

УДК 629.7

Анализ баллистических характеристик спускаемого аппарата в слоях атмосферы Марса

Солодкая Елена Викторовна^(*)

solodkaya@bmstu.ru

Миненко Виктор Елисеевич

minenkov@bmstu.ru

Жутаев Антон Сергеевич

zhutaevas@student.bmstu.ru

Кононова Станислава Константиновна

kononovask@student.bmstu.ru

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. В данной статье рассматривается один из важнейших аспектов проведения Марсианской экспедиции — спуск аппарата в слоях разреженной атмосферы Марса, в частности, анализ баллистических характеристик предложенной формы с возможностью модификации этой формы и последующей оценкой баллистических данных, рассчитано влияние дополнительных элементов на траекторию спуска аппарата, были найдены оптимальные траектории спуска и отобраны возможные среди них с учетом максимально допустимых перегрузок с учетом беспилотной миссии и в пилотируемом варианте.

Ключевые слова: спускаемый аппарат, спуск в атмосфере Марса, анализ баллистических параметров, рациональные траектории спуска, марсианский посадочный корабль, марсианская экспедиция

Введение. Экспедиции на Марс являются одним из наиболее перспективных направлений современной космонавтики. Изучение этой планеты представляет большой научный, экономический, исследовательский интерес для человечества. Тенденции указывают на то, что освоение Марса будет проходить постепенно: будет проведен ряд экспедиций, которые доставят оборудование и создадут инфраструктуру, необходимую для жизни и работы людей на этой планете. К тому же, доставка экипажа на Марс много лет является одной из приоритетных задач космонавтики, так как это станет большим шагом навстречу освоению этой планеты. Проектирование спускаемого аппарата, несущего не только экипаж, но и систему его жизнеобеспечения на поверхности Марса на определенный срок, а также ракету, которая доставит экипаж на Марсианскую орбитальную станцию, и автоматизированный стартовый комплекс — задача, которая требует учета многих параметров [1, 2]. Независимо от того, предусмотрено ли нахождение экипажа на борту спускаемого аппарата или нет, спускаемый аппарат в любом случае несет в себе ценное оборудование и именно этот факт усложняет данную миссию, так как при спуске аппарата в слоях атмосферы необходимо достичь отсутствия длительных или резких перегрузок, излишнего нагрева и больших скоростей [3]. Нахождение оптимальной формы аппарата также необходимо для достижения максимальной эффективности и снижения негативных факторов спуска [4]. Все эти аспекты рассмотрены в данной работе.

Материалы и методы; результаты. В данной работе рассматривается расчет и анализ проектно-баллистических параметров входа в слои атмосферы марса таких как максимальная перегрузка для беспилотных спускаемых аппаратов и пилотируемых экспедиций, температура на поверхности СА и различие тепловых режимов от земных, определение угла входа, угла тангажа также условие захвата аппарата атмосферой и коридор входа, посредством решения системы дифференциальных уравнений методом Рунге–Кутты 4-го порядка с переменным шагом интегрирования и анализом погрешности интегрирования с использованием программного обеспечения, учитывающей характеристики предполагаемого аппарата и краевые условия входа. Один из наиболее сложных вопросов — вход аппарата в атмосферу, а именно поиск оптимальных условий входа, обеспечивающих безопасный полет и посадку. К тому же в работе были рассмотрены влияние дополнительных элементов конструкции при спуске аппарата в атмосфера марса, характеристики атмосферы Марса.

Заключение. Рассмотрены различные конфигурации спускаемого аппарата, найдена оптимальная форма спускаемого аппарата, отобраны допустимые траектории баллистического спуска из оптимальных, решены дифференциальные уравнения движения спускаемого аппарата.

Список источников

- [1] Долгополов Г.А. *Расчет, проектирование, конструирование и испытания космических систем*. Королев, РКК «Энергия» им. С.П. Королёва, 1997.
- [2] Микрин Е.А., Звягин Ф.В. *Введение в механику полета и управление космическими аппаратами*. Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2020.
- [3] Сихарулидзе Ю.Г. *Баллистика летательных аппаратов*. Москва, Наука, 1982.
- [4] Андреевский В.В. *Динамика спуска космических аппаратов на Землю*. Москва, Машиностроение, 1970.