



Минобрнауки России  
Федеральное государственное учреждение  
«Федеральный исследовательский центр  
Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша  
Российской академии наук»  
(ИПМ им. М.В. Келдыша РАН)

125047, Москва, Миусская пл., 4 Тел. 8 (499) 220-72-33 Факс 8 (499) 972-07-37  
<http://keldysh.ru> e-mail: [office@keldysh.ru](mailto:office@keldysh.ru)  
ОКПО 02699381 ОГРН 1037739115787 ИНН/КПП 7710063939/771001001

31.03.2022 № 11103-9422/352

На № \_\_\_\_\_

ФГБОУ ВО «Московский  
авиационный институт  
(национальный исследовательский  
университет)»  
Учёному секретарю  
диссертационного совета  
Д 212.125.10  
кандидату технических наук,  
доценту  
А.Р. Денискиной

Уважаемая Антонина Робертовна!

В ответ на Ваше письмо (Исх. №010/1060-22 от 10.03.2022) высылаю Вам отзыв на автореферат диссертационной работы Жумаева Зайнуллы Сериковича на тему «Методика проектирования наноспутника с солнечной энергодвигательной установкой», представленной к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.02 – Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов.

Приложение: отзыв на 2х листах, 2 экз.

Ученый секретарь  
федерального государственного учреждения  
«Федеральный исследовательский центр  
Институт прикладной математики  
им. М.В. Келдыша Российской академии наук»,  
кандидат физико-математических наук

Давыдов А. А.

Отдел документационного  
обеспечения МАИ

«07 04 2022»

## ОТЗЫВ

На автореферат диссертации Жумаева Зайнуллы Сериковича, представленной на соискание степени кандидата технических наук по специальности 05.07.02 - «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов»

Диссертационная работа Жумаева З.С. посвящена разработке методики проектирования солнечной энергодвигательной установки для управления движением наноспутника.

В работе решена **актуальная задача** создания методики разработки миниатюрных двигательных установок для наноспутников для решения задач маневрирования на околоземных орбитах. В настоящее время наблюдается тренд на развертывание созвездий из малых спутников с равномерным распределением аппаратов на околоземных орбитах. Для достижения требуемого распределения необходимо решить задачу фазирования после кластерного запуска, что можно реализовать с помощью бортовой двигательной установки.

**Научная новизна** заключается в том, что предложена методика выбора проектных параметров наноспутника с солнечной энергодвигательной установкой, которая является перспективным многообещающим средством управления для наноспутников, не требующая значительного бортового потребления и обеспечивающая достаточный уровень тяги для оперативного маневрирования.

**Практическая значимость** предлагаемых Жумаевым З.С. методик не вызывает сомнения. Предложенная методика была использована при проектировании маневрирующего наноспутника формата 6U CubeSat.

**Достоверность результатов**, полученных в диссертационной работе подтверждается результатами детализированного математического моделирования работы солнечной энергодвигательной установки и системы ориентации наноспутника. По результатам работы опубликовано 3 статьи в журналах ВАК, а также одна работа в высокорейтинговом международном журнале *Advances in Space Research*.

К содержанию автореферата имеется ряд замечаний и вопросов:

1. В приведенной в автореферате математической модели движения наноспутника не представлено в явном виде влияние эксцентриситета тяги на угловое движение аппарата.
2. Не все обозначения в уравнениях (4) и (5) описаны в тексте, обозначения угловых скоростей маховиков не соответствуют обозначениям в векторе состояния (2).
3. Имитационная модель кубсата в Scilab слабопонятна, добавление подписей функционального значения каждого блока улучшила бы восприятие блок-схемы.
4. Из текста автореферата не понятно, какова цель верификации модели СОС на результатах наземного эксперимента с наноспутником на

Итого: 07 04 2022  
обеспечения МАИ



аэродинамическом подвесе. В лабораторных условиях на аппарат действует момент силы гравитации вследствие несовпадения точки подвеса с центром масс, этого момента нет в условиях орбитального полёта. Поэтому представляется разумным верифицировать модель СОС на результатах летных экспериментов, доступных в литературе.

5. В автореферате есть ряд опечаток, неточных формулировок и пунктуационных ошибок, не влияющих на понимание текста.

Указанные недостатки **не снижают** научной и практической значимости диссертационной работы Жумаева Зайнуллы Сериковича и носят рекомендательный характер.

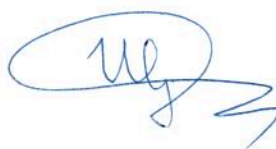
### Заключение

В целом, диссертация «Методика проектирования наноспутника с солнечной энергодвигательной установкой» удовлетворяет требованиям ВАК РФ, изложенным в п. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденным Правительством Российской Федерации от 24 сентября 2013 года №842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Жумаев Зайнулла Серикович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.02 - «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов».

Автор отзыва, Иванов Данил Сергеевич, согласен на обработку своих персональных данных и на размещение сведений на официальном сайте МАИ в сети «Интернет» в соответствии с «Порядком размещения в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» информации, необходимой для обеспечения порядка присуждения ученых степеней» утвержденным приказом Минобрнауки РФ от 16 апреля 2014 №326.

Старший научный сотрудник  
федерального государственного учреждения  
«Федеральный исследовательский центр  
Институт прикладной математики  
им. М.В. Келдыша Российской академии наук»,  
кандидат физико-математических наук,  
доцент

Иванов Данил Сергеевич  
31.03. 2022



Подпись Иванова Данила Сергеевича заверяю

Давыдов Александр Александрович

Ученый секретарь  
федерального государственного учреждения  
«Федеральный исследовательский центр  
Институт прикладной математики  
им. М.В. Келдыша Российской академии наук»,  
кандидат физико-математических наук

