

## **ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА**

**доктора технических наук Палкина Максима Вячеславовича на диссертацию Юдина Андрея Дмитриевича, выполненную на тему: «Разработка способа увода наноспутников Cubesat с низких околоземных орбит» по специальности: 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук**

Современная тенденция к созданию многоспутниковых группировок различного назначения требует решения вопроса увода с орбиты отказавших космических аппаратов. Миниатюризация элементной базы, достижения в технологии конструкционных материалов позволяют обратиться к вопросу создания автономных систем увода низкоорбитальных космических аппаратов пассивного типа – за счет воздействия внешней среды (остаточной атмосферы) – на космический аппарат.

Диссертация Юдина А.Д. посвящена разработке новых научно обоснованных технических и технологических решений по созданию систем увода с орбиты автоматических КА после завершения их целевой работы. Разработка актуальна для развития ракетно-космической отрасли страны.

Предметом исследований является блок системы увода с орбиты КА типа CubeSat, выполненный в виде автономного модуля. В работе сформулирована совокупность общих проектных требований к системе управления увода КА с орбиты, сформулирован обобщенный показатель выбора облика система управления уводом КА. Проведен системный анализ вариантов технической реализации системы, показан пример применения обобщенного показателя для выбора технического облика системы управления уводом – на примере надувного устройства. Подобный подход применен и к подсистемам системы управления уводом КА: подсистемы ввода ее в действие, подсистемы надува

оболочки, подсистемы управления. Выбраны «наилучшие» с точки зрения предложенных критериев варианты реализации подсистем.

Научной составляющей работы, таким образом, является:

1. методика выбора способа увода наноспутников CubeSat, отличающаяся временными, массогабаритными, эксплуатационными и конструктивными показателями, формирующими обобщенный критерий качества увода КА.

2. детальная декомпозиция системы увода, позволяющая определить рациональный состав системы и схмотехнические решения увода наноспутников CubeSat с учетом массогабаритных ограничений и совместимости компонентов системы;

3. рациональный алгоритм управления системой увода, отличающийся минимальным количеством команд и элементов системы управления.

Практическая значимость работы заключается в решении задач, связанных с созданием новых технических средств увода космических аппаратов. В том числе, изложены:

1. Исходные данные и требования для реализации автономной системы увода наноспутников CubeSat с рабочей орбиты после окончания срока эксплуатации.

2. Варианты системы увода наноспутников и рекомендации по использованию размера надувных тормозных оболочек в зависимости от массы КА и высоты рабочей орбиты.

3. Схема укладки сферической тормозной тонкопленочной оболочки с учетом геометрических ограничений стандарта CubeSat.

Представленные в диссертации результаты свидетельствуют о том, что поставленные цель и задачи исследования автором решены.

Обоснованность и достоверность полученных результатов, обеспечивается ясной физической трактовкой и непротиворечивостью с ранее известными аналогичными техническими решениями.

В работе учтено достаточное количество числа факторов, влияющих на облик моделей систем увода КА с орбиты.

Корректно применены методы системного анализа, методы принятия решений, методы экспертных оценок.

Содержание диссертации соответствует специальности 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации».

Структура диссертации обеспечивает достижение поставленной цели исследования.

Автореферат диссертации выполнен в соответствии с п. 25 «Положения о присуждении ученых степеней», в нем изложены основные результаты, выводы диссертации, показаны вклад автора в проведенное исследование, степень новизны и практическая значимость результатов исследования. Результаты работы достаточно опубликованы.

Вместе с тем, необходимо отметить замечания по диссертации и автореферату:

- не обосновано использование «экспертных методов» выбора коэффициентов значимости для расчета эффективности системы увода КА с орбиты и ее подсистем.

- выбор облика алгоритма управления системой увода КА проведен на качественном уровне, без поясняющих расчетов;

- недостаточно подробно исследованы существующие наработки в области создания систем надува оболочек для увода КА, позволяющие оценить их преимущество по отношению к другим вариантам увода КА с орбиты;

- технологические аспекты создания технических решений системы увода КА с орбиты, в том числе надувной оболочки, следовало бы отнести в приложение к работе, как относящиеся к разработкам, привлеченным из других специальностей.

## Заключение

Диссертация Юдина А.Д. является научно-квалификационной работой, в которой проведена важная для развития отечественной и мировой космонавтики задача разработки новых научно обоснованных технических и технологических решений по созданию систем управления увода с орбиты автоматических КА после завершения их целевой работы. Диссертация соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Юдин Андрей Дмитриевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Официальный оппонент

Помощник Генерального директора  
АО «ВПК «НПО машиностроения»,  
доктор технических наук

 М.В. Палкин

26.04.2021

г. Реутов, Московская область, ул. Гагарина, д.33  
+7 495 300-84-47, E-mail: [mpalkin@vpk.npomash.ru](mailto:mpalkin@vpk.npomash.ru)

Подпись Палкина Максима Вячеславовича удостоверяю.

Врио Заместителя Генерального директора  
АО «ВПК «НПО машиностроения»  
по работе с персоналом



 В. В. Вишняков К.А.