

УДК 621.314.5

Моделирование функциональных режимов многоспутниковой орбитальной группировки

Потюпкин Александр Юрьевич^(*)

contact@spacecorp.ru

Тимофеев Юрий Александрович

contact@spacecorp.ru

Волков Сергей Александрович

contact@spacecorp.ru

АО «Российские космические системы», Москва, Россия

Аннотация. Рассматриваются вопросы моделирования функциональных режимов многоспутниковых группировок КА. Раскрывается содержание режимов, и проводится обоснование нового математического аппарата моделирования — теории радикалов. Группировки рассматриваются как избыточные системы, в которых сценарии поведения агентов являются средством реализации поведенческой активности системы. Приведенный подход целесообразно использовать при выборе групп КА для решения целевых задач и контроля их группового функционирования.

Ключевые слова: многоспутниковые группировки, избыточные системы, режимы, радикалы

Введение. Создание многоспутниковых орбитальных группировок (МОГ) является базовым трендом развития отечественной космонавтики. При этом под многоспутниковой орбитальной группировкой следует понимать динамическую многоагентную систему космических аппаратов (КА), обеспечивающую потребителя сервисами высокого уровня, основанными на групповом применении КА. Качество реализации отечественных проектов МОГ КА, рассматриваемых как гетерогенные динамические многоагентные системы, будет определяться наличием адекватной модели их функционирования.

Материалы и методы; результаты. Известна модель описания функционирования МОГ в виде последовательности следующих функциональных режимов [1].

1. Автономный режим.
2. Режим первоначального развертывания МОГ.
3. Дежурный режим.
4. Режим функционирования рабочей структуры для реализации заданных сервисов МОГ.

Таким образом, гетерогенная МОГ должна параллельно-последовательно выделять КА из состава группировки, необходимые для формирования орбитальных структур, реализующих множество заданных потребителем сервисов. Такая система обладает избыточным для решения одного класса задач ресурсом и может быть отнесена к классу избыточных систем (ИС) [2] как классу многоагентных систем с избыточным ресурсом.

Для ИС справедливо понятие сценария поведения, как описание возможных вариантов решения целевых задач при различных сочетаниях внутренних

и внешних для системы факторов, а согласованная активизация и совместная деятельность групп агентов для достижения цели называют поведенческой активностью. Особенностью ИС является полисценарность поведения — одна и та же система может реализовывать различные поведенческие сценарии, включая задачи развития путем варьирования ресурсами системы.

При выборе формального аппарата моделирования ИС в качестве математического аппарата моделирования ИС предлагается теория радикалов [2].

Радикалы — это реальные или идеальные модули, которые являются функциональными системами, имеют два взаимоисключающих типа состояний: I тип — активные состояния; II тип — пассивные состояния, когда радикалы отключены, образуют ресурс системы. Система всех активных в данный момент времени радикалов — это системоквант. Радикалы определяются вектором состояния, включающим следующие параметры: пространственные координаты; технические и функциональные параметры. Радикалы активируются функцией активации, которая определяется целью и задачами функционирования системы; типом и параметрами структуры системокванта; состоянием взаимодействующих радикалов; требованиями по активации и выделенными ресурсами.

Заключение. Задача организации функционирования МОГ как ИС заключается в формировании множества системоквантов радикалов — кластеров, позволяющих реализовать варианты поведенческих активностей, представляющих собой режимы функционирования. Приведенный подход может быть полезен при моделировании режимов функционирования МОГ для решения задач выбора (назначения) групп КА и контроля их группового функционирования.

Список источников

- [1] Потюпкин А.Ю. *Управление многоспутниковыми космическими системами*. Москва, Изд-во Инфра-Инженерия, 2024, 292 с.
- [2] Потюпкин А.Ю., Чечкин А.В. *Искусственный интеллект на базе информационно-системной избыточности*. Москва, КУРС, 2019, 380 с.