

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель начальника

Военно-космической академии

имени А.Ф.Можайского

по учебной и научной работе

доктор технических наук профессор



Ю.Кулешов

2019 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

федерального государственного бюджетного военного образовательного учреждения высшего образования «Военно-космическая академия имени А.Ф.Можайского» Министерства обороны Российской Федерации на диссертацию Нгуен Нам Куи «Методика оптимизации орбитального построения двухъярусных спутниковых систем непрерывного обзора сферического слоя околоземного космического пространства», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.07.09 «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов»

Актуальность темы диссертационной работы

В связи с интенсивным развитием космических средств решения задач глобальной навигации, обеспечения безопасности космической деятельности, мониторинга засорённости космического пространства и ряда других перспективных задач в настоящее время остро встает вопрос определения рациональных вариантов орбитального построения спутниковых систем (СС), осуществляющих в абстрактной постановке непрерывный обзор районов в заданном сферическом слое околоземного космического пространства (ОКП).

Диссертация Нгуен Нам Куи посвящена актуальной теме космических исследований – разработке методики оптимизации орбитального построения двухъярусных спутниковых систем непрерывного обзора сферического слоя околоземного космического пространства.

Структура и содержание диссертационной работы

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы из 105 наименований. Текст диссертации изложен на 142 страницах, включает 46 рисунков и 5 таблиц.

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, сформулированы цель и задачи исследования, отмечены научная новизна и практическая значимость полученных результатов, приведены основные положения диссертационной работы, выносимые на защиту, а также сведения об апробации полученных результатов.

Вх. № 27 02 2019

В первой главе сформулирована постановка научной задачи, решаемой в диссертационной работе как задачи оптимизации орбитального построения СС непрерывного многократного обзора заданного сферического слоя ОКП по критерию минимума суммарной характеристической скорости, требуемой для выведения спутников на орбиты и развертывания орбитальной группировки.

Предложен новый способ формирования двухъярусного орбитального построения на основе оснащения спутников верхнего и нижнего ярусов разнонаправленной бортовой аппаратурой наблюдения. Проведена декомпозиция решаемой оптимизационной задачи на основе теоретически обоснованного предположения о том, что подлежащий обзору сферический слой может быть разделен на две зоны ответственности – два соприкасающихся слоя, каждый из которых обслуживается своим ярусом. Показано, что в этом случае задача проектирования двухъярусного орбитального построения может быть решена за счет рационального разделения наблюдаемого сферического слоя на зоны ответственности ярусов и изучения этих зон ответственности.

Разработан методический подход к решению поставленной задачи оптимизации орбитального построения СС непрерывного L-кратного обзора сферического слоя ОКП. Методический подход к решению оптимизационной задачи заключается в оптимальном разделении слоя на зоны ответственности (обслуживания) и определение такой (оптимальной) высоты разделения сферического слоя, при которой достигается минимум суммарной характеристической скорости двухъярусного орбитального построения при условии обеспечения каждым ярусом непрерывного L-кратного обзора своей зоны обслуживания при минимальном числе спутников в ярусе. При этом предполагается, что для каждого яруса оптимальное решение отыскивается в классе дельта-систем по критерию минимума α -характеристики системы – минимальной величины углового радиуса зон обзора, обеспечивающей непрерывное сплошное L-кратное покрытие сферы зонами видимости спутников.

Во второй главе изложен методический аппарат решения поставленной оптимизационной задачи. Разработаны теоретические положения, определяющие способ оптимизации двухъярусных орбитальных построений СС непрерывного многократного обзора сферического слоя ОКП, нахождения оптимальной высоты разделения слоя на зоны ответственности (выбора зон обслуживания) каждого из двух ярусов системы в пределах наблюдаемого сферического слоя ОКП.

Получены аналитические соотношения, позволяющие при фиксированном разделении сферического слоя на зоны обслуживания находить критические, минимально необходимые для каждого яруса, значения углового радиуса зон обзора и определять соответствующие данным критическим значениям оптимальные параметры орбитального построения – высоту орбит спутников и структуру СС.

С целью проведения глобальной оптимизации двухъярусных СС теоретически обоснован быстродействующий способ расчета α -характеристик многократного обзора сферы и выбора оптимального варианта двухъярусной СС обзора сферического слоя ОКП на основе создания электронной базы (электронного каталога) рациональных вариантов СС в классе дельта-систем в широком диапазоне изменения параметров орбит и характеристик обзора и их

целенаправленного сканирования с использованием заданных исходных данных.

Разработан алгоритм нахождения оптимального варианта двухъярусного орбитального построения СС непрерывного L-кратного обзора с использованием электронного каталога заранее рассчитанных α -характеристик дельта-систем.

В третьей главе создан комплекс компьютерных программ, обеспечивающих проведение необходимых расчетов и решение задачи оптимизации двухъярусных орбитальных построений СС непрерывного многократного обзора сферического слоя ОКП.

Составлен электронный каталог оптимальных вариантов орбитального построения двухъярусных СС непрерывного L-кратного обзора сферического слоя ОКП. Дано описание каталога, приведена его структура и используемые обобщенные показатели. Оптимальные двухъярусные варианты орбитального построения в каталоге приведены в сравнении с лучшими одноярусными вариантами.

Показано, что двухъярусное орбитальное построение является теоретическим обобщением известного классического одноярусного построения, и в зависимости от исходных данных (параметров сферического слоя и условий обзора) оптимальными могут быть как двухъярусные, так и одноярусные варианты.

Проведен анализ созданного в ходе работы над диссертацией электронного каталога α -характеристик дельта-систем. Составлен перечень лучших дельта-систем (дельта-систем с минимальными α -характеристиками) с числом спутников до 110 включительно и для кратности обзора от 1 до 4.

Выявлены закономерности и определены области локализации предпочтительного применения двухъярусного орбитального построения путем указания параметров сферического слоя (высот его нижней и верхней границ) и условий обзора (дальности обзора и величины угла полураствора бортовой обзорной аппаратуры), когда двухъярусный вариант орбитального построения обеспечивает лучшие характеристики по сравнению с одноярусным вариантом по критерию минимума суммарной характеристической скорости.

Приведены примеры, когда двухъярусное построение СС непрерывного обзора сферического слоя ОКП имеет преимущество перед традиционным, одноярусным, вариантом.

В заключении сформулированы основные результаты работы.

Научную новизну диссертационной работы определяют следующие результаты:

1. Новый способ формирования орбитального построения СС непрерывного обзора сферического слоя ОКП на основе использования двухъярусных орбитальных структур при оснащении спутников верхнего и нижнего ярусов разнонаправленной бортовой аппаратурой наблюдения.

2. Впервые показано, что задача проектирования орбитального построения двухъярусной СС может быть решена на основе рационального определения и изучения, так называемых, зон ответственности каждого из двух ярусов системы при обслуживании (мониторинге) заданного сферического слоя ОКП.

3. Теоретические положения, определяющие способ оптимизации предложенного в работе нового класса двухъярусных орбитальных построений СС непрерывного обзора сферического слоя ОКП.

Достоверность и обоснованность результатов работы обусловлена строгой постановкой рассматриваемых задач, детальным анализом принятых допущений и условий, в рамках которых были получены основные результаты. Достоверность полученных результатов подтверждается также их сопоставлением с известными частными решениями, полученными другими авторами (Т. Лэнг, Г.В. Можаев, Дж. Уолкер) в области непрерывного глобального покрытия сферы.

Практическое значение полученных результатов состоит в создании методического и программно-алгоритмического аппарата, позволяющего значительно повысить эффективность решения задачи выбора орбитального построения СС непрерывного обзора сферического слоя ОКП на начальной стадии баллистического проектирования целевых космических систем.

Апробация диссертационной работы и публикации

Результаты диссертации докладывались и получили одобрение на четырех международных научных конференциях. Основные результаты диссертационной работы опубликованы в 6 печатных работах, в том числе в двух журналах из перечня ВАК и в одном источнике, индексируемом в базе данных Scopus. По результатам работы подготовлены пять заявок на получение патентов РФ на изобретения и уже получены положительные решения о выдаче патентов.

Автореферат имеет четкую логическую структуру и в полной мере отражает содержание диссертации. В автореферате изложены основные идеи и выводы диссертации, показаны вклад автора в проведенное исследование, степень новизны и практическая значимость приведенных результатов исследований, содержатся сведения об организации, в которой выполнена диссертация, об оппонентах и ведущей организации, о научном руководителе соискателя ученой степени, приведен список публикаций автора, в которых отражены основные научные результаты диссертации.

Замечания по работе

1. В диссертации предложен двухъярусный способ построения СС непрерывного обзора сферического слоя ОКП, но не изучены возможности СС, состоящих из трех и более ярусов. Возможно, что такие многоярусные построения могут иметь более высокие характеристики обзора сферического слоя по сравнению с полученными оптимальными двухъярусными вариантами.

2. Из описания структуры созданного в ходе исследований электронного каталога оптимальных вариантов двухъярусных СС не ясен диапазон представленных в нем значений высоты верхней границы сферического слоя и, как следствие, не понятно, насколько широко представлены в каталоге различные варианты сферических слоев.

3. По материалам исследований автором получены положительные решения по 5 заявкам на изобретения, практическое применение которых в диссертации отражено недостаточно подробно.

4. В тексте диссертации и автореферата имеются грамматические и стилистические ошибки.

Замечания не снижают общей высокой оценки диссертационной работы и носят рекомендательный характер – рекомендуется их учесть при проведении дальнейших исследований.

Диссертация имеет научно-практическое значение и полностью

соответствует паспорту специальности 05.07.09 «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов».

Полученные автором результаты диссертационных исследования могут быть использованы при обосновании баллистического построения СС контроля космического пространства в ПАО «МАК «Вымпел» и в ЦУП ФГУП ЦНИИМАШ..

Заключение по диссертации

Диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, содержащую решение актуальной научной задачи, имеющей важное научное и практическое значение для развития космической отрасли. Новые научные результаты, полученные диссертантом, имеют существенное значение для науки и практики. Выводы и рекомендации обоснованы. Работа соответствует паспорту специальности 05.07.09 «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов».

Диссертация соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор Нгуен Нам Куи заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.09 «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов».

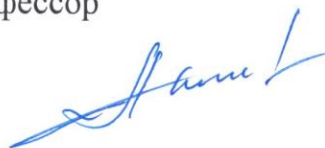
Отзыв обсужден и одобрен на заседании кафедры навигационно-баллистического обеспечения применения космических средств и теории полетов летательных аппаратов, протокол № 7 от 14.02.2019.

Начальник кафедры навигационно-баллистического обеспечения применения космических средств и теории полета летательных аппаратов
кандидат технических наук доцент



В. САЛОВ

Профессор кафедры навигационно-баллистического обеспечения применения космических средств и теории полета летательных аппаратов
доктор технических наук профессор



Н.АВЕРКШЕВ