



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ИНСТИТУТ КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

02 АПР 2015

№ 11204 /

3367-58

на №

от

Отзыв ведущей организации
на диссертацию Усовика И.В.

В Ученый совет МАИ
Ученому Секретарю
Диссертационного совета
Д212.125.12
В.В. Дарнопыху
125993 Москва, А-80, ГСП-3,
Волоколамское ш., 4

Уважаемый Валерий Витальевич!

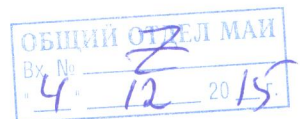
Направляем Вам отзыв ведущей организации ФГБУН Института космических исследований РАН на диссертацию Усовика Игоря Вячеславовича «Методика оценки долговременной эволюции техногенного засорения низких околоземных орбит при реализации активного удаления космического мусора» (прилагается), представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 15.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации (авиационная и ракетно-космическая техника)».

Приложение:

1. Отзыв ведущей организации в 2-х экз., на 7 л. каждый.
2. Диссертация в 1 экз.
3. Сведения о ведущей организации в 2-х экз., на 2 л. каждый.

Зам. директора ИКИ РАН

Р.Р. Назиров





УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора ИКИ РАН

д.т.н., проф.

Р.Р.Назиров

2015 г.

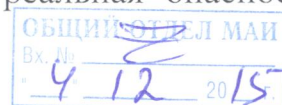
ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу **Усовика Игоря Вячеславовича**
«Методика оценки долговременной эволюции техногенного
засорения низких околоземных орбит при реализации
активного удаления космического мусора»,

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации (авиационная и ракетно-космическая техника)»

Диссертационная работа И.В. Усовика направлена на решение актуальной и практически важной задачи, связанной с проблемой техногенного засорения околоземного пространства, и посвящена разработке методики оценки долговременной эволюции техногенного засорения низких околоземных орбит (НОО) при реализации активного удаления космического мусора (КМ).

Проблема ограничения и снижения техногенного засорения является **одной из весьма актуальных проблем** на международном и национальных уровнях, решение которой существенно влияет на успешное развитие космической деятельности. Работа по решению этих проблем активно проводится практически во всех национальных космических агентствах, в ООН и других международных и межагентских организациях. Практика эксплуатации МКС и автоматических КА, в процессе которой неоднократно регистрировались события опасных сближений с фрагментами КМ и столкновений с ним, свидетельствует, что существует реальная опасность



таких событий и необходимо проводить работы по оценке долговременной эволюции техногенного засорения области НОО.

В рассматриваемой диссертационной работе предлагается использовать методику, основанную на разделении всего множества объектов КМ на три подмножества: объекты для активного удаления, вновь запущенные объекты и прочие объекты КМ. Поскольку состав и характеристики объектов двух первых подмножеств известны, прогнозирование орбитальной эволюции этих объектов может быть произведено поштучно. Прогноз орбитальной эволюции объектов из третьего подмножества проводится с использованием статистической модели КМ. Учет исчезновения с орбиты объектов, выбранных для активного удаления, и появления на орбите вновь запущенных объектов позволяет на каждом интервале прогнозирования перестроить распределения объектов каждого подмножества и получить более точные оценки количества и последствий столкновений на заданном интервале времени.

В диссертационной работе поставлены и решены следующие научные задачи:

1. Разработана методика оценки долговременной эволюции техногенного засорения низких околоземных орбит при реализации активного удаления КМ, основанная на раздельном моделировании и статистической модели КМ.

2. Разработаны частные компоненты статистической модели КМ, предназначенные для:

- расчета статистических распределений КМ;
- оценки частоты столкновений;
- оценки последствий столкновений.

Данные компоненты статистической модели КМ необходимы для оценки долговременной эволюции техногенного засорения низких околоземных орбит объектами размером более 10 см при реализации активного удаления.

3. Разработано программно-математическое обеспечение для оценки долговременной эволюции техногенного засорения низких околоземных орбит объектами размером более 10 см при реализации активного удаления КМ.

Рассматриваемая диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы. Текст работы содержит 112 страниц машинописного текста, 6 таблиц, 64 рисунка, 36 наименований литературных источников.

Во введении (стр. 4-12) обоснована актуальность исследования, сформулированы цели и задачи работы, описана ее структура, рассмотрены научная новизна, практическая значимость и достоверность полученных результатов, сформулированы основные положения диссертационной работы, выносимые на защиту.

В первой главе (стр. 13 - 41) проведен анализ текущего состояния техногенного засорения, создаваемых КМ проблем, методов их решения, выявлены наиболее актуальные задачи в области исследования и разработки методов снижения и ограничения техногенного засорения.

Во второй главе (стр. 43 - 70) представлена разработанная автором методика оценки долговременной эволюции техногенного засорения НОО при реализации активного удаления КМ, а также разработанные автором частные компоненты статической модели КМ. В данной главе также приводится обоснование методик и моделей, предлагаемых для решения поставленной задачи.

В третьей главе (стр. 71-77) представлены основные принципы построения программно-математического обеспечения для решения задачи оценки долговременной эволюции техногенного засорения низких околоземных орбит при реализации активного удаления, а также приведено описание основных модулей и структурной схемы разработанного автором программного комплекса.

В четвертой главе (стр.78-103) представлены результаты использования разработанного программного комплекса для проведения расчетов в

соответствии с исходными данными, разработанными Межагентским координационным комитетом по космическому мусору. Показано, что результаты оценки, полученные с использованием разработанной автором методики, хорошо соотносятся с результатами зарубежных исследований. На основании расчетов показано, что с учетом текущей интенсивности запусков для стабилизации и снижения техногенного засорения области НОО необходимо помимо соблюдения мер ограничения техногенного засорения удалять по крайней мере 5 крупных объектов с наибольшим значением произведения массы на вероятности столкновения. Выявлены области по высоте и наклонению, из которых удаление КМ необходимо проводить в первую очередь.

В заключении (стр. 104-105) сформулированы основные результаты и выводы диссертационной работы.

Отдельно выделены основные публикации автора по теме диссертационной работы (стр.107).

В списке литературы (стр.109-112) представлены библиографические материалы, использованные при работе над диссертационной работой.

Текст диссертации написан квалифицированно, изложен литературно-техническим языком, должным образом оформлен. Материалы изложены логично и аргументировано.

Научная новизна полученных автором диссертации результатов заключается в следующем:

1) предложен оригинальный подход и разработана методика оценки долговременной эволюции техногенного засорения области низких околоземных орбит при реализации активного удаления космического мусора, основанная на раздельном моделировании и статистической модели КМ, что в отличие от применяемых за рубежом методов позволяет решать поставленную задачу с существенно меньшими затратами времени;

2) разработаны частные компоненты статистической модели космического мусора (расчет статистических распределений КМ, оценка

частоты столкновений, оценка последствий столкновений), которые в отличие от ранее существовавших используют многомерные статистические распределения и рассчитываются на большем количестве исходных данных;

3) разработано программно-математическое обеспечение для оценки долговременной эволюции техногенного засорения области низких околоземных орбит объектами размером более 10 см при реализации активного удаления космического мусора.

Практическая значимость работы заключается том, что:

1) разработанные методика и программно-математическое обеспечение обладают практической значимостью для принятия административных решений в области ограничения и снижения техногенного засорения;

2) получены оценки влияния активного удаления космического мусора на долгосрочную эволюцию техногенного засорения области низких околоземных орбит при различных сценариях;

3) выявленные области низких околоземных орбит, для которых в первую очередь необходимо проводить операции активного удаления космического мусора с целью стабилизации и снижения техногенного засорения в долгосрочной перспективе, могут быть использованы, в частности, при планировании и реализации проектов по активному удалению КМ.

Достоверность результатов, полученных в диссертационной работе, подтверждается корректным использованием существующего математического аппарата, сравнительным анализом с аналогичными результатами. Результаты работы докладывались на всероссийских и международных конференциях.

Полученные в диссертационной работе Усовика И.В. результаты (в частности, методика и программно-математическое обеспечение) уже **используются** в рамках работы Межагентского координационного комитета по космическому мусору и **могут быть рекомендованы** для практического использования в научных организациях ракетно-космической промышленности для оценки долговременной эволюции техногенного

засорения области НОО и принятия административных решений о мерах ограничения техногенного засорения и активном удалении.

К диссертационной работе имеются следующие **замечания**:

1. В главе 1 сделан достаточно подробный обзор современного состояния проблемы техногенного засорения околоземного космического пространства и существующих методов предотвращения образования и активного удаления космического мусора. Однако при этом практически отсутствует упоминание имен конкретных специалистов, российских и зарубежных, внесших наиболее значительный вклад в изучение данной проблемы и разработку упомянутых методов, что несколько снижает целостность обзора.

2. В работе приведены результаты расчетов, сделанных на основе сценариев, принятых Межагентским координационным комитетом по космическому мусору. Но для большей наглядности результатов количество исследуемых сценариев могло бы быть расширено.

3. На наш взгляд, в тексте работы недостаточно внимания уделено описанию разработанного автором программного комплекса и особенностей его использования. Поскольку создание программного комплекса, реализующего разработанную автором методику, является неотъемлемой частью диссертационной работы, его описание могло бы быть более подробным.

4. В работе присутствуют опечатки, что иногда несколько затрудняет восприятие материала.

Однако приведенные замечания являются второстепенными и не снижают общего высокого научного уровня и практической значимости рассматриваемой диссертационной работы.

Таким образом, по данной работе может быть сделано следующее **заключение**:

Диссертационная работа Усовика Игоря Вячеславовича на тему «Методика оценки долговременной эволюции техногенного засорения низких

околоземных орбит при реализации активного удаления космического мусора» представляет собой законченную научно-квалификационную работу на актуальную тему, имеет практическую значимость и соответствует паспорту специальности 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации (авиационная и ракетно-космическая техника)». Основное содержание работы, результаты и выводы достаточно полно изложены в автореферате. Новые результаты, полученные диссертантом, позволяют учитывать активное удаление объектов КМ при долгосрочном прогнозировании техногенного засорения области низких околоземных орбит и выделять области для первоочередного проведения таких операций.

По своей актуальности, научной новизне, объему выполненных исследований и практической значимости полученных результатов, содержанию и оформлению рассматриваемая диссертационная работа соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, представленным на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор Усовик Игорь Вячеславович заслуживает присуждения искомой ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации (авиационная и ракетно-космическая техника)».

Ведущий научный сотрудник,
д. ф.-м.н.



Ковалева А.С.


Ведущий математик,
к.ф.-м.н.



Федяев К.С.

Отзыв рассмотрен и одобрен на заседании Научно-технического совета ИКИ РАН, протокол № 3 от 26 ноября 2015 года.

Секретарь



Стеценко Л.К.