

УДК 629.7.08

Автоматизированная оценка разброса реальных параметров конструкций наземного оборудования при их расчете программным комплексом SADAS

Игрицкая Анна Юрьевна^(*)

aigri@bmstu.ru

Ломакин Владимир Владимирович

lomakin_vv@bmstu.ru

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Параметры конструкций наземного оборудования космических ракетных комплексов, определяемые при расчете этих конструкций, являются случайными величинами, величина реального разброса значений которых важна при назначении коэффициентов запаса и диагностике состояния этих конструкций. В работе описывается методика оценки разброса различных типов реальных параметров конструкций как неустранимой погрешности выполняемых расчетов, примененная в программном комплексе «SADAS».

Ключевые слова: оценка разброса реальных параметров, оценка неустранимой погрешности, диагностика конструкций, метод Монте-Карло, SADAS

Введение. При расчетах различных параметров конструкций наземного оборудования (КНО) космических ракетных комплексов важное значение имеет оценка неустранимой погрешности расчетов, обусловленной разбросом исходных данных и соответствующей по физическому смыслу разбросу реальных параметров КНО. Наличие такой оценки позволяет обоснованно уменьшать коэффициенты запаса при расчетах КНО. Также такие оценки необходимы для диагностики состояния КНО путем сравнения расчетных значений параметров со значениями, полученными при выполнении их натурных измерений. Целью работы является описание разработанной и реализованной в программном комплексе (ПК) «SADAS» [1], созданном на кафедре «Стартовые ракетные комплексы» МГТУ им. Н.Э. Баумана, методики автоматизированной оценки разброса реальных параметров конструкций.

Материалы и методы; результаты. ПК «SADAS» обеспечивает проведение статических и динамических расчетов прочности и жесткости конструкций методами конечных элементов и суперэлементов с использованием нелинейных связей.

Оценка разброса реальных параметров конструкций может производиться путем определения области распределения результатов расчетов в зависимости от конкретных значений исходных данных этих расчетов, являющихся случайными величинами.

В случаях, когда в пределах изменения исходных данных рассчитываемые параметры можно считать линейно зависящими от этих исходных данных, оценку неустранимых погрешностей можно проводить по зависимостям, приведенным в [2], где на каждый дополнительно учитываемый параметр требуется один дополнительный расчет. Если же зависимость рассчитываемых

мого параметра от случайных исходных данных нельзя считать линейной, для определения разброса реальных параметров КНО предлагается использовать метод Монте-Карло.

Реализация этого подхода в ПК «SADAS» выполняется по следующей методике:

Проводится базовый расчет с некоторыми номинальными (несмещенными) значениями случайных исходных данных.

В заранее определенном числе циклов проводятся:

- подготовка исходных данных расчета со смещенными исходными данными в зависимости от заранее заданных пользователем параметров расчета;
- расчет искомых параметров с использованием этих данных;
- сохранение результатов расчета.

Для оценки разброса реальных параметров конструкций проводится совместная обработка результатов всех выполненных расчетов заданным пользователем методом.

Заключение. Разработанная методика позволила выполнять с помощью ПК «SADAS» автоматизированную оценку разброса реальных параметров КНО, которая может быть использована при диагностике КНО и при обосновании величин коэффициентов запаса для их расчета.

Список источников

- [1] Бармин И.В., Зверев В.А., Украинский А.Ю., Чугунков В.В., Языков А.В. Обоснование некоторых основных характеристик стартового оборудования космодромов XXI века. *Инженерный журнал: наука и инновации*, 2013, вып. 3. <https://doi.org/10.18698/2308-6033-2013-3-630>
- [2] Игрицкий В.А., Чугунков В.В. Оценка погрешности результатов расчета температурного режима космического аппарата при проведении транспортно-перегрузочных операций. *Ракетно-космическая техника: фундаментальные и прикладные проблемы. 2-я Междунар. науч. конф.: тр.* Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005, ч. 2, с. 145–151.