

УДК 629.783

Многокритериальная оптимизация проектных параметров мультиспутниковой системы дистанционного зондирования Земли

Кунгурцев Артём Максимович^(*)

arkungurtsev@mail.ru

Балык Владимир Митрофанович

balikv@gmail.com

Московский авиационный институт, Москва, Россия

Аннотация. Предложен метод многокритериальной оптимизации для проектирования орбитальных группировок малых космических аппаратов дистанционного зондирования Земли. Метод использует модифицированный аддитивный принцип оптимальности с автоматическим выбором весовых коэффициентов, что снижает субъективность проектных решений. Разработана модель для оценки эффективности по критериям.

Ключевые слова: космический аппарат, орбитальная группировка, дистанционное зондирование Земли, многокритериальная оптимизация, аддитивный принцип оптимальности, эффективность

Введение. Построение орбитальной группировки — ключевая задача проектирования космических аппаратов [1]. Разработка программного обеспечения для предварительного моделирования перспективных орбитальных группировок актуальна для комплексной оценки эффективности.

Методы и материалы; результаты. В основе исследования лежит системный подход и методы многокритериальной оптимизации [2]. Для оценки эффективности мультиспутниковой системы дистанционного зондирования Земли использовались следующие варьируемые параметры: количество орбитальных плоскостей, число малых космических аппаратов в плоскости, высота орбиты, наклонение и эксцентриситет [3]. Дополнительными исходными данными служили географические координаты наблюдаемой точки и ширина полосы обзора.

Эффективность системы оценивалась по четырем ключевым критериям: информативность (качество получаемых данных), оперативность (время доставки информации), периодичность наблюдения (частота обзора территории) и стоимость (экономическая эффективность системы) [4]. Основным методом решения задачи стал модифицированный аддитивный принцип оптимальности, в котором весовые коэффициенты определяются автоматически на основе минимизации относительных потерь, что исключает субъективный подход к выбору приоритетов [5].

Проведенная апробация метода показала его высокую гибкость. При изменении ширины полосы захвата с 2000 до 3000 км система приоритетов критериев изменилась с «информативность > периодичность > оперативность > стоимость» на «периодичность > информативность > оперативность > сто-

имость». Это демонстрирует адаптивность метода к изменяющимся требованиям и его способность находить оптимальные проектные решения, обеспечивающие баланс между противоречивыми критериями эффективности [6].

Заключение. Разработан метод многокритериальной оптимизации с формализованным выбором весовых коэффициентов для построения орбитальных группировок. Метод снижает субъективность и подтверждает свою эффективность на примере высокопериодичной системы наблюдений.

Список источников

- [1] Белый Р.В., Мовляв А.С. Требования к построению орбитальной группировки при проектировании перспективных космических аппаратов дистанционного зондирования Земли. *Вопросы электромеханики. Труды ВНИИЭМ*, 2021, т. 182, № 3.
- [2] Макаренко Д.М., Потюпкин А.Ю. *Системный анализ космических аппаратов*. Москва, МО РФ, 2007, 329 с.
- [3] Куренков В.И., Салмин В.В., Прохоров А.Г. *Методика выбора основных проектных характеристик и конструктивного облика космических аппаратов наблюдения*. Самара, Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2007, 160 с.
- [4] Рыков А.С. *Системный анализ: модели и методы принятия решений и поисковой оптимизации*. Москва, МИСиС, 2009, 608 с.
- [5] Воронин А.Н. Многокритериальная оптимизация динамических систем управления. *Кибернетика*, 1980, № 4, с. 56–66.
- [6] Куренков В.И. Модель для приближенной оценки периодичности наблюдения космического аппарата дистанционного зондирования Земли. *XXI Всерос. семинар по управлению движением и навигации летательных аппаратов: сб. тр.* Самара, АНО «Издательство СНЦ», 2019, с. 7–11.