УДК 629.784

Анализ применения стохастических методов для учета случайных факторов при проектировании средств ввода парашютной системы

Петров Александр Владимирович[1(*)] alexander.petrov58@rsce.ru
Пешков Руслан Александрович[2] peshkovra@susu.ru
Мельникова Ольга Андреевна[2] olenika-melnikova@yandex.ru

[1] *ПАО «РКК «Энергия», Королев, Московская обл., Россия*
[2] *ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)», Челябинск, Россия*

Аннотация. *В рамках разрабатываемой методики проектирования средств ввода парашютной системы (ПС) проведен анализ факторов, оказывающих влияния на параметры системы. Приведена методика проектирования, включающая в себя математическую модель, учитывающую случайные факторы, влияющие на ПС при ее вводе во время спуска пилотируемого космического корабля. Параметры математической модели определены с использованием стохастических методов для учета случайных факторов.*

Ключевые слова: *система ввода, парашютная система, динамика, проектирование, средства ввода*

Введение. Важнейшим этапом функционирования ПС является ее ввод. Для обеспечения ввода ПС на борту космического корабля размещаются так называемые средства ввода (крышки парашютного контейнера, элементы парашютной системы, толкатели различного рода, мортиры, катапульты и т. д.), которые должны обеспечивать достаточный уровень надежности [1-3].

Материалы и методы; результаты. При проектировании таких систем необходимо провести системный анализ факторов, влияющих на ввод ПС. Основными факторами, влияющими на ввод ПС, являются:

– параметры атмосферы;

– углы атаки и крена изделия в момент ввода ПС;

– скоростной напор в момент ввода ПС;

– закручивание крышки парашютного контейнера в процессе ввода вытяжного парашюта;

– удар элементов ПС и средств ввода о корпус изделия.

Разработка средств ввода ПС является многопараметрической задачей, для решения которой необходима разработка методики проектирования с учетом влияния случайных факторов. Основой методики проектирования должна быть математическая модель, позволяющая учесть эти факторы и сформировать лучшее конструкторское решение на предварительном этапе разработки при помощи моделирования. В связи с тем, что наборы случайных факторов плохо коррелируются между собой и имеют различную дисперсию в определенных диапазонах, задачу проще решать посредством стохастических методов. Такие методы позволяют комбинировать наборы

случайных факторов и определять кинематические и динамические параметры средств ввода ПС и ее элементов с учетом их влияния. Самым распространенным и простым в применении для данной задачи является метод Монте-Карло. Применение этого метода позволяет варьировать случайные факторы в рамках их отклонений согласно их закону распределения [4].

Заключение. Применение стохастических методов для учета случайных факторов в процессе ввода ПС в методике проектирования значительно упрощает работу инженера по разработке средств ввода, а также формирует инструмент позволяющий провести анализ существующих систем.

Список источников

[1] Knacke T.W. *Parachute Recovery Systems: Design Manual*. Para Pub., 1992, pp. 209–221.

[2] Pawlikoski T.P. Drogue Mortar Simulation Development and Performance Evaluation. *AIAA Paper*, AIAA, 1986. https://doi.org/10.2514/6.1986-2490

[3] Петров А.В., Пешков Р.А. Средства инициирования ввода парашютной системы для спасения возвращаемого аппарата на этапе спуска. *XLVII Академические чтения по космонавтике, посвященные памяти академика С.П. Королёва и других выдающихся отечественных ученых — пионеров освоения космического пространства: сб. тез.* Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2023, т. 1, с. 79–80.

[4] Матренин П.В., Гриф М.Г., Секаев В.Г. *Методы стохастической оптимизации*. Новосибирск, Изд-во НГТУ, 2016, 67 с.