

УДК 629.787

Оценка влияния возмущений при спуске зонда-пенетратора в атмосфере Венеры

Воронцов Виктор Александрович

victor-vorontsov@yandex.ru

Яценко Михаил Юрьевич

misha-yacenko@mail.ru

Алтухов Евгений Сергеевич^(*)

zhenya.altulhov@gmail.com

Московский авиационный институт, Москва, Россия

Аннотация. В России вновь стала актуальной тема исследования Венеры. Возобновлены работы по созданию автоматических космических аппаратов и технических средств для изучения этой «русской» планеты. В исследовании предложено использовать зонд-пенетратор типа «Марс-96» для изучения грунта планеты Венера. Проведено математическое моделирование процесса спуска зонда-пенетратора с учетом влияния погрешностей измерительных приборов, влияние на траекторные параметры действия ветра. Рассмотрены модификации аэродинамического тормозного устройства для обеспечения устойчивого движения аппарата.

Ключевые слова: Венера, зонд-пенетратор, техническое средство исследования, атмосфера, стохастический анализ, спуск в атмосфере

Введение. В России вновь стала актуальной тема исследования Венеры. Возобновлены работы по созданию автоматических космических аппаратов и технических средств для изучения этой «русской» планеты. В работе авторами предложено использовать зонд-пенетратор типа «Марс-96» для изучения грунта планеты Венера в составе перспективной экспедиции, который является автономным техническим средством, имеет в своем составе большой набор приборов для исследования грунта и климата планеты и обладает небольшой массой в сравнении с традиционными техническими средствами исследования (например, посадочным аппаратом).

Материалы и методы; результаты. Пенетратор — проникающий ударный зонд для изучения физико-химического состава поверхности планеты. Способен внедряться на определенную глубину для получения данных о грунте и имеет возможность жесткой посадки, что уменьшает трудоемкость процесса спуска и массогабаритные характеристики тормозного устройства [1, 2].

Аппаратура, установленная на спускаемом аппарате, имеет погрешность, которая оказывает существенное влияние на движение этого аппарата в атмосфере планеты. Для уточнения соответствия расчетных и реальных траекторных параметров необходимо проводить анализ влияния таких отклонений на параметры движения аппарата. Также необходимо учитывать, что атмосфера любой планеты представляет собой динамически изменяющуюся среду с ветрами, турбулентностями, вихрями, которые тоже необходимо учитывать при создании математической модели движения аппарата в атмосфере.

Для учета влияния возмущений на движение зонда-пенетратора в атмосфере Венеры в работе выполнено стохастическое моделирование параметров движения зонда-пенетратора в атмосфере Венеры методом Монте-Карло при различных начальных условиях спуска, а также при воздействии на аппарат сильных порывов ветра. Рассмотрены модификации надувного тормозного устройства и компоновки аппарата для обеспечения устойчивого движения в атмосфере Венеры [3–5].

Заключение. Учитывая сложные условия атмосферы Венеры, включая ветры и турбулентности, представление о движении зонда требует детализированной математической модели, что подтверждается проведенным стохастическим моделированием методом Монте-Карло. Применение модификаций тормозных устройств и компоновки аппарата обеспечит надежность исследовательских миссий. В целом, дальнейшие исследования в данной области помогут углубить наше понимание климата Венеры и создать новые технологии для изучения других небесных тел.

Список источников

- [1] Воронцов В.А., Малышев В.В., Пичхадзе К.М. *Системное проектирование космических десантных аппаратов*. Москва, Изд-во МАИ, 2021, 256 с.
- [2] Пичхадзе К.М., Малышев В.В. *Математическое обеспечение для проектно-баллистического исследования динамики неуправляемого движения спускаемых аппаратов*. Москва, МАИ-ПРИНТ, 2018, 210 с.
- [3] Белоконов И.В. *Статистический анализ динамических систем. Анализ движения летательных аппаратов в условиях статистической неопределенности*. Самара, Самарский университет, 2001, 64 с.
- [4] Войтишек А.В. *Основы метода Монте-Карло*. Новосибирск, Новосибирский государственный университет, 2010, 108 с.
- [5] Бобронников В.Т., Козорез Д.А., Красильщиков М.Н. и др. *Статистическая динамика и оптимизация управления летательных аппаратов*. Москва, Альянс, 2013, 468 с.