

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Гусева Андрея Александровича
«Разработка методического аппарата создания прецизионных многозвенных
конструкций для бортовых радиолокационных комплексов космических
аппаратов дистанционного зондирования Земли», представленную на
соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.07.02 - «Проектирование, конструкция и производство
летательных аппаратов»

Представленная диссертация посвящена разработке методического аппарата, включающего алгоритм проектирования, изготовления и отработки прецизионных многозвенных конструкций (ПМК), методику моделирования ПМК, а также рекомендации по уточнению математических моделей. ПМК служат силовой конструкцией крупногабаритных антенно-фидерных устройств (АФУ) бортовых радиолокационных комплексов (БРЛК) на основе антенных решеток для космических аппаратов (КА) дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ).

Актуальность диссертационной работы обусловлена разработкой и эксплуатацией КА ДЗЗ, оснащенных радиолокаторами С и Х диапазонов, требующих специального подхода к проектированию силовой конструкции, обеспечению высокой точности ПМК в раскрытом положении, а также сохранению ее характеристик в условиях воздействующих факторов космического пространства.

Целью работы является методическое обеспечение процесса проектирования ПМК КА ДЗЗ в соответствии с заданными требованиями по точности, за счет рационального выбора проектных параметров и конструктивных решений с учетом факторов, влияющих на точность ПМК.

Представленные в работе материалы свидетельствуют о том, что поставленная автором цель достигнута: разработанный методический аппарат,

включающий методику математического моделирования, а так же рекомендации по уточнению математических моделей по результатам наземных и летных испытаний, позволяют провести математическое моделирование и выбор конструктивных решений, обеспечивающих требуемую точность ПМК.

Задачи исследований, проведенных в данной работе, охватывают широкий круг научно-технических проблем, направленных на повышение эффективности создания ПМК:

1) анализ многозвенных конструкций, используемых в КА, требований к ПМК КА ДЗЗ и определение наиболее рациональной области применения ПМК.

2) разработка подробного алгоритма создания ПМК для КА ДЗЗ на основе анализа процесса создания силовой рамы (СР) АФУ БРЛК, а также других ПМК.

3) решение обратной задачи по применению разработанного алгоритма к анализу СР волноводно-щелевой антенны (ВЩА) БРЛК для КА «Метеор-М» №1 и определению основных недостатков конструкции, а также выдачи рекомендаций по их устранению с проведением соответствующих испытаний на макетах и образцах СР.

4) уточнение разработанного алгоритма и математических моделей после анализа экспериментальных данных, полученных при летно-космических испытаниях (ЛКИ) КА «Метеор-М» №1 и №2, а также учета нелинейностей реальных механических систем.

5) обобщение результатов исследований и выдача рекомендаций по практическому применению разработанного алгоритма применительно к различным многозвенным конструкциям КА ДЗЗ.

Решение указанных задач достаточно для достижения поставленной в работе цели, что подтверждается результатами практического внедрения.

Методы исследований соответствуют современным подходам к постановке и решению задач анализа механических систем. Исследования охватывают процесс проектирования, изготовления, наземных испытаний и

эксплуатации ПМК. Математическое моделирование проведено с применением современных программных комплексов.

Достоверность научных результатов подтверждается хорошим совпадением (до 10 %) результатов математического моделирования и экспериментальных данных. Исследования носят последовательный и завершённый характер; представленное описание процессов достаточно полно и точно отражает их существо. Научные положения диссертации, выводы и рекомендации логически обоснованы. Результаты опубликованы в 4 статьях в журналах из перечня ВАК.

Научная новизна полученных в диссертации результатов исследования заключается в следующем:

1) Впервые разработан алгоритм создания ПМК для БРЛК КА ДЗЗ с АФУ на основе антенной решетки с учетом специфики, свойственной ПМК, позволяющий на начальном этапе выбрать рациональный вариант построения ПМК, наземного испытательного и технологического оборудования с точки зрения обеспечения точности ПМК.

2) Разработана новая методика моделирования ПМК на различных этапах разработки с различной детализацией, позволяющая сократить время моделирования и повысить его точность, а также на раннем этапе создать упрощенную модель ПМК, которую можно использовать при проектировании служебных систем КА.

3) Впервые разработаны компактные математические модели, позволяющие учесть нелинейности, свойственные реальным механическим конструкциям и выработаны рекомендации по расчету и подбору параметров моделей составных частей ПМК, позволяющие повысить сходимость результатов моделирования и экспериментов.

4) В результате проведенных исследований разработана теоретическая база для создания ПМК, отвечающих заданным требованиям по точности, которые применяются в конструкции АФУ БРЛК на основе антенной решетки.

Практическая значимость выполненной работы для производства заключается в применении разработанного диссертантом методического аппарата, включающего алгоритм создания ПМК, методику моделирования и рекомендаций по уточнению математических моделей. Доработка конструкции СР для КА «Метеор-М» №2, предложенная автором, позволила уменьшить время успокоения СР в раскрытом положении со 150 до 40 с, снизить почти в 3 раза ударные нагрузки в шарнирах СР, а также обеспечить безлюфтовую фиксацию СР после раскрытия. Практическое использование результатов в ОАО «Корпорация «ВНИИЭМ» подтверждается актом внедрения.

Диссертация выполнена на высоком научно-техническом уровне, изложена технически грамотным языком.

Автореферат соответствует основным положениям и выводам диссертации.

Следует отметить следующие замечания по представленной работе:

1) Приведенный анализ существующего состояния в области создания крупногабаритных трансформируемых конструкций в параграфе 1.4.2 выполнен недостаточно полно.

2) В третьей главе приведено уточненное математическое моделирование силовой рамы для КА «Метеор-М» №2, при этом два предыдущих этапа моделирования, рекомендованных разработанной методикой, пропущены. Таким образом, полагается, что проведенные доработки не отражаются на первых двух этапах моделирования, что не является очевидным.

3) Рекомендации по уточнению математических моделей в четвертой главе недостаточно систематизированы и обобщены.

Сделанные замечания не снижают общей высокой оценки диссертационной работы Гусева А.А.

Приведенные в диссертации математические модели, результаты исследований и рекомендации получены лично автором. Результаты получены на основании анализа и обобщения процесса создания ПМК в ОАО «Корпорация «ВНИИЭМ» при активном участии автора. Комплекс решенных

автором научно-технических задач вносит существенный вклад в область создания прецизионных многозвенных конструкций КА ДЗЗ.

Выводы

Кандидатская диссертация А.А. Гусева представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, в которой впервые решена научно-техническая задача, направленная на разработку методического аппарата создания прецизионных многозвенных конструкций для бортовых радиолокационных комплексов космических аппаратов дистанционного зондирования Земли. Решенная в работе задача вносит существенный вклад в развитие данной области космической техники.

Диссертация отвечает критериям «Положения о порядке присуждения учёных степеней» (п. 9), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор Гусев Андрей Александрович заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.02 – «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов».

Официальный оппонент,

доцент кафедры «Аэрокосмические системы»

МГТУ им. Н.Э. Баумана

кандидат технических наук, доцент

Сергей Николаевич Дмитриев

E-mail: dmitrievsn@mail.ru; тел. 8(926)286-97-44

Подпись С.Н. Дмитриева удостоверяю

Руководитель Научно-учебного комплекса

«Специальное машиностроение»

МГТУ им. Н.Э. Баумана



С.Н. Дмитриев



В.Т. Калугин

