

ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

о работе над диссертацией Пупкова Максима Владимировича «Проектирование траекторий перелетов космического аппарата из окрестности солнечно-земной точки либрации к сближающимся с Землей астероидам», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.16. Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов

Пупков Максим Владимирович, 1999 года рождения, в 2022 году окончил с отличием федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» по специальности 24.05.04 Навигационно-баллистическое обеспечение применения космической техники. Присвоена квалификация инженер – баллистик.

В период подготовки диссертации с 2022 г. по настоящее время обучается в очной аспирантуре федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» по специальности 2.5.16. Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов.

За время обучения в аспирантуре Максим продемонстрировал большую заинтересованность в работе. Он смело выдвигал и проверял различные научные гипотезы, которые поспособствовали получить уникальные результаты, изложенные в диссертационной работе. Пупков М.В. за время подготовки работы овладел методами небесной механики, вычислительной математики, сумел показать себя грамотным и знающим специалистом, способным решать поставленные задачи. Все этапы научного исследования за период обучения в аспирантуре Максим выполнял в срок. Наряду с учебой в аспирантуре Пупков М.В. успешно работал в должности младшего научного сотрудника отдела космической динамики и математической обработки информации федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт космических исследований Российской академии наук (ИКИ РАН).

Актуальность проведенного исследования связана с перспективностью использования ограниченных орбит вокруг солнечно-земных точек либрации для размещения в них космических аппаратов (КА) с целью изучения сближающихся с землей астероидов. Проведенный анализ показал, что только в период с июня 2028 года по апрель 2029 года три потенциально опасных астероида (ПОА) пройдут вблизи солнечно-земных точек либрации L_1 и L_2 . Использование одного КА для исследования нескольких ПОА может

существенно повысить научную эффективность миссии. Однако в настоящее время не разработаны методики проектирования низкоэнергетических траекторий перелетов с возвращением на ограниченную орбиту в окрестности исходной точки либрации, а также методика оперативной оценки возможности пролета около небесного тела при ограничении на потребный расход топлива.

В ходе выполнения исследования Пупковым М.В. разработано две методики проектирования траекторий перелетов КА к ПОА, главное отличие которых в том, что в одном случае аппарат не сходит с ограниченной орбиты, она только изменяется, что позволяет аппарату быть задействованным в решении дополнительных научных задач, а в другом – КА покидает ограниченную орбиту по одной из траекторий неустойчивого инвариантного многообразия и затем возвращается по траектории устойчивого многообразия, что позволяет совершить маневр с малыми затратами рабочего тела и оставаться аппарату все время в относительной близости от Земли. Также разработана методика оперативного анализа возможности пролета космического аппарата около астероида без ухода с ограниченной орбиты в окрестности исходной точки либрации, необходимая для выявления целевых астероидов, мимо которых может пролететь КА, не покидая окрестность точки либрации и не затрачивая топлива больше заданного на единичный маневр.

Основные научные результаты работы следующие:

1. Разработана методика оперативного анализа возможности пролета КА около ПОА без ухода с ограниченной орбиты в окрестности исходной точки либрации при ограничении на суммарную характеристическую скорость маневра.
2. Разработана методика формирования программного управления движением центра масс КА с целью изменения существующей ограниченной орбиты так, чтобы сближение с ПОА обеспечивалось на новой ограниченной орбите в окрестности исходной точки либрации.
3. Предложена и обоснована методика проектирования траектории перелета КА к ПОА в пределах грависферы влияния Земли со сходом с существующей ограниченной орбиты и с возвращением на ограниченную орбиту вокруг исходной точки либрации с использованием траекторий, входящих в устойчивые и неустойчивые инвариантные многообразия, и формирования требуемого программного управления движением центра масс КА.
4. Проведено моделирование траекторий перелетов КА, функционирующих в настоящий момент в окрестности точки либрации L2, к ПОА, рассчитанных по разработанным методикам.

Практическая ценность работы заключается в том, что разработанные методики формирования программного управления движением центра масс КА и проектирования траекторий перелетов к ПОА могут быть использованы для проектирования будущих космических миссий.

Результаты проведенного исследования были использованы в научном проекте «Разработка низкоэнергетических траекторий многоцелевых космических миссий с использованием гравитационных маневров и резонансных орбит для исследования астероидов» при выполнении гранта РНФ (№ 25-79-00042, руководитель Зубко В.А.).

Все результаты, выносимые на защиту, получены Пупковым М.В. самостоятельно и обладают научной новизной.

Основные результаты диссертационного исследования были доложены Пупковым М.В. на более чем двадцати всероссийских и международных конференциях. По теме диссертации опубликовано 8 работ, в том числе 3 статьи, входящих в издания, рекомендованные ВАК России и индексируемые в базах Scopus и Web of Science.

Выполненная на высоком уровне диссертация Пупкова Максима Владимировича является завершенной научно-квалификационной работой, соответствующей критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, и содержит новые научные результаты и решение актуальной задачи разработки методик проектирования низкоэнергетических перелетов КА с ограниченной орбиты около точки либрации L_1 или L_2 системы Солнце-Земля к ПОА.

Считаю, что автор диссертации Пупков М.В. заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.16. Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов.

Научный руководитель,
заведующий кафедрой
динамики полета и систем управления
Самарского университета,
д.т.н., профессор

 18.05.2026 О.Л. Старинова

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева» (Самарский университет)
443086, г. Самара, Московское шоссе, 34
+7 (902) 379-47-04
starinova@ssau.ru

