

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ЦЕНТР «САРАТОВСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК» (ФИЦ СНЦ РАН)

ул. Рабочая, 24, г. Саратов, 410028

Тел./факс (845-2) 23-45-10, 27-14-36. E-mail: [snctransar@san.ru](mailto:snctransar@san.ru), [www.snctran.pf](http://www.snctran.pf)

01.12.2023 № 14800f-212

На № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

«УТВЕРЖДАЮ»  
Зам. директора ФИЦ СНЦ РАН  
В.К.Брель  
« \_\_\_\_\_ 2023 г.

**ОТЗЫВ**

на автореферат диссертации Сеницына Леонида Игоревича «Комплекс методик повышения точности маневрирования наноспутника с двигательной установкой», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.16. Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов

Активное развитие и миниатюризация электронных компонентов привели к увеличению интереса к малым космическим аппаратам. Наиболее распространенным форматом малых космических аппаратов являются наноспутники формата CubeSat. Основным его преимуществом является открытость и стандартизованная архитектура, позволяющая быстро создавать космические системы. Начиная с 2005 года на орбиту было запущено свыше 500 наноспутников, которые решают такие научные и технические задачи, как дистанционное зондирование Земли, мониторинг околоземного пространства, инспекцию космического мусора и т.д. В настоящее время, одной из наиболее актуальных научно-технических задач является использование малой двигательной установки на борту наноспутника, с помощью которой можно было бы осуществлять корректировку орбиты. Актуальность диссертационной работы Сеницына Л.И., в которой он предлагает методику формирования вероятностной модели силы тяги двигателя, методику оценки влияния случайных производственных отклонений на точность маневрирования и методики повышения точности маневрирования, не вызывает сомнения.

Научная новизна работы, указанная в автореферате, подтверждена следующими полученными автором результатами:

- сформирована стохастическая математическая модель движения наноспутника с двигательной установкой, учитывающая случайный характер погрешностей изготовления наноспутника и вероятные модели режимов работы двигательной установки;
- разработана методика формирования вероятностной модели тяги двигателя наноспутника, учитывающая случайные проектные параметры и режимы работы двигателя;
- предложена методика оценки влияния случайных производственных отклонений изготовления двигательной установки, оказывающей влияние на угловое движение наноспутника при подаче импульса, на основе которой можно оценивать погрешность маневрирования;

Входящий № 214-9446  
Дата 06 АПР 2023  
Самарский университет

- разработана методика формирования требований к погрешностям, возникающим при изготовлении двигательной установки, которая позволяет снизить погрешность маневрирования при подаче импульса;

- подход к обеспечению одноосной стабилизации наноспутника во время импульсной коррекции траектории с помощью маховика.

Практическая значимость работы состоит в том, что предложенные методики могут использоваться на этапе проектирования наноспутника. В частности, в работе приводится методика определения величины кинетического момента маховика, на основе которой возможно формирование требований к системе управления движением.

Основные результаты работы опубликованы в 11 изданиях, в том числе в четырех рецензируемых научных изданиях, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, определённых Высшей аттестационной комиссией. Работа прошла апробацию на конференциях и семинарах различного уровня.

По автореферату имеются следующие замечания:

- в тексте автореферата используются выражения «гиростатический момент» и «кинетический момент маховика», хотя они имеют одинаковый смысл. Для однотипности текста следовало бы остановиться на одном понятии;

- исходя из текста автореферата, непонятна зависимость силы тяги от времени в формуле (2);

- не описан смысл обозначение  $a$  и  $e^2$  в формуле (3) (стр. 3);

- нет подписи к осям на рис. 9.

Несмотря на указанные недостатки, автореферат диссертационной работы выполнен на высоком научном уровне и отвечает требованиям Положения о порядке присуждении учёных степеней ВАК, а её автор Сеницын Леонид Игоревич заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.16. Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов.

Заведующий лабораторией Анализа и синтеза динамических систем в прецизионной механике Института проблем точной механики и управления — обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Саратовский научный центр Российской академии наук», доктор физико-математических наук

Подпись заверяю:  
Зам.директора ФИЦ СЦ РАН, к.э.н.

Барулина Марина Александровна

В.К.Брель

Институт проблем точной механики и управления — обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Саратовский научный центр Российской академии наук»  
410028, Саратов, ул. Рабочая, 24  
контактный телефон (8452) 22-23-76  
[info@iptmuran.ru](mailto:info@iptmuran.ru)