

В.В.Малышев, К.А.Карп, В.В.Леонов

ЗАДАЧИ УПРАВЛЕНИЯ И НАВИГАЦИИ ЛА С ВЕРОЯТНОСТНЫМИ КРИТЕРИЯМИ

Перспективные летательные аппараты (ЛА) обладают рядом особенностей: гибкой конструкцией, неопределенностью характеристик, высокими вероятностными требованиями по эффективности. Модели ЛА являются существенно нелинейными и имеют высокую размерность. Для решения задач управления и навигации ЛА с вероятностными критериями предлагаются новые методы, основанные на доверительном подходе, позволяющие существенно снизить вычислительные затраты.

Перспективные ЛА, такие как крупногабаритные орбитальные объекты с гибкими, пленочными и тросовыми конструкциями, аппараты для исследования Солнца и дальних планет, воздушно-космические системы (ВКС) второго поколения обладают рядом особенностей, существенно отличающих их от современных ЛА.

К этим особенностям относятся:

- использование объектов с гибкими конструктивными элементами;
- неопределенность характеристик ЛА и внешней среды, которая может быть раскрыта только во время эксплуатации;
- высокие требования по эффективности и надежности ЛА с применением вероятностных критериев.

Существующие в настоящее время математические модели не позволяют адекватно описать свойства перспективных ЛА, что приводит к необходимости разработки новых математических моделей. Для этих моделей характерно:

- сверхвысокая размерность вектора состояния ЛА (тысячи и десятки тысяч элементов);
- существенная нелинейность моделей движения и моделей возмущений;
- значительные вычислительные затраты на проведение анализа моделей;
- необходимость учета в моделях неконтролируемых факторов различной природы;
- нелинейная связь между вектором состояния и вероятностными критериями эффективности.

Современные методы оптимального управления не позволяют в полном объеме решать задачи исследования математических моделей, обладающих

приведенными свойствами, поскольку в основном ориентированы на управление линейными системами невысокой размерности с квадратичными критериями эффективности. Поэтому проблема вероятностного управления и навигации перспективных ЛА является актуальной научно-технической задачей.

Для решения этой задачи необходимо решить следующие основные проблемы:

- разработать математические модели объектов с гибкими конструктивными элементами;
- уточнить и разработать новые математические модели неконтролируемых факторов;
- развить теорию стохастического управления по вероятностным критериям;
- разработать новые методы высокоточного анализа, управления и навигации в динамических системах по вероятностным критериям, обладающие доступными вычислительными характеристиками;
- создать программное обеспечение, реализующие новые подходы и методы;
- создать систему поддержки решений, позволяющую решать задачи управления и навигации в автоматизированном режиме.

Методологической основой для решения этих проблем является предложенный в /1/ доверительный подход к решению задач анализа и синтеза высокоточных алгоритмов управления и навигации ЛА. Суть доверительного подхода состоит в переходе от исходной вероятностной к эквивалентной оптимизационной задаче, имеющей минимаксную и максиминную структуру. Учет свойств, исследуемых ЛА позволяет выбрать хорошее начальное приближение для эквивалентной задачи, что позволяет снизить вычислительные затраты на ее решение по сравнению с исходной задачей.

На основе доверительного подхода разработан ряд конструктивных алгоритмов решения задач управления и навигации ЛА /1/, /2/. Эффективность этих алгоритмов основана на исследовании моделей ЛА только при возмущениях, оказывающих влияние на значение вероятностных критериев - в отличие от традиционных алгоритмов, в которых модели ЛА исследуются при всех возможных возмущениях.

Алгоритм вероятностного анализа и управления реализованы в специализированных пакетах прикладных программ, ориентированные на персональные ЭВМ и позволяют вести работу в диалоговом режиме с графическим представлением результатов. На этой основе в настоящее время разрабатывается система поддержки решений.

С использованием разработанных алгоритмов и программ успешно решен ряд задач управления и навигации для современных ЛА. Высокая эффективность новых алгоритмов позволяет применять их и для исследования перспективных ЛА.

Список литературы

1. Малышев В.В., Кибзун А.И. Анализ и синтез высокоточного управления летательными аппаратами. – М.: Машиностроение, 1987. – 304 с.
2. Малышев В.В., Карп К.А. Численные методы вероятностного анализа. – М.: Издательство МАИ, 1993. – 86 с.

УДК 629.7.05.001

В.В.Малышев, К.И.Симон

УПРАВЛЕНИЕ КРУПНОГАБАРИТНЫМИ ГИБКИМИ КОСМИЧЕСКИМИ КОНСТРУКЦИЯМИ В МАГНИТНОМ ПОЛЕ ЗЕМЛИ

Введение. Крупногабаритные гибкие космические конструкции, развиваемые в настоящее время, находят большое число применений в таких перспективных космических приложениях, как система космического освещения (СКО), орбитальные электростанции /1/, космические корабли с солнечным парусом /2/, система очистки околоземного пространства от космического "мусора", низкочастотные космические антенны ретрансляции, тросовые системы /3/ и другие. Эти конструкции представляются различными космическими объектами, такими как тросовые связки, тонкопленочные структуры и другие.

В докладе рассматривается орбитальный солнечный отражатель (ОСО), функционирующий как элемент СКО, предназначенной для освещения в ночное время заданных районов земной поверхности (площадей крупномасштабного строительства, районов добычи газа и нефти, посевных и уборочных работ, ликвидации последствий стихийных бедствий и т.д.). СОС обеспечивает экономию земных энергетических ресурсов и создание нового, экологически чистого вида энергии – отраженного солнечного