



ФЕДЕРАЛЬНОЕ КОСМИЧЕСКОЕ АГЕНТСТВО

Федеральное государственное
унитарное предприятие

**НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЦЕНТР
АВТОМАТИКИ И ПРИБОРОСТРОЕНИЯ
имени академика Н.А.ПИЛЮГИНА
(ФГУП «НПЦАП»)**

ОГРН 1027739552642, ИНН 7728171283
117342, Москва, ул. Введенского, 1.
Телефон (495) 334-39-16, факс (495) 334-83-80
Телетайп Москва, 112635, 417814, ЗАПАД
E-mail: info@nrcap.ru

19.09.2016 № 49/084

На № _____ от _____

Ученому секретарю

диссертационного совета Д 212.125.12

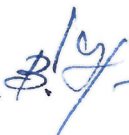
при МАИ (национальный
исследовательский университет)

к.т.н. Старкову А.В.

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

Направляю отзыв официального оппонента д.т.н. Дишеля Виктора Давидовича на диссертационную работу Кутоманова А.Ю. «Метод обеспечения безопасного спуска пилотируемого КА при возникновении нештатной ситуации на любом этапе орбитального полета», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Приложение: отзыв на диссертацию, 3 экз.

Ученый секретарь НТС предприятия, д.т.н., проф.  /В.М. Никифоров/

ОТЗЫВ

официального оппонента д.т.н. Дишеля Виктора Давидовича на диссертационную работу А.Ю. Кутоманова «Метод обеспечения безопасного спуска пилотируемого КА при возникновении нештатной ситуации на любом этапе орбитального полета», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.09 – динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов

Важнейшим и одним из наиболее опасных этапов полета пилотируемого КА является спуск в атмосфере и мягкая посадка в заданном районе. В настоящее время штатная операция управляемого спуска на Землю достаточно хорошо отработана. Но её реализация предполагает выполнение целого ряда весьма жестких ограничений, главным из которых является наличие на трассе спуска района Земли, благоприятного для посадки КА. Таких районов с размерами, достаточными для решения задачи при возможных в существующих пилотируемых КА промахах, на сегодняшний день имеется по одному на каждом витке орбиты. Однако на любых этапах орбитального полета пилотируемого КА могут возникать нештатные ситуации, требующие срочного завершения космической экспедиции.

Имеющийся в системах управления спуском (СУС) перечень нештатных ситуаций не охватывает все возможные аварии, которые могут произойти во время космического полета. Разработанные еще в 70-х гг. прошлого века технологии выхода из нештатных ситуаций сохранились практически в неизменном виде до настоящего времени. Они не могут считаться приемлемыми для разрабатываемого перспективного транспортного корабля нового поколения, тем более, когда для решения этой важной проблемы появились новые возможности.

Поэтому диссертационная работа Алексея Юрьевича Кутоманова, посвященная разработке программно-алгоритмических средств по обеспечению безопасного спуска пилотируемого КА при возникновении нештатной ситуации на любом этапе орбитального полета, безусловно, актуальна.

Автор подходит к рассматриваемой проблеме широко, с системных позиций, справедливо полагая, что безопасность проведения пилотируемого спуска и посадки включает выполнение условий не только по обеспечению безопасности экипажа, но также и по обеспечению безопасности местного населения, обеспечению безопасности объектов наземной инфраструктуры.

Постановки последовательно рассматриваемых автором задач, учитывающие перечисленные факторы, органично дополняют друг друга. Они включают в себя: методику выбора траектории срочного спуска с определением наиболее безопасной точки прицеливания, в которую может быть доставлен аппарат за минимальное время между возникновением нештатной ситуации и посадкой на Землю; анализ возможности использования аппаратуры спутниковой навигации (АСН) в задаче обеспечения спуска на любом этапе орбитального полета; синтез алгоритма нахождения наиболее безопасного варианта спуска.

Основным критерием при выборе приемлемых по безопасности районов посадки, как справедливо отмечает автор, является точность работы СУС, поскольку при увеличении точности появляется возможность существенного расширения количества районов, пригодных для проведения пилотируемого спуска. В этой связи большое значение автор придает использованию АСН как источнику высокоточной навигационной информации, особенно после прохождения участка плазмообразования, которое возникает на начальном этапе спуска и продолжается до высоты 50...48 км. При этом основное внимание автор сосредотачивает на проблеме уменьшения времени поиска сигналов навигационных космических аппаратов (НКА) после возобновления связи. Решение задачи он связывает с определением гарантированно неизменного созвездия НКА ГНСС.

Следует отметить, что острота этой проблемы автором преувеличена.

С практической точки зрения безусловный интерес представляет разработанный автором способ экономного по вычислительным затратам построения бортовой электронной карты и использование её в качестве источника информации о качестве районов посадки, которых можно достичь для текущей конфигурации орбиты.

На основе использования бортовой электронной карты удалось решить сложную задачу синтеза алгоритма выбора наиболее безопасной прицельной точки. Как следствие этого, появилась возможность для любого момента возникновения нештатной ситуации найти приемлемый вариант завершения полета за минимальное время.

Найден достаточно простой, но эффективный способ построения зоны маневра для выбранного времени включения двигательной установки на спуск.

При решении задачи поиска прицельной широты точки посадки, зона маневра строится только один раз на высоте начала терминального наведения. Определение текущих параметров зоны маневра, аппроксимируемой эллипсом, осуществляется по результатам двух прогнозов конечных точек траектории спуска. Правда, применяемый при первом прогнозе вариант траектории с углом крена в течение всего времени спуска 180 град будет, очевидно, сопровождаться чрезвычайно большими перегрузками. Применимость такой траектории вызывает вопросы.

При всех достоинствах диссертационная работа не лишена недостатков.

1) Как показала практика многочисленных миссий выведения, выполненных средствами выведения, оснащенными интегрированными инерциально-спутниковыми СУ разработки ФГУП “НПЦАП им. академика Н.А. Пилюгина”, эффективным средством уменьшения времени поиска сигналов после их потери является периодическая передача в АСН информации о параметрах навигационной траектории спускаемого КА из инерциального комплекса его СУ. Что же касается экстраполяции априорных данных о движении НКА (эфемерид НКА), то эта задача решается штатным математическим обеспечением, реализованным в АСН. Перерыв на несколько минут может, конечно, привести к уходу из зоны видимости некоторого числа НКА, но потери будут незначительны, не более 2-х НКА из видимых до входа в плазму 10...14-ти НКА. Значительно более сложной является проблема отбраковки аномальных измерений из общего числа принятых. Особенно она остра для объектов с необратимым характером процессов управления, к классу которых относятся и рассматриваемые в диссертации спускаемые КА. Для таких объектов недопустимым становится даже однократное проникновение в

контур наведения навигационных данных, искажение которых превышает некоторые допустимые значения. Появление таких аномальных данных резко возрастает при энергичных угловых эволюциях объекта, что объясняется увеличением вероятности переотражения сигналов от корпуса объекта. Причем эти искажения абсолютно непредсказуемы, вероятностное распределение их неизвестно и определено быть не может.

2) Требование обеспечения точности приведения спускаемого КА в точку раскрытия парашюта с допустимой ошибкой 1 км весьма жесткое. Возможность выполнения его зависит не только от точности навигационных данных, но и от способности СУС парировать влияние текущих возмущающих факторов в виде разбросов плотности атмосферы с большими амплитудами и градиентами, случайных порывов ветра, разбросов конструктивно-аэродинамических характеристик объекта и т.д. Показанная на рис. 5.2.7 область рассеивания удовлетворяет требованиям по точности, но, к сожалению, в диссертации не сказано о том, при каких условиях получены приведенные данные, что не позволяет судить об их корректности.

3) Отсутствует формализация ряда рассматриваемых вопросов, в том числе решаемой краевой задачи.

4) Имеют место случаи неряшливости в представлении и оформлении материала диссертации. Например, рис. 5.2.6 на стр. 102 обозначен как рис. 5.2.1. Рис 4.3.6 и 4.3.7 абсолютно совпадают; табл. 5.2.2 (стр.107) помещена позже табл. 5.2.3 (стр. 106). Имеются орфографические ошибки.

Подводя итог, отметим следующее. Основной результат работы заключается в разработке метода обеспечения безопасного спуска перспективного пилотируемого корабля, в том числе и для случаев, когда нештатная ситуация требует решения задачи за минимальное время между возникновением нештатной ситуации и включением двигательной установки на торможение. Причем обеспечиваться это должно на любом этапе орбитального полета.


Основные результаты работ опубликованы в 5-ти научных журналах, входящих в перечень рецензируемых научных изданий ВАК, 2-х свидетельствах на объект интеллектуальной собственности, одной монографии, в сборниках трудов пяти конференций.

Автореферат правильно и достаточно полно отражает представленные в диссертации результаты.

В целом диссертационная работа А.Ю. Кутоманова представляет законченное научное исследование на актуальную тему в области динамики, баллистики, управления объектами ракетно-космической техники, выполнена на достаточном научном уровне, содержит результаты, имеющие важное практическое значение. Работа удовлетворяет требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Считаю, что автор диссертации, А.Ю. Кутоманов, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.09 «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов».

Начальник отдела, д.т.н., доцент  /В.Д.Дишель/

Подпись официального оппонента д.т.н. В.Д. Дишеля удостоверяю.

Ученый секретарь НТС предприятия, д.т.н., проф.  /В.М. Никифоров/

