

3. Внедрение интеллектуальной (адаптивной) телеметрии. Совершенствование алгоритмов обработки и анализа данных. Применение методов машинного обучения и искусственного интеллекта. Обнаружение аномалий: Автоматическое выявление скрытых паттернов, предшествующих сбою. Прогноз технического состояния. Предсказание остаточного ресурса систем (например, двигательной установки, аккумуляторов).

4. Развитие бортовых систем сбора и предобработки данных.

5. Совершенствование наземной и спутниковой инфраструктуры приема и обработки информации. Использование спутниковых систем ретрансляции данных (например, Луч): Обеспечение глобального и непрерывного покрытия, ликвидация «слепых зон». Переход на лазерные системы связи. Стандартизация.

6. Разработка и внедрение цифровых двойников РБ.

7. Реализация концепции «последнего вздоха». Система ИТО должна «умирать» последней, обеспечив гарантированную передачу информации в случае аварийного завершения миссии.

Заключение. Обеспечение полной наблюдаемости за РБ достижимо путем создания интегрированной, интеллектуальной и адаптивной системы ИТО, объединяющей передовые бортовые вычисления, глобальную связь, цифровые двойники и методы искусственного интеллекта. Реализация предложенных направлений совершенствования системы ИТО РБ повысит надежность и безопасность космических запусков, а также сократит время на анализ нештатных ситуаций, установление их причин [4].

Список источников

- [1] Ларин В.К. *Информационные системы для управления космическими аппаратами*. Москва, МФТИ, 2020, 260 с.
- [2] Потюпкин А.Ю., Макаренко Д.М. *Системный подход в решении проблем информационного обеспечения управления космическими системами*. Москва, Ваш формат, 2021, 452 с.
- [3] Васильев В.В., Галаев С.А., Лесниченко Р.И., Мезенцев А.В., Потюпкин А.Ю., Рудаев С.А. *Методологические основы испытаний сложных технических комплексов*. Москва, Военная академия Ракетных войск стратегического назначения имени Петра Великого, 2012, 245 с.
- [4] Мамедов Т.Т., Климов Д.И., Губайдуллин И.Р. *Бортовые телеметрические системы*. Москва, Типография «Ваш формат», 2022, 224 с.