

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«Рязанский государственный
радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина»**

(ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет им. В.Ф.Уткина»,
ФГБОУ ВО «РГРТУ», РГРТУ)

Гагарина ул., 59/1, г. Рязань, 390005

Телефон: (4912) 72-03-03

Факс: (4912) 92-22-15

E-mail: rgrtu@rsreu.ru

18.09. 2024 г. № 4099/90

На № _____ от _____

**Председателю диссертационного совета
24.2.327.03**

Федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Московский
авиационный институт (национальный
исследовательский университет)»
д.т.н., профессору
Малышеву Вениамину Васильевичу

Волоколамское шоссе, д. 4, г. Москва, 125993

Уважаемый Вениамин Васильевич !

Направляю отзыв на диссертацию Усовика Игоря Вячеславовича на тему
«Разработка методов и алгоритмов моделирования потоков космического мусора
и метеороидов для решения прикладных задач ограничения техногенного
засорения околоземного космического пространства» на соискание ученой
степени доктора технических наук по специальности 2.3.1 «Системный анализ,
управление и обработка информации, статистика (технические науки)».

Приложение. Отзыв на 6 л., 2 экз.

Проректор по научной работе
и инновациям



С.И. Гусев

Исп. Москвитин А.Э.
тел./факс: (4912) 72-03-72

ОТДЕЛ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ
И КОНТРОЛЯ ИСПОЛНЕНИЯ
ДОКУМЕНТОВ МАИ

«19» 09 2024 г.

ОТЗЫВ

официального оппонента

доктора технических наук, доцента Москвитина Алексея Эдуардовича, ведущего научного сотрудника НИИ «Фотон» ФГБОУ ВО «РГРТУ», на диссертацию Усовика Игоря Вячеславовича, выполненную на тему: «Разработка методов и алгоритмов моделирования потоков космического мусора и метеороидов для решения прикладных задач ограничения техногенного засорения околоземного космического пространства», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (технические науки)

Актуальность темы диссертации

Информационное обеспечение различных видов хозяйственной деятельности, позволяющее повысить её эффективность, является основой современной цифровизации. Особенно важно это в ракетно-космической отрасли, отличающейся продолжительностью, сложностью и объемом проектов.

Существенный рост запускаемых космических систем, усложнение космических операций и разрушения на орбитах приводят к дальнейшему росту техногенного засорения околоземного космического пространства (ОКП) и как следствие к росту негативных эффектов для функционирующей ракетно-космической техники. Внедрение разработанных методов и алгоритмов моделирования потоков космического мусора (КМ) и метеороидов в практику информационного обеспечения безопасности осуществления космических операций позволит обеспечить долговременное функционирование космической техники в существенно изменяющихся условиях техногенного засорения околоземного космического пространства (ОКП).

Развитие методологии моделирования КМ и метеороидов, включающей разработку методов и алгоритмов, позволяющих проводить оценки характеристик плотностей потока частиц, влияния мер ограничения

образования и активного удаления КМ на уровень техногенного засорения ОКП в долгосрочной перспективе и решения целого ряда других прикладных задач является актуальным.

Новизна полученных результатов

Научная новизна данного исследования заключается в новом классе разработанных методов и алгоритмов моделирования потоков КМ и метеороидов, основанных на использовании условных статистических распределений и отдельного моделирования различных групп объектов для решения прикладных задач ограничения техногенного засорения околоземного космического пространства. Предлагаемые методы и алгоритмы обеспечивают информационное обеспечение безопасности основных космических операций на различных этапах жизненного цикла космических систем.

Достоверность и обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций

Достоверность полученных результатов обеспечивается точным использованием математического аппарата, статистическим анализом, а также сравнением результатов с экспериментальными данными. Полученные результаты не противоречат фундаментальным принципам теории и реальной практики в области исследований. Основные теоретические положения подтверждены успешной практической реализацией результатов исследования.

Теоретическая значимость работы

Значимость данной работы заключается в теоретическом обосновании и практической проверке нового класса методов и алгоритмов моделирования потоков КМ и метеороидов для решения важной научной проблемы - информационного обеспечения безопасности осуществления космических операций.

Практическая значимость работы

Практическая значимость заключается в:

– разработанном специальном математическом и программно-алгоритмическом обеспечении, реализующем новые методы и алгоритмы расчета характеристик потока спорадических метеороидов и КМ, а также прогнозирования и оценки техногенного засорения ОКП при различных сценариях осуществления космической деятельности;

– полученных исходных данных, положенных в основу государственного стандарта ГОСТ Р 25647.167–2022 «Модель пространственно-временного распределения плотности потоков техногенного вещества в космическом пространстве»;

– предложениях по использованию оценок потоков КМ и метеороидов в прикладных задачах при проектировании средств выведения и космических аппаратов, а также для принятия управленческих решений по мерам и требованиям ограничения техногенного засорения ОКП на основе результатов долгосрочного прогнозирования потоков КМ.

Оценка содержания и завершенности диссертации

В первой главе обосновывается актуальность научной проблемы и приводится системный анализ решаемых задач. Содержится обоснование необходимости развития методологии моделирования КМ и области применения методик и алгоритмов расчета потоков КМ для решения прикладных задач ограничения техногенного засорения околоземного космического пространства, постановку задач исследования на основе анализа проблемы КМ, методов его ограничения, снижения и моделирования.

Вторая глава содержит описание разработанных методик и алгоритмов расчёта плотности потока спорадических метеороидов в ОКП. Учитываются последние экспериментальные данные о спорадических метеороидах, учет затенения Землей и гравитационный эффект. Отличительной особенностью разработанной методики является учет влияния гравитационного эффекта не только на модуль скорости, но и на направление вектора скорости.

Третья глава содержит методы и алгоритмы расчета потоков КМ. Отличительной особенностью разработанных методов и алгоритмов является использование условных распределений КМ по баллистическим параметрам и раздельное моделирование различных групп объектов. Также рассмотрены особенности техногенного засорения и его эволюции наиболее используемых областей ОКП: низких околоземных орбит, средневысоких орбит функционирования глобальных навигационных систем и геостационарной орбиты. Представлена верификация разработанных моделей по экспериментальным данным

В четвертой главе содержатся результаты применения разработанных методик и алгоритмов для решения прикладных задач обеспечения безопасности космических полетов, связанных с оценкой плотностей потоков частиц и вероятностей столкновения с КМ и метеороидами для перспективных изделий ракетно-космической техники.

Пятая глава содержит описание общей методики оценки вероятности критического столкновения с космическим мусором и метеороидом, которая может использоваться для предварительных оценок, на стадии проектирования космических систем, до проведения полных расчетов.

Структура и содержание диссертации обладают внутренней логикой и соответствуют паспорту специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (технические науки).

Автореферат отражает основное содержание и результаты диссертации. Оформление автореферата и диссертации соответствует требованиям ВАК РФ.

Замечания по диссертации

1. Разработанные методы и алгоритмы имеют ограниченные области применения, что ограничивает их дальнейшее развитие, без переработки.

2. Возможно представить большее количество описываемых алгоритмов в виде соответствующих блок-схем.

3. В диссертации не даны рекомендации по конструкции средств защиты космических аппаратов от частиц КМ с энергией до 1000 Дж.

4. По тексту диссертации нет пояснений, в каких главах и разделах раскрываются положения, выносимые на защиту.

Необходимо отметить, что приведенные замечания не снижают общей положительной оценки диссертации.

Опубликованность основных результатов диссертации

Основные научные результаты диссертации достаточно полно отражены в 24 статьях, входящих в рецензируемые издания Перечня ВАК Минобрнауки России, включая 15 в изданиях по специальности 2.3.1., 14 статьях в журналах, индексируемых в международных реферативных базах данных Scopus, WebofScience, в 4 монографиях и 2 учебных пособиях.

Заключение

Несмотря на имеющиеся замечания, диссертация УСОВИКА Игоря Вячеславовича является завершенной научно-квалификационной работой на актуальную тему, обладающую смысловым и содержательным единством формулировок темы, цели, поставленных задач, результатов и выводов, теоретические положения которой можно охарактеризовать как крупное научное достижение в области информационного обеспечения космической деятельности. В работе представлены обоснования поставленных научно-исследовательских задач, разработаны и подробно описаны методы и алгоритмы их решения, выполнен анализ полученных научных и практических результатов, сформулированы выводы и сделаны рекомендации по использованию результатов.

Изложение материала ясное, стилистика соответствует уровню докторского исследования, используется терминология и методы описания результатов, принятые в областях информатики, вычислительной техники, системного анализа, управления и обработки информации, статистики.

В диссертации Усовика И.В. сформулирована и решена научная проблема, имеющая важное хозяйственное значение, внедрение результатов

которой вносит значительный вклад в развитие ракетно-космической отрасли страны, в части информационного обеспечения безопасности осуществления космических операций с использованием оценок и прогнозов по разработанным методам и алгоритмам моделирования потоков КМ и метеороидов в условиях существенного изменения осуществления КД при проектировании и эксплуатации космических систем.

Диссертационная работа удовлетворяет требованиям ВАК РФ, предъявляемым к докторским диссертациям по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (технические науки). Диссертация соответствует критериям, изложенным в п.9 абзаца 1 «Положения о присуждении учёных степеней» (Постановление Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842). Автор работы Усовик Игорь Вячеславович – заслуживает присуждения учёной степени доктора технических наук.

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ОППОНЕНТ:

Ведущий научный сотрудник НИИ «Фотон»
ФГБОУ ВО «РГРТУ», д.т.н., доцент

Москвитин Алексей Эдуардович

« 18 » сентября 2024 года

Контактные данные:

тел.: 8(4912)72-03-72,

e-mail: foton@rsreu.ru,

адрес места работы: 390005, г. Рязань, ул. Гагарина, 59/1, РГРТУ.

Подпись официального оппонента Москвитина Алексея Эдуардовича
заверяю:

Проректор по научной работе и инновациям ФГБОУ ВО «РГРТУ»



С.И. Гусев

С отзывом ознакомлен

19.09.24