

**РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИЙ КОНСТРУИРОВАНИЯ МАЛЫХ СПУТНИКОВ
ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ И МЕТОДОВ ИХ УПРАВЛЕНИЯ,
ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ЦЕЛЕВОГО
ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ**

С. Л. Сафронов, И. С. Ткаченко, С. С. Волгин

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева
E-mail: saf_kos@mail.ru

В связи с усложнением задач, решаемых малыми космическими аппаратами (МКА), и увеличением требуемых сроков их активного существования, возникают проблемы обеспечения надежности безотказной работы аппаратуры в частности и всего изделия в целом. Для решения указанных проблем требуется развитие технологий проектирования, конструирования и управления.

Развитие технологий проектирования и конструирования возможно по различным направлениям. В основе одного из направлений лежит принцип комплексирования, который заключается в объединении элементов (конструктивных, электротехнических) в систему для получения более высоких (чем у отдельных элементов) показателей производительности и надёжности. В рамках данного направления в работе созданы модели разных технических аспектов, каждая из которых содержит параметры всех участвующих составных частей спутника: модель силового нагружения, теплового баланса, технологической схемы и монтажа, целевого функционала и модели формирования и выполнения проектно-конструкторских требований.

Разработаны и развиваются алгоритмы функционирования бортовых систем, параллельно работающие в автоматизированном режиме на создаваемом имитационном комплексе. Например, силовая модель спутника содержит не только параметры всех корпусов приборов и кабельной сети, но и учитывает теплофизические процессы и динамику движения подвижных частей на всех этапах жизненного цикла (в том числе при выполнении целевых маневров съёмки), является частью технологической и функциональной модели. При этом, практически каждый прибор становится элементом, без которого невозможно выполнение требований ни по одному из вышеуказанных аспектов.

Внедрение разрабатываемых методов позволяет снизить массу конструкции МКА на 11...23 % (в зависимости от бортового состава) за счет комплексирования бортовой аппаратуры в конструктивно-силовую схему МКА, повысить точность определения плановых координат объектов (за счет стабильности мест установки чувствительных элементов системы управления движением не хуже 5"), снизить энергопотребление системы электропитания (на 14...19 %), системы терморегулирования (на 50...70 %) и системы управления движением (на 10...12 %). При этом, надежность выполнения целевой задачи зондирования также повышается за счет оптимизации температурных условий работы модулей бортовой обеспечивающей и оптико-электронной целевой аппаратуры, что подтверждено моделированием.

Создание бортового программного обеспечения по комплексированию функций приборов и систем позволяет повысить живучесть и продлить срок активного существования МКА путем перераспределения функций между исправными приборами и реализации новой логики работы:

- передача функций решателя из процессора бортового комплекса управления (БКУ) элементам управления служебными системами – при отказе БКУ;
- использование канала целевой информации для передачи в наземный комплекс управления служебной информации – при отказе канала командной радиолинии «борт-Земля»;
- определение ориентации с использованием значений токов с панелей солнечных батарей – при отказе солнечного датчика;
- использование энергетических возможностей двигательной установки малой тяги для перевода МКА на рабочую орбиту – при отказе маршевой двигательной установки;
- и др.

При любом из возможных случаев перераспределения функций, эффективность работы прибора, получившего дополнительную функцию, либо другой системы, находящегося в одном

информационном контуре с данным прибором, падает, однако выполнение целевой задачи продолжается.

В работе также рассмотрено другое направление, связанное с повышением живучести МКА.

Опыт показывает, что в процессе эксплуатации на борту МКА возникают разнообразные нештатные ситуации. Для их устранения необходимо предусматривать комплекс специальных систем и мероприятий, которые в совокупности образуют систему управления живучестью МКА. В свою очередь обеспечение живучести связывается с повышением надежности работы систем.

Регулярно проводимый анализ работоспособности бортовой аппаратуры (БА) МКА «АИСТ» позволяет проводить уточнение и дополнение методик выхода из аномальных ситуаций (АС), созданных разработчиком БА. Примером такого уточнения является доработанный алгоритм действий оператора НКУ при возникновении отказа модуля работы с цифровыми телеметрическими датчиками, представленный на рисунке 1.

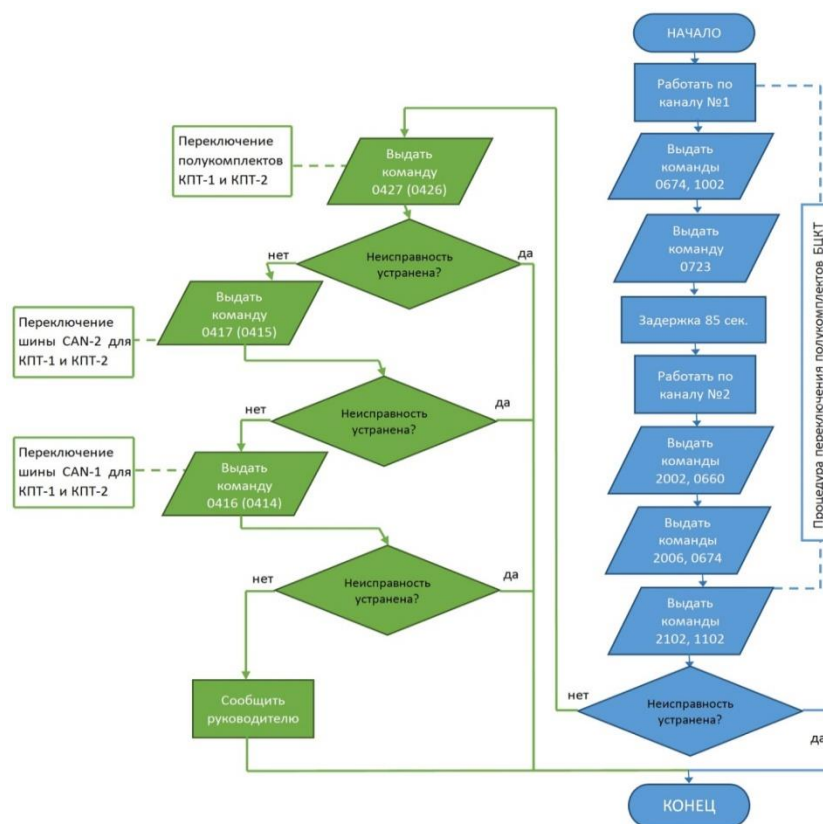


Рис. 1. Уточненный алгоритм парирования АС

В работе разработаны деревья отказов, уточнены штатные алгоритмы парирования АС, позволившие повысить срок активного существования работающих МКА, как одного из целевые показатели эффективности, а также составлены рекомендации по улучшению бортовой аппаратуры МКА «АИСТ-2Д».