

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель начальника Военной
академии связи по учебной и научной
работе, канд. воен. наук
генерал-майор



В.Харченко

«25» марта 2022 г.

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Сазонова Василия Викторовича «Математическое моделирование воздействия внешней среды на космический аппарат с изменяющейся геометрией поверхности», представленную на соискание степени доктора физико-математических наук по специальности 1.2.2 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

Диссертация В.В. Сазонова посвящена вопросам математического моделирования воздействия внешней среды на космический аппарат при помощи геометрических методов и решению ряда актуальных прикладных задач. Целью работы является выработка общего подхода к созданию быстрых, но достаточно точных методов воздействия внешней среды на космический аппарат с изменяющейся геометрией поверхности, способных работать на персональных компьютерах в интерактивном режиме. Такое качество методов крайне востребовано для решения задач, возникающих при проектировании космической техники и управлении полетом. Поскольку учет факторов воздействия внешней среды на космический аппарат необходим при проектировании космической техники и в процессе управления полетом, а также принимая во внимание сложную конструкцию космических аппаратов, содержащих подвижные элементы, существенно меняющие форму его внешней поверхности, выбранная тема диссертационного исследования В.В. Сазонова является безусловно актуальной.

В работе предложен подход к созданию так называемых интерактивных геометрических моделей внешней поверхности космических аппаратов, которые могут менять форму этой поверхности в процессе математического моделирования как по заданной циклограмме, так и в зависимости от учитываемых при моделировании факторов, таких как направление на Солнце и условий освещенности. Разработаны методы, алгоритмы и программное обеспечение для решения следующих прикладных задач: расчета сил и моментов аэродинамического сопротивления, действующих на низколетящий космический аппарат,

математического моделирование выработки электроэнергии солнечными батареями космического аппарата, математического моделирования работы радиолокационной системы с активным ответом измерения параметров движения космического корабля с орбитальной станцией во время сближения, стыковки и поиска зон возможной неустойчивой работы этой системы.

Автором предложена модифицированная модель орбитального движения низкоорбитального космического аппарата, которая учитывает изменяющееся его миделево сечение в процессе полета. Миделево сечение рассчитывается по детальной геометрической модели внешней поверхности, для обеспечения корректности выбранных методов численного интегрирования возникающей системы дифференциальных уравнений движения спутника используется приближение конечными суммами ряда Фурье по синусам. Предложенная математическая модель позволила существенно повысить точность восстановления траектории движения Международной космической станции по данным автономной системы навигации на длинных (3-10 суток) временных интервалах по сравнению со стандартной математической моделью.

К существенным достижениям автора можно отнести разработанные методы, алгоритмы и программное обеспечение математического моделирования выработки электроэнергии солнечными батареями космического аппарата с учетом возможного вращения солнечных батарей космического аппарата и затенения их поверхности небесными телами и элементами конструкции внешней поверхности. Разработанное программное обеспечение прошло верификацию путем сравнения результатов математического моделирования работы солнечных батарей Служебного модуля «Звезда» Международной космической станции с реальными телеметрическими данными, полученными в течении года полета. Определена высокая точность моделей, предложен методы прогноза выработки электроэнергии и проведена оценка вклада в выработку электроэнергии излучения Солнца, отраженного от поверхности Земли. Показано, что разработанное программное обеспечение было внедрено в АО «РКК Энергия» им. С.П. Королева в процессы проектирования космической техники и управления космическим полетом.

Существенных замечаний по автореферату нет. Автореферат полно отражает содержание самой работы.

В качестве замечаний нужно отметить следующие:

1. При разработке подхода к созданию иерархической геометрической модели внешней поверхности КА не определено возможное случайное изменение значения параметра с течением времени при учете вероятностной закономерности и интервалов квазистационарности процесса.

2. В предложенном подходе к построению иерархической геометрической модели внешней поверхности КА не представлено, каким образом исследуются вопросы оценки погрешности с требуемой надежностью результатов.

3. Из содержания автореферата не ясно, каким образом при расчете напряженности электромагнитного поля волны, излучаемой антенной радиотехнической системы с учетом возможного отражения от поверхности КА рассматривается частотный диапазон.

Сделанные замечания не снижают общего высокого уровня оценки работы В.В. Сазонова. В целом диссертацию можно оценить как крупное научное достижение в области математического моделирования, в работе решены на высоком уровне важные народно-хозяйственные задачи, результаты исследования используются в России в организациях, занимающихся проектированием и эксплуатацией космической техники.

Выводы диссертации обоснованы и ясно изложены. Результаты диссертации опубликованы в высокорейтинговых российских и международных журналах, докладывались на профильных конференциях, семинарах и научно-технических советах.

Считаем, что диссертационная работа полностью соответствует требованиям ВАК РФ, предъявляемым к докторским диссертациям согласно, пункту 9 "Положения о присуждении ученых степеней", утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 года и к "Изменениям, которые вносятся в Положение о присуждении ученых степеней", утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации №335 от 21 апреля 2016 года, и автор диссертации Сазонов Василий Викторович заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.2.2 - «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Отзыв на автореферат диссертации Сазонова В.В. рассмотрен на заседании научно-исследовательского центра Военной академии связи 15 марта 2022 г. протокол № 13.

Старший научный сотрудник научно-исследовательского центра Военной академии связи, доктор технических наук, профессор

В.А.Липатников

Докторант Военной академии связи, кандидат технических наук

В.А.Парфиров