

СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ ДИССЕРТАЦИИ

Диссертационный совет: Д 212.125.12

Соискатель: Усовик Игорь Вячеславович

Тема диссертации: Методика оценки долговременной эволюции техногенного засорения низких околоземных орбит при реализации активного удаления космического мусора

Специальность: 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (авиационная и ракетно-космическая техника)»

Решение диссертационного совета по результатам защиты диссертации: На заседании 24 декабря 2015 года диссертационный совет пришёл к выводу о том, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, соответствующую критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, и принял решение присудить Усовику И.В. учёную степень кандидата технических наук.

Присутствовали: *председатель диссертационного совета В.В. Малышев, заместитель председателя диссертационного совета М.Н. Красильщиков, ученый секретарь диссертационного совета В.В. Дарнопых, члены диссертационного совета:* В.Т. Бобронников, В.С. Брусов, С.А. Горбатенко, В.Н. Евдокименков, С.Ю. Желтов, А.И. Кибзун, М.С. Константинов, Л.Н. Лысенко, В.П. Махров, С.Н. Падалко, В.Н. Почукаев, Ю.Н. Разумный, Г.Г. Райкунов, В.В. Родченко, С.И. Рыбников, В.Е. Усачов, Г.Ф. Хахулин, М.М. Хрусталёв, А.В. Шаронов.

Ученый секретарь диссертационного
совета Д 212.125.12



В.В. Дарнопых

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.125.12
на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет)»
Министерства образования и науки Российской Федерации (ФГБОУ ВО МАИ)
по диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук
аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от «24» декабря 2015 г. протокол № 15

О присуждении **Усовику Игорю Вячеславовичу**, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Методика оценки долговременной эволюции техногенного засорения низких околоземных орбит при реализации активного удаления космического мусора» в виде рукописи по специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (авиационная и ракетно-космическая техника)» принята к защите 22 октября 2015 года, протокол №10 диссертационным советом Д 212.125.12 на базе ФГБОУ ВО МАИ, 125993, г. Москва, А-80, ГСП-3, Волоколамское шоссе, д. 4, номер и дата приказа о создании диссертационного совета 105/нк от 11.04.2012.

Соискатель Усовик Игорь Вячеславович 1991 года рождения, в 2013 году с отличием окончил ФГБУ ВПО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», основное место работы в период подготовки и на момент защиты диссертации: в период с 05.2013 по 12.2015 – аспирант кафедры «Системный анализ и управление».

Диссертация выполнена в ФГБУ ВО МАИ на кафедре «Системный анализ и управление».

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Системный анализ и управление» Московского авиационного института (национального исследовательского университета) **Малышев Вениамин Васильевич**.

Официальные оппоненты:

1) **Вениаминов Станислав Сергеевич** – гражданин Российской Федерации, доктор технических наук, профессор, старший научный сотрудник Научно-исследовательского испытательного центра Федерального государственного бюджетного учреждения Центрального научно-исследовательского института Войск

воздушно-космической обороны (ФГБУ «ЦНИИ ВВКО») Министерства обороны Российской Федерации;

2) **Клишин Александр Федорович** – гражданин Российской Федерации, кандидат технических наук, заместитель начальника отделения Центра аэродинамического и теплового проектирования космических аппаратов Федерального государственного унитарного предприятия «Научно-производственное объединение имени С.А.Лавочкина» (ФГУП «НПО им. С.А.Лавочкина»).

Дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация:

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт космических исследований Российской академии наук (ИКИ РАН) **дала положительное заключение** (заключение составлено ведущим научным сотрудником, доктором физико-математических наук А.С. Ковалевым, ведущим математиком кандидатом физико-математических наук К.С. Федяевым, утверждено заместителем директора ИКИ РАН, доктором технических наук, профессором Р.Р. Назировым)

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт космических исследований Российской академии наук (ИКИ РАН) (ведущая организация). **Отзыв положительный.**

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.

2. Вениаминов Станислав Сергеевич (официальный оппонент). Отзыв положительный.

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 космического мусора 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.

3. Клишин Александр Федорович (официальный оппонент). Отзыв положительный.

Замечания:

1. В главе 1 отсутствуют данные о повышенной опасности воздействия многочисленных малоразмерных (диаметром от 0,1 до 1,0 см) техногенных тел на критичные (чувствительные к пробую) системы и агрегаты аппаратов.

2. Приведенные в работе результаты расчета по методике автора выполнены по сценариям Межагентского координационного комитета по КМ. Для подтверждения больших возможностей созданной методики следовало увеличить число исследуемых сценариев собственными.

3. Графики результатов расчета вариантов сценариев, приведенные в диссертации

и автореферате, следовало представить в более крупном масштабе и четком исполнении.

4. ФГБУ «Институт прикладной геофизики имени академика Е.К.Федорова» (ФГБУ "ИПГ"). Отзыв положительный. Отзыв подписан старшим научным сотрудником, д.т.н. А.В. Тертышниковым, ученым секретарем, к.ф.-м.н. Е.Н. Хотенко и утвержден директором, д.ф.-м.н. В.Б.Лапшиным.

Без замечаний.

5. АО «Информационные спутниковые системы» им. академика М.Ф. Решетнева (АО "ИСС") Отзыв положительный. Отзыв подписан заместителем главного конструктора разработки космических комплексов (систем) координатно-метрического назначения, наземных комплексов управления и баллистического обеспечения, д.т.н. А.К. Гречкосеевым, начальником сектора разработки баллистического и навигационного обеспечения КА и космических систем Ю.Л. Булыным, ученым секретарем НТС секции № 1 А.Н. Кульковым и утвержден председателем секции №1 НТС предприятия, заместителем генерального конструктора по разработке космических систем, общему проектированию и управлению космическими аппаратами Ю.Г. Выгонским.

В качестве замечаний отмечено:

1. В соответствии с требованиями Межагентского координационного комитета по космическому мусору именно область до 2000 км является защищаемой областью околоземного космического пространства. В тексте автореферата диссертации более детальная градация засоренности этой защищаемой области отсутствует;
2. Учитывая, что многие отечественные спутники работают на высотах 700-900, 1300-1500 км, было бы полезным исследовать засоренность орбит именно на данных высотах.

6. ФГУП «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева». Отзыв положительный. Отзыв подписан главным специалистом КБ «Салют», к.т.н. В.Ю. Юрьевым, ученым секретарём ГКНПЦ им. М.В. Хруничева, д.т.н. проф. Ю.А.Цуриковым.

В качестве замечаний указано:

1. Недостаточно полное описание применяемых моделей и их особенностей.
2. Недостаточное количество иллюстративного материала.

7. РКК «Энергия» им. С.П. Королёва. Отзыв положительный. Отзыв подписан начальником сектора, к.ф.-м.н. В.Г. Соколовым, учёным секретарём ОАО РКК «Энергия», к.ф.-м.н. О.Н. Хатунцевой.

Без замечаний.

8. ФГУ «Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук». Отзыв положительный. Отзыв подписан ведущим научным сотрудником, д.т.н., с.н.с. О.В. Яковлевым, заверен в управлении кадров В.С.Болотиной. В качестве замечания указано:

1. Результаты моделирования последствий столкновений космических объектов в работе не учитывают воздействие атмосферы для низких орбит, что, впрочем, оговорено в автореферате.

2. В тексте автореферата диссертации недостаточно внимания уделено описанию разработанного программно-математического обеспечения.

9. Научно-исследовательский институт космических систем им. А.А.Максимова, филиал ФГУП «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева». Отзыв положительный. Отзыв подписан заместителем начальника комплекса, д.т.н., проф. В.Д.Куреевым, главным научным сотрудником, д.т.н., проф. В.С.Чаплинским и утвержден руководителем филиала ФГУП «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева» - директором НИИ космических систем им. А.А.Максимова, д.т.н., проф. М.И.Макаровым.

В качестве замечания указано отсутствие в автореферате оценок точности расчетов, проведенных с использованием разработанного программно-методического комплекса.

10. Межрегиональная общественная организация «Российская академия космонавтики имени К.Э.Циолковского». Отзыв положительный. Отзыв подписан главным ученым секретарем, к.т.н., с.н.с. Ю.П.Тюкаловым, вице-президентом, исполнителем директором МОО "РАКЦ" Б.А.Лящуком.

В качестве замечаний к содержанию автореферата следует отметить недостаточное количество иллюстративного материала, например, не представлено распределение КМ внутри области низких околоземных орбит, что можно отметить в качестве замечания.

11. Механико-математический факультет Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова. Отзыв положительный. Отзыв подписан заместителем декана механико-математического факультета МГУ, д.ф.-м.н., проф. Н.Н. Смирновым.

В качестве недостатков отмечено:

1. В тексте автореферата диссертации недостаточно подробно изложены особенности используемых математических методов и моделей;
2. Автор упоминает столкновение американского спутника связи Iridium 33 и российского КА Космос-2251 на высоте 780 км, хотя анализ характера распределения и последующей эволюции обломков показывает, что американский спутник передней полусферой ударил КА Космос в заднюю полусферу, что характеризуется уже другим термином.

В дискуссии приняли участие:

Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, шифр специальности в совете
КРАСИЛЬЩИКОВ М.Н.	д.т.н., 05.13.01
БОБРОННИКОВ В.Т.	д.т.н., 05.13.01
ЕВДОКИМЕНКОВ В.Н.	д.т.н., 05.13.01
ПОЧУКАЕВ В.Н.	д.т.н., 05.13.01
РАЗУМНЫЙ Ю.Н.	д.т.н., 05.07.09
УСАЧОВ В.Е.	д.т.н., 05.07.09
ХРУСТАЛЕВ М.М.	д.ф.-м.н., 05.13.18
ШАРОНОВ А.В.	д.т.н., 05.13.18

Соискатель имеет 21 опубликованную работу, из них по теме диссертации опубликовано 10 научных работ общим объёмом 10 печатных листов, в том числе 3 статьи в научных журналах и изданиях, которые включены в перечень российских рецензируемых научных журналов и изданий для опубликования основных научных результатов диссертаций, 1 статье в зарубежном издании, индексиру-

емом в базе данных Scopus, в 1 монографии, изданной издательством ФИЗМАТЛИТ, опубликовано 5 работ в материалах всероссийских и международных конференций.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Усовик И.В., Малышев В.В., Дарнопых В.В. Методика оценки эволюции техногенного засорения низких околоземных орбит с учетом взаимных столкновений и активного удаления космического мусора // Вестник Московского авиационного института. – 2015. – Том 22, №3. – С. 54-62.

2. Усовик И.В. Анализ характеристик потока космического мусора на низких околоземных орбитах с использованием уточненной модели // Космонавтика и ракетостроение. – 2014. – Выпуск № 3(76). – С. 97-102.

3. Космический мусор. В 2 кн. Кн. 1. Методы наблюдения и модели космического мусора / Под науч. ред. д.т.н., проф. Г.Г. Райкунова.– М.: ФИЗМАТЛИТ, 2014. – 248 с.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что официальные оппоненты являются специалистами по теме диссертационной работы Усовика Игоря Вячеславовича, а ведущая организация проводит исследования в области изучения околоземного космического пространства.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

предложена оригинальная методика оценки долговременной эволюции техногенного засорения низких околоземных орбит при реализации активного удаления космического мусора, основанная на раздельном моделировании и статистической модели космического мусора, позволившая выявить области низких околоземных орбит, для которых активное удаление космического мусора наиболее актуально в ближайшем будущем, а также оценить влияние активного удаления космического мусора на долговременную эволюцию техногенного засорения низких околоземных орбит;

разработаны частные компоненты статистической модели космического мусора: расчета статистических распределений КМ; оценки частоты столкновений; оценки последствий столкновений;

продемонстрирована работоспособность предложенной методики при сравнительном анализе с зарубежными аналогами.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработаны и внедрены:

- предложенная методика, модели и алгоритмы реализованы в отечественной модели космического мусора SDPA в НТЦ "КОСМОНИТ", в частности в рамках СЧ НИР «Магистраль» (Устойчивость-КМ-КОСМОНИТ). В этой НИР рассматривались вопросы совершенствования отечественной модели космического мусора;
- разработанные методика, программно-математическое обеспечение и модели внедрены в учебный процесс на кафедре «Системный анализ и управление»;
- программное обеспечение, разработанное автором, может использоваться для проведения оценки долговременной эволюции техногенного засорения низких околоземных орбит с учетом различных сценариев, учитывающих активное удаление космического мусора и меры по ограничению его образования, что может использоваться для обоснованного принятия административных решений в области ограничения и снижения техногенного засорения;

определены области низких околоземных орбит, для которых активное удаление космического мусора наиболее актуально в ближайшем будущем;

создано программно-математическое обеспечение на языке программирования Free Pascal, с использованием среды разработки Lazarus, обладающее возможностью проведения расчетов при различных исходных данных и сценариях.

Другие научные достижения, свидетельствующие о научной новизне и значимости полученных результатов, заключаются в том, что предложенная автором методика позволяет решать поставленную задачу за значительно меньшее вычислительное время. Это выгодно отличает методику автора диссертации от использовавшихся ранее.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

методика построена на известных математических моделях космического мусора и механики космического полета;

методическая база работы - теория механики космического полета и статистическая модель космического мусора;

установлено, что полученные автором результаты хорошо соотносятся с зарубежными аналогами;

использованы полученные ранее по рассматриваемой тематике данные автора и других исследователей, в том числе зарубежных, в предметной области моделирования техногенного засорения, современные методы математического программирования.

Личный вклад соискателя состоит в следующем:

разработана и исследована методика оценки долговременной эволюции техногенного засорения низких околоземных орбит при реализации активного удаления космического мусора;

разработаны частные компоненты статистической модели космического мусора: расчета статистических распределений КМ; оценки частоты столкновений; оценки последствий столкновений;

разработано программно-математическое обеспечение, на котором были проведены исследования, подтвердившие эффективность предложенной методики и получены результаты оценки долговременной эволюции техногенного засорения низких околоземных орбит при реализации активного удаления космического мусора.

Диссертация охватывает основные вопросы рассматриваемой научной проблемы и соответствует критерию внутреннего единства, что подтверждается наличием последовательного плана исследования, непротиворечивой методологической платформы, концептуальности и взаимосвязи выводов.

Диссертационный совет пришёл к выводу о том, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, и принял решение присудить Усовику Игорю Вячеславовичу учёную степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 22 человек, из них 7 докторов по специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации» (авиационная и ракетно-космическая техника), участвовавших в заседании, из 27 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за присуждение учёной степени: 22, против присуждения учёной степени: 0, недействительных бюллетеней: 0 .

Заместитель председателя диссертационного совета

Д 212.125.12

М.Н.Красильщиков

Учёный секретарь диссертационного совета

Д 212.125.12

В.В.Дарнопых

«24» декабря 2015 года

Ученый секретарь ФГБОУ ВО МАИ,

к.т.н., доцент

А.Н. Уляшина

