

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Хуана Ичуна на тему: «Управление движением космического аппарата, совершающего мягкую посадку на Луну по схеме с зависаниями», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.09 «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов»

Целью диссертационной работы аспиранта Хуана Ичуна, гражданина КНР, является повышение надежности посадки космических аппаратов (КА) посредством обоснования схемы мягкой посадки на лунную поверхность в труднодоступных районах, а также разработки алгоритмов управления движением и навигации КА.

Актуальность рассмотрения и решения данной проблемы обусловлена тем, что успех посадки существенно зависит от рельефа лунной поверхности в районе посадки и вдоль траектории движения КА. Особое значение эта проблема приобретает при планировании полетов КА с посадкой в труднодоступных районах в окрестности лунных полюсов.

Основной идеей диссертации является применение на борту КА системы выбора места посадки, состоящей из сканирующей аппаратуры и вычислительного алгоритма, решающих задачу нахождения благоприятного для посадки места посадки. Для работы сканирующей аппаратуры КА должен иметь нулевую скорость и находиться в вертикальном положении в течение некоторого интервала времени, т.е. поддерживать режим «зависания с вертикализацией» аппарата.

Для дополнительного повышения надежности выбора места посадки предлагается осуществить два зависания: первое в момент окончания этапа основного торможения (предварительный выбор) и второе для уточнения предварительно выбранного места. Выбранная точка посадки может оказаться на значительном удалении от точки первого зависания. Поэтому между первым и вторым зависаниями в циклограмме движения КА предусматривается участок «управляемого спуска» КА. Как следует из автореферата, в работе предложена схема мягкой посадки КА, заметно отличающаяся от применявшихся ранее схем.

Судя по автореферату, основными **результатами**, полученными автором и представляющим наибольший **научный и практический** интерес, являются:

1. Новая схема мягкой посадки КА, отличающейся тем, что приведение КА в вертикальное положение осуществляется непосредственно при реализации этапов основного торможения и управляемого спуска КА.

2. Методика решения задачи совместной оптимизации характеристик двигательной установки (ДУ) и программ управления дросселированием тяги двигателя торможения и углом тангажа КА на этапе основного торможения, обеспечивающая минимизацию относительной массы ДУ КА при выполнении терминальных требований по скорости и вертикализации КА.

3. Методика решения задачи оптимизации программы управления движением КА на этапе управляемого спуска между первым и вторым зависаниями, обеспечивающей минимум расхода топлива, при выполнении граничных условий в начале и конце этапа.

4. Алгоритм функционирования комплексированной навигационной системы, в которой совместно с инерциальными измерениями угловой скорости и ускорений КА измеряются высота и скорость движения КА относительно лунной поверхности. Алгоритм позволяет

решать совместно задачи оценивания состояний КА и идентификации возмущений, являющихся случайными величинами, с использованием квазилинейного фильтра Калмана.

5. Методика синтеза характеристик регуляторов замкнутой СУ КА, обеспечивающих выполнение программ управления движением КА на активных участках совместно с компенсацией оцениваемых постоянных и медленно меняющихся возмущений, что обеспечивает реализацию всех этапов предложенной схемы посадки с удовлетворительной точностью.

Достоверность и обоснованность новых научных и практических результатов, полученных в работе, подтверждается результатами имитационного моделирования.

Практическая значимость работы заключается в возможности использования полученных в ней теоретических результатов при проектировании КА рассматриваемого класса, разработке оптимальных схем и программ управления движением на отдельных этапах посадки, при формировании облика навигационной системы и СУ в целом.

На основании изучения автореферата по представленной работе можно указать на следующие ее **недостатки**:

1. Задача построения СУ КА решается в работе применительно только к продольному движению.

2. Рассмотренная в работе модель доплеровских измерений скорости движения КА относительно лунной поверхности является чрезмерно упрощенной.

В целом указанные недостатки не изменяют положительной оценки полученных в диссертационной работе Хуана Ичун новых научных и практических результатов.

Считаем, что диссертационная работа Хуана Ичуна **соответствует** требованиям ВАК при Минобрнауки РФ, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук. Автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.076.09 «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов».

Заместитель начальника подразделения

ГНЦ ФГУП «ГосНИИАС»

д.т.н., профессор, заслуженный деятель науки РФ  В.В.Инсаров

Сведения об исполнителе: Инсаров Вильям Викторович

Должность: Заместитель начальника подразделения

Ученая степень, ученое звание: д.т.н., профессор, заслуженный деятель науки РФ

Место работы: ГНЦ ФГУП «Государственный научно-исследовательский институт авиационных систем»

Адрес: Россия, 125319, г. Москва, ул. Викторенко, 7.

E-mail: wiliam@gosniias.ru

Телефон: 84991579331

Подпись проф. Инсарова В.В. заверяю

Ученый секретарь ГНЦ ФГУП «ГосНИИАС» 

С.М.Мужичек

« 28 » февраля 2018 г.

