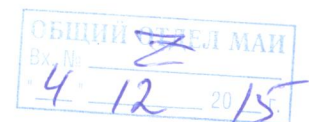


ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу
Усовика Игоря Вячеславовича на тему: «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)

Актуальность темы диссертации

В диссертационной работе Усовика Игоря Вячеславовича предлагается решение актуальной задачи — разработка методики оценки долговременной эволюции техногенного засорения низких околоземных орбит при реализации активного удаления космического мусора (КМ). На основании расчетов с использованием методов, разработанных соискателем (являющимся активным членом Управляющей группы международного Межагентского координационного комитета по космическому мусору (IADC)), принимаются решения и готовятся рекомендации и регламентирующие деятельность в космосе документы ООН и других международных и межагентских организаций. В последние годы техногенное засорение доставляет все больше проблем операторам космических аппаратов (КА), увеличивается количество опасных сближений КА с элементами КМ, регистрируется все больше случаев выхода из строя КА от столкновения с КМ, МКС все чаще вынуждена совершать маневры уклонения от столкновения с КМ. На фоне этих проблем соискателем предлагается новая комплексная и в то же время экономичная методика оценки долговременной эволюции техногенного засорения низких околоземных орбит при реализации активного удаления с них крупного КМ.



Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

При обосновании научных положений и разработке программно-алгоритмического обеспечения предлагаемой методики в диссертации использован эффективный современный математический аппарат и новейшие технологии программирования. При этом в разработанных автором моделях разумно используются и уже существующие. Был проведен сравнительный анализ полученных автором результатов с аналогичными результатами зарубежных специалистов, что показало удовлетворительную их согласованность. Теоретические и практические результаты автора прошли широкую апробацию на Всероссийских и Международных конференциях. Все это позволяет считать сформулированные в диссертации научные положения, выводы и рекомендации достаточно достоверными и обоснованными.

Научная новизна и практическая значимость результатов автора

До сих пор не были известны российские и доступные зарубежные программные комплексы, позволяющие эффективно решать поставленную диссертантом задачу, а многие из тех, которые можно было бы частично использовать, отличаются большим расходом времени на вычисления. Таким образом, можно сделать вывод, что выносимые на защиту положения обладают научной новизной и практической значимостью. Это следующие результаты.

1) Оригинальная теоретически обоснованная и практически апробированная методика оценки долговременной эволюции техногенного засорения области низких околоземных орбит при реализации активного удаления КМ, основанная на разбиении всего множества объектов на группы, отдельном их моделировании, использовании статистической модели КМ, современных вычислительных методов и технологий программирования. В отличие от применяемых за рубежом методов, предлагаемый аппарат позволяет решать поставленную задачу с существенно меньшими затратами времени.

2) Обобщение формулы расчета концентрации КМ в высотном-широтном диапазоне; новый более детальный теоретический подход к расчету оценки количества столкновений в низкоорбитальной области и фрагментации в результате столкновений.

3) Частные компоненты статистической модели космического мусора

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

В отличие от ранее существующих, они используют многомерные статистические распределения и рассчитываются с использованием большего количества исходных данных.

4) Программно-математическое обеспечение предложенной методики.

Практическая значимость работы заключается также в следующем.

1) Разработанные методика и программно-математическое обеспечение крайне важны для принятия административных и конструкторских решений в области ограничения и снижения техногенного засорения, а также для обеспечения безопасности космической деятельности.

2) Разработанные в диссертации методы позволяют получать оценки влияния активного удаления космического мусора на долгосрочную эволюцию техногенного засорения области низких околоземных орбит при различных сценариях, которые должны учитываться при планировании космической деятельности.

3) В диссертации определены области низких околоземных орбит, для которых в первую очередь необходимо проводить операции активного удаления космического мусора для стабилизации и снижения техногенного засорения в долгосрочной перспективе.

Содержание диссертационной работы

Структура диссертационной работы представляется достаточно логичной.

Во введении обоснована актуальность исследования, сформулированы цели и задачи работы, описана структура, перечислены полученные лично автором новые научные и практические результаты.

В первой главе проведен анализ текущего состояния техногенного засорения, угроз космической деятельности со стороны КМ и возможных методов противодействия им, выявлены наиболее актуальные задачи в области исследования методов снижения и ограничения техногенного засорения и повышения безопасности космической деятельности.

Во второй главе изложены разработанная автором методика оценки долговременной эволюции техногенного засорения НОО при реализации активного удаления из нее КМ, а также необходимые для реализации методики модели.

Третья глава содержит основные принципы построения программно-математического обеспечения методики, описание основных модулей и структурной схемы программного комплекса.

В четвертой главе представлены результаты использования разработанного программного комплекса для проведения расчетов в соответствии с исходными данными, разработанными комитетом IADC. Показано, что результаты оценок, полученных с использованием разработанной автором методики, достаточно хорошо согласуются с соответствующими результатами зарубежных исследователей. На основании выполненных автором расчетов показано, что с учетом текущей интенсивности запусков для стабилизации и снижения техногенного засорения области НОО необходимо помимо соблюдения мер ограничения техногенного засорения удалять 5 крупных объектов с наибольшим значением произведения массы на вероятности столкновения (соответствующий критерий утвержден комитетом IADC). Выявлены области околоземного космоса по высоте и наклонению, из которых удаление КМ необходимо проводить в первую очередь.

В заключении сформулированы вынесенные на защиту полученные лично автором основные положения, научные и практические результаты.

Соответствие диссертации установленным требованиям

Рассматриваемая диссертация представляет собой комплексное исследование, охватывающее ряд областей, перечисленных в паспорте специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (авиационная и ракетно-космическая техника): пункт 2 "Формализация и постановка задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации"; пункт 3 "Разработка критериев и моделей описания оценки эффективности решения задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации"; пункт 5 "Разработка специального математического и алгоритмического обеспечения систем анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации"; пункт 11 "Методы и алгоритмы прогнозирования и оценки эффективности, качества и надежности сложных систем".

В соответствии с требованиями Положения о присуждении ученых степеней

- полученные результаты диссертационного исследования соответствуют поставленной цели и задачам;

- основные результаты диссертации достаточно полно отражены в 3 статьях рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ, 1 статье в зарубежном издании, индексируемом в базе данных Scopus, в материалах монографии, опубликованной издательством ФИЗМАТЛИТ;

- диссертационная работа соответствует паспорту специальности 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации (авиационная и ракетно-космическая техника)»;

Замеченные недостатки

1. В тексте диссертации допущен ряд неточностей в математическом представлении моделей (с.49, формулы 2.1 и 2.2; с.58, формула 2.23, с.60, формула во 2-й строчке сверху, 2.36, 2.38, 2.39).

2. В диссертации моделирование техногенной засоренности ограничено размерами КМ 10 см и более. Вместе с тем, с точки зрения обеспечения безопасности и в текущем периоде, и при долгосрочном прогнозе важно рассматривать и более мелкие объекты, в том числе, размером менее 1 см.

3. В работе недостаточно внимания уделено описанию программно-алгоритмического комплекса, его особенностей и возможностей, что было бы полезно при реализации моделей другими специалистами.

Приведенные замечания не снижают общего высокого научного уровня и практической значимости диссертации Усовика И.В., который вполне способен устранить эти недостатки в дальнейшем.

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 цельную завершенную научно-квалификационную работу на актуальную тему, имеет практическую значимость. Новые результаты, полученные диссертантом, позволяют адекватно учитывать активное удаление объектов КМ при долгосрочном прогнозировании техногенного засорения области низких околоземных орбит и обоснованно выделять орбитальные области для первоочередного проведения таких операций. Результаты исследований диссертанта вносят важный теоретический и практический вклад в решение проблем обеспечения безопасности космической деятельности в настоящее время и в перспективе.

Автореферат диссертации достаточно полно отражает основные научные и практические личные достижения автора, представленные им в диссертации. То же можно сказать и о его публикациях.

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

Официальный оппонент:

доктор технических наук, профессор,


старший научный сотрудник

НИИЦ (г. Москва) ЦНИИ ВВКО

Станислав Сергеевич Вениаминов

129345, г. Москва, ул. Осташковская, 12а,

тел. 8 (916) 8101088, e-mail: sveniami@gmail.com




С. С. Вениаминов

Подпись Вениаминова Станислава Сергеевича заверяю

ученый секретарь

кандидат технических наук, старший научный сотрудник

 В. А. Попов

