



Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования

«Московский государственный
технический университет имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

105005, г. Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1
тел. +7 (499) 263-63-91, факс +7 (499) 267-48-44
bmstu.ru bauman@bmstu.ru
ОГРН 1027739051779
ИНН 7701002520 КПП 770101001

Председателю диссертационного
совета 24.2.327.03
Московского авиационного
института

Малышеву В.В.

125993, г. Москва, Волоколамское
шоссе, д. 4, МАИ, отдел Ученого и
диссертационных советов

На № 02.06.2026 от 01.08-02/33920

Об отзыве на автореферат

Уважаемый Вениамин Васильевич!

Направляем Вам отзыв на автореферат диссертации Ковалевой Марины Владимировны «Совершенствование алгоритмов обработки траекторных измерений и методик обеспечения гарантированной точности определения и прогнозирования траектории космического аппарата», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.16 Динамика, баллистика и управление движением летательных аппаратов.

Приложение: 1. Отзыв на автореферат на 5 л. в 2 экз.

И.о. первого проректора

Алфимцев А.Н.

Корянов Всеволод Владимирович

vkoryanov@bmstu.ru

ОТДЕЛ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ
И КОНТРОЛЯ ИСПОЛНЕНИЯ
ДОКУМЕНТОВ МАИ

«10» 06 2026 г.



«УТВЕРЖДАЮ»

И.О. Первый проректор
МГТУ им. Н.Э. Баумана

д.э.н., профессор

Алфимцев А.М.

Дроговоз П.А.

«08» июня 2026 г.

О Т З Ы В

на автореферат диссертации Ковалевой Марины Владимировны
«Совершенствование алгоритмов обработки траекторных измерений и
методик обеспечения гарантированной точности определения и
прогнозирования траектории космического аппарата», представленной на
соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности
2.5.16 «Динамика, баллистика, управление движением летательных
аппаратов» (технические науки).

Засорённость околоземного космического пространства объектами
космического мусора на сегодняшний день является одной из наиболее
острых проблем освоения космоса.

К объектам космического мусора относятся: вышедшие из строя
искусственные спутники Земли; ступени ракет-носителей и разгонные блоки;
фрагменты разрушений космических аппаратов (КА) и ракет-носителей;
технологические элементы, сопутствующие запуску и работе КА; мелкие
частицы (от 1 мм и более), образовавшиеся в результате столкновений и
взрывов. По актуальным оценкам космический мусор состоит из: около 34
тысяч обломков размером более 10 см; порядка 128–130 миллионов частиц
размером от 1 мм до 10 см; количество фрагментов менее 1 мм не поддаётся
точному подсчёту. Отслеживать в реальном времени удаётся лишь крупные
объекты (от 10 см и больше). Обломки меньшего размера пока надёжно не
фиксируются.

Для получения необходимой точности определения и оценки
безопасности траектории движения КА необходимо знать диапазон
возможных погрешностей работы навигационных приборов. Для КА,

ОТДЕЛ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ
И КОНТРОЛЯ ИСПОЛНЕНИЯ
ДОКУМЕНТОВ МАИ

«10» 06 2026 г.

функционирующих на разных орбитах, эти диапазоны будут отличаться. Необходимо определить границы коридоров, в которые гарантированно попадают отклонения параметров орбиты под действием внешних сил, действующих на КА, с учётом ошибок их моделирования. Наборы таких сил будут зависеть от классов орбит в ОКП и дальнем космосе. Кроме того, необходимо оценить степень риска столкновения в моменты сближения КА с неуправляемыми космическими объектами, а также в условиях управления КА в составе многоспутниковой ОГ. На сегодняшний день наблюдается тенденция активного роста количества КА в космосе, в то время как число наземных измерительных средств увеличивается намного медленнее.

Перечисленные выше проблемы можно частично решить за счёт повышения требований к качеству обработки получаемых траекторных измерений (ТРИ) и оптимизации стратегии получения и обработки навигационных измерений.

В данном исследовании представлены новые научно обоснованные технологические решения задачи баллистико-навигационного обеспечения безопасности полетов космических аппаратов в условиях большого числа неуправляемых космических объектов в околоземном пространстве в том числе в составе многоспутниковых орбитальных группировок, а также в дальнем космосе.

Цель данной работы заключается в снижении ошибки определения орбиты космического аппарата за счет уменьшения количества отбракованных измерений, обеспечении гарантированной точности прогнозирования траектории движения аппарата как в околоземном пространстве, так и в дальнем космосе, а также в своевременном выявлении потенциально опасных ситуаций.

Оценка научной новизны.

Разработать новые научно обоснованные технологические решения, позволяющие обеспечить контроль безопасности размещения космических аппаратов на заданной орбите, включая их функционирование в составе

многоспутниковой орбитальной группировки, в условиях высокой плотности объектов в космическом пространстве.

Новые научные результаты, выдвинутые для публичной защиты:

1. Алгоритм обработки траекторных измерений космического аппарата с применением фильтрации методом кластерного анализа.

2. Методика определения параметров движения космического аппарата по траекторным измерениям с оценкой точности получаемого решения.

3. Методика прогнозирования параметров движения космического аппарата на основе модифицированного метода численного интегрирования Эверхарта.

4. Методика оценки степени безопасности движения космического аппарата с учётом возможных сближений с неуправляемыми объектами в околоземном космическом пространстве.

5. Анализ факторов, которые необходимо учитывать в процессе прогнозирования движения КА в околоземном космическом пространстве и на орбитах искусственного спутника Луны для достижения требуемой точности знания положения КА в заданные моменты времени.

Практическая ценность проведённых исследований определяется применимостью разработанного методического аппарата в:

- оперативных комплексах баллистико-навигационного обеспечения (БНО) (расчёт траекторий, прогнозирование движения, планирование времён проведения манёвров);

- научно-исследовательских работах в части баллистико-навигационного обеспечения полёта многоспутниковых орбитальных группировок и КА дальнего космоса (анализ возмущающих факторов, верификация моделей движения, оптимизация алгоритмов навигации).

Оценка авторитетности источников и выводов, сделанных диссертантом.

В тексте диссертационной работы автор ссылается на известные и проверенные исследования. Приведённые данные соответствуют текущему состоянию науки. Практические данные взяты для проведения

экспериментов достоверны, поскольку коррелируют с реальными измерениями, получаемыми в контуре оперативного баллистико-навигационного обеспечения полёта современных космических аппаратов.

Подведение итога, вывод и оценка работы.

Обоснованность сделанных выводов подтверждается корректностью применения, апробированного в научной практике исследовательского и аналитического аппарата, глубокими расчётами, полученными выводами и закономерностями.

Апробированность результатов работы.

Результаты полученные в ходе проведения научного исследования апробированы в ходе докладов на 10 конференциях и подтверждаются тремя актами о внедрении. Основные результаты работы опубликованы в 5 научных статьях в журналах из перечня ВАК.

Выводы диссертационного исследования подтверждены наличием новых научных результатов, которые отличаются от существующих ранее подходов и обогащают научное знание.

Задача и содержание работы соответствует паспорту специальности 2.5.16 «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов» (технические науки)».

Вместе с тем, в автореферате Ковалевой Марины Владимировны имеются следующие *недостатки*:

1. Описание средств получения измерений текущих навигационных параметров ограничено их перечислением в таблице сравнения результатов фильтрации без приведения их характеристик.

2. В автореферате говорится о классификации задач определения орбиты, но не указано что положено в основу данной классификации и про каким признакам происходит классификация.

Заключение.

Анализ автореферата позволяет заключить, что диссертационная работа Ковалёва Марины Владимировны представляет собой законченную научно-квалификационную работу. В ней содержится решение актуальной

научной задачи, имеющей существенное значение для развития методического аппарата оперативного баллистико-навигационного обеспечения полётов космических аппаратов как в околоземном космическом пространстве, так и в дальнем космосе.

Диссертация соответствует критериям «Положения о присуждении ученых степеней», утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 (редакция от 25.01.2024 г.)», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Ковалева Марина Владимировна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.16 «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов» (технические науки).

Отзыв подготовил:

Доцент, кандидат технических наук, доцент кафедры СМ-3 «Динамика и управление полетом ракет и космических аппаратов»



Корянов Всеволод
Владимирович
«1» июня 2026 г.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана»

Почтовый адрес: 105005, г. Москва, ул. 2-я Бауманская, дом 5, стр.1.

Телефон: +7 (916) 717-62-53, e-mail: vkoryanov@bmstu.ru