Результаты публичной защиты

Соискатель: **Гришко Дмитрий Александрович**

Диссертация: «Исследование схем облёта объектов крупногабаритного космического мусора на низких орбитах».

На заседании 15 мая 2018 г. присутствуют 18 членов совета, из них 10 специалистов по профилю рассматриваемой диссертации:

САЗОНОВ В.В.	д.ф.-м.н.	01.02.01
ГОРБУНОВ-ПОСАДОВ М.М.	д.ф.-м.н.	05.13.11
БОНДАРЕВ А.Е.	к.ф.-м.н.	05.13.11
БОРОВИН Г.К.	д.ф.-м.н.	01.02.01
ВАШКОВЬЯК М.А.	д.ф.-м.н.	01.02.01
ВОЛОБОЙ А.Г.	д.ф.-м.н.	05.13.11
ГАЛАКТИОНОВ В.А.	д.ф.-м.н.	05.13.11
ГОЛУБЕВ Ю.Ф.	д.ф.-м.н.	01.02.01
ИВАШКИН В.В.	д.ф.-м.н.	01.02.01
КРЮКОВ В.А.	д.ф.-м.н.	05.13.11
ЛАЗУТИН Ю.М.	д.ф.-м.н.	05.13.11
ЛАЦИС А.О.	д.ф.-м.н.	05.13.11
МИРЕР С.А.	д.ф.-м.н.	01.02.01
ОВЧИННИКОВ М.Ю.	д.ф.-м.н.	01.02.01
ПОЛИЛОВА Т.А.	д.ф.-м.н.	05.13.11
САРЫЧЕВ В.А.	д.ф.-м.н.	01.02.01
СИДОРЕНКО В.В.	д.ф.-м.н.	01.02.01
ТУЧИН А.Г.	д.ф.-м.н.	01.02.01

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований разработана методика построения схем облёта объектов крупногабаритного космического мусора (ККМ) с оптимизацией затрат суммарной характеристической скорости при приемлемом времени облёта. Для заданного состава объектов космического мусора и при известных возможностях современной космической техники разработанная методика позволяет облететь максимальное количество объектов с использованием минимального количества активных космических аппаратов.

Теоретическая значимость работы состоит в том, что диссертационное исследование направлено на решение фундаментальной научно-технической проблемы, а именно на определение требований к активному КА-сборщику, предназначенному для перелётов между объектами ККМ на низких орбитах с целью их увода на орбиты захоронения. Все результаты, полученные соискателем в диссертации, имеют выраженный теоретический характер и относятся к направлению "физико-математические науки".

Значение полученных соискателем результатов исследования для решения **практических задач** подтверждается тем, что:

1) проведены исследования некомпланарных перелётов между объектами ККМ с использованием орбиты ожидания. Показано влияние выбора направления поворота орбитальной плоскости по долготе восходящего узла (ДВУ) на величину потребной для этого суммарной характеристической скорости с учётом малой (порядка 1 градуса) коррекции наклонения орбиты;

2) рассмотрены два варианта увода объектов ККМ с низких орбит на специальные орбиты захоронения; показаны преимущества эллиптической орбиты захоронения. Предложены последовательная и диагональная схемы облёта для первого варианта увода ККМ и последовательная схема с вовлечением орбиты захоронения для второго варианта увода ККМ. Предложены подходы к определению компромиссного времени на конкретный перелёт для последовательной схемы при первом варианте увода объектов ККМ;

3) осуществлено сравнение обоих вариантов увода объектов ККМ по таким параметрам, как: суммарная характеристическая скорость (СХС) и продолжительность облёта, количество дозаправок топливом и отделяемыми модулями. Определены требуемая длительность функционирования активного космического аппарата (КА) и его необходимый резерв СХС на одной заправке топливом, рациональное значение максимального количества отделяемых модулей на борту. К наиболее значимым результатам работы, представляющим **научную новизну**, относятся:

- Аналитическое решение задачи определения компромиссной продолжительности компланарного перевода КА вдоль орбиты с использованием прецессирующей орбиты ожидания.

- Способ построения последовательной схемы облёта объектов ККМ для варианта их увода с низких орбит с использованием отделяемых модулей, определение последовательности и продолжительности перелётов между объектами.

- Алгоритм поиска диагональных решений в рамках варианта увода объектов ККМ с низких орбит с использованием отделяемых модулей.

- Способ построения последовательной схемы облёта объектов ККМ для варианта их увода с низких орбит самим КА сборщиком, определение параметров орбит захоронения, а также последовательности и продолжительности перелётов между объектами.

- Требования к КА, предназначенному для облёта объектов ККМ с целью их увода на орбиты захоронения.

Оценка **достоверности** результатов исследования выявила, что применение предложенных соискателем моделей и методов к реальным объектам крупногабаритного космического мусора позволяет получить решение задачи облёта, в 2 раза лучшее по сравнению с зарубежным аналогом. В европейском проекте для увода 35 объектов с солнечно-синхронных орбит (5 группа ККМ) потребовалось 7 активных КА-сборщиков. Разработанная в данной работе методика позволяет увести с этих орбит 46 объектов при помощи 4 КА-сборщиков. Представленные в работе результаты исследований получены с использованием классических моделей, методов теоретической механики и прикладной небесной механики. Разработанные методики оптимизации схем облёта объектов ККМ проверены численным моделированием перелётов.

Все представленные в диссертации результаты получены лично автором. Соискателем получена аналитическая формула, позволяющая для случая компланарного перевода космического аппарата (КА) вдоль орбиты определить

значение компромиссной продолжительности такого перевода для низких орбит. Проведены численные исследования, направленные на поиск путей минимизации энергетических и временных затрат при некомпланарных перелётах между объектами ККМ с использованием орбиты ожидания. Соискателем введён в рассмотрение портрет эволюции отклонений долгот восходящих узлов, являющийся эффективным средством анализа относительной динамики орбитальных плоскостей объектов в рамках конкретной группы ККМ. Соискателем предложены 2 схемы облёта объектов ККМ: последовательная и диагональная. Последовательная схема основана на использовании специально формируемой орбиты ожидания. Предложена и программно реализована диагональная схема облёта, которая предполагает, что орбитой ожидания может служить орбита очередного уводимого объекта. Соискателем выполнено сравнение двух вариантов увода объектов и сформулированы требования к КА, предназначенному для облёта объектов ККМ с целью их увода на орбиты захоронения.

На заседании 15 мая 2018 года диссертационный совет принял решение присудить Гришко Дмитрию Александровичу ученую степень кандидата физико-математических наук. При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 10 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, проголосовали: «за» присуждение учёной степени – 18, «против» присуждения учёной степени – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Ученый секретарь диссертационного совета Д 002.024.01
кандидат физ.-мат. наук Бондарев Александр Евгеньевич