

ВОЕННО-КОСМИЧЕСКАЯ АКАДЕМИЯ
имени А.Ф. МОЖАЙСКОГО

629.197.8
М 634

**МЕТОД
АВТОНОМНОЙ МАРШРУТИЗАЦИИ
КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ
НАБЛЮДЕНИЯ С УПРУГИМИ
ЭЛЕМЕНТАМИ КОНСТРУКЦИИ
В ПРОЦЕССЕ ЦЕЛЕВОГО ПРИМЕНЕНИЯ**

*Под общей редакцией доктора технических наук, профессора
Ю.С. МАНУЙЛОВА*



Санкт-Петербург
2008

УДК 629.197.8

М 634

Авторы: доктор технических наук, профессор **Ю.С. МАНУЙЛОВ**;
кандидат технических наук **Е.А. НОВИКОВ**;
кандидат технических наук **А.М. ПЕТУШКОВ**;
В.В. ЯЦЕНКО

Рецензент: заслуженный деятель науки и техники РФ,
доктор технических наук, профессор **В.С. ГОНЧАРЕВСКИЙ**

Общая редакция: доктор технических наук, профессор **Ю.С. МАНУЙЛОВ**

М-634 Методы автономной маршрутизации космических аппаратов наблюдения с упругими элементами конструкции в процессе целевого применения / Под общ. редакцией Ю.С Мануйлова. – СПб.: ВКА имени А.Ф. Можайского, 2008. – 162 с.

В монографии с системных позиций рассматриваются результаты по исследованию и разработке подходов, методов и алгоритмов автоматического управления целевым функционированием космических аппаратов наблюдения (КАН) со сложными динамическими схемами и присоединёнными упругими элементами конструкции (УЭК) в условиях воздействия структурно - параметрических возмущений. Предложен ряд оригинальных методов, подходов, реализующих их методик и алгоритмов по оценке целевых возможностей КАН с УЭК, управлению пространственным угловым маневрированием и маршрутизацией процессов целевого функционирования КАН в процессе обслуживания групповых целей. Разработаны методики оценивания и проведен комплекс экспериментальных исследований, направленных на получение оценок возрастания целевых возможностей КАН за счёт оптимизации процессов маршрутизации их целевого применения и перенацеливания специального бортового оборудования. Предложена структура и состав специального программного обеспечения аналитико-имитационного моделирующего комплекса оценивания целевых возможностей КАН по обслуживанию групповых целей, а также результаты оценки возможного повышения эффективности целевого применения космических аппаратов рассматриваемого класса за счёт увеличения степени автономности решения задач управления их целевым функционированием.

Монография предназначена для специалистов, занимающихся разработкой, созданием и эксплуатацией автоматических и автоматизированных систем управления космическими средствами, а также специалистов по эксплуатации космических систем наблюдения и может быть использована в учебном процессе в качестве учебного пособия при подготовке инженеров-механиков, инженеров-системотехников и инженеров-математиков, а также слушателями и курсантами соответствующих специальностей при выполнении курсовых и квалификационных работ.

УДК 629.197.8

© ВКА имени А.Ф. Можайского, 2008

Подписано к печати 12.11.07 Печ. л.10.13

Уч.-изд. л.9.75

Зак. 1777

Типография ВКА имени А.Ф. Можайского

СОДЕРЖАНИЕ

Список сокращений	5
Введение	8
1 СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ АВТОНОМНОЙ МАРШРУТИЗАЦИИ И ПЕРЕНАЦЕЛИВАНИЯ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ НАБЛЮДЕНИЯ С УПРУГИМИ ЭЛЕМЕНТАМИ КОНСТРУКЦИИ	17
1.1 Системный анализ процессов управления целевым функционированием космической системы наблюдения	17
1.2 Анализ возможностей оптимизации процесса маршрутизации космического аппарата наблюдения за счет повышения оперативности перенацеливания специального бортового оборудования	33
1.3 Постановка задачи оптимальной автономной маршрутизации целевого применения космического аппарата наблюдения в процессе обслуживания групповых целей	48
1.4 Обоснование метода решения задачи оптимальной автономной маршрутизации целевого применения космического аппарата наблюдения в процессе обслуживания групповых целей	58
2 АНАЛИТИКО-ИМИТАЦИОННЫЙ МОДЕЛИРУЮЩИЙ КОМПЛЕКС ОЦЕНИВАНИЯ ЦЕЛЕВЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА НАБЛЮДЕНИЯ ПО ОБСЛУЖИВАНИЮ ГРУППОВЫХ ЦЕЛЕЙ	63
2.1 Структура, задачи, пути реализации и технология применения аналитико-имитационного моделирующего комплекса оценивания целевых возможностей КАН	63
2.2 Модель свободного орбитального движения КАН	71
2.3 Модель потенциала взаимодействия КАН с районами дислокации элементов групповой цели	83
2.4 Комплексный анализ особенностей динамических схем КАН с присоединёнными упругими элементами конструкции	89
3 МЕТОДИКА ОЦЕНИВАНИЯ ЦЕЛЕВЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ КАН ЗА СЧЁТ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ МАРШРУТИЗАЦИИ ИХ ЦЕЛЕВОГО ПРИМЕНЕНИЯ И ПЕРЕНАЦЕЛИВАНИЯ СПЕЦИАЛЬНОГО БОРТОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ	93
3.1 Методика оценивания целевых возможностей КАН по обслуживанию групповых целей	93

3.2 Формализация задачи оптимального по быстродействию управления пространственным разворотом КАН с присоединёнными УЭК	97
3.3 Решение задачи оптимального по быстродействию управления пространственным разворотом КАН с присоединёнными УЭК	100
3.4 Синтез оптимальной программы управления разворотом КАН с присоединёнными УЭК на основе решения краевой задачи	106
4 МЕТОД И АЛГОРИТМЫ ОПТИМАЛЬНОЙ МАРШРУТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ЦЕЛЕВОГО ПРИМЕНЕНИЯ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА НАБЛЮДЕНИЯ ПРИ ОБСЛУЖИВАНИИ ГРУППОВЫХ ЦЕЛЕЙ	113
4.1 Комплексный анализ принципов и методов решения задач оптимальной маршрутизации целевого применения КАН	113
4.2 Алгоритм оптимальной маршрутизации процессов целевого применения КАН на основе процедуры случайного направленного поиска	116
4.3 Алгоритм оптимальной маршрутизации процессов целевого применения КАН на основе процедуры модифицированного симплекс-метода	120
4.4 Алгоритм оптимальной маршрутизации процессов целевого применения КАН на основе процедуры последовательного сужения множества альтернатив	124
4.5 Технология комплексирования алгоритмов оптимальной маршрутизации целевого применения КАН в режиме автономного полёта	127
4.6 Алгоритм динамической коррекции приоритетов целей для повышения качества решения задач маршрутизации и целераспределения на борту КАН в режиме автономного полёта	132
5 БОРТОВОЙ КОНТУР УПРАВЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ МАРШРУТИЗАЦИЕЙ ПРОЦЕССОВ ЦЕЛЕВОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА НАБЛЮДЕНИЯ	136
5.1 Структура бортового контура оптимальной автономной маршрутизации процессов ЦФ КАН в процессе обслуживания групповых целей	136
5.2 Состав алгоритмического и специального программного обеспечения контура оптимальной автономной маршрутизации ЦП КАН в процессе обслуживания групповых целей	139
Литература	144
Сведения об авторах	162