

Куренков В.И., Лукашев Л.Г., Юмашев Л.П. Оценка метеорно-техногенной опасности полета космического аппарата: Учеб. пособие/ Под редакцией чл.-корр. РАН Д.И. Козлова. Самар. гос. аэрокосм. ун-т. Самара, 2004. 70 с.

ISBN 5-7883-0287-0

Представлены теоретические основы расчета вероятности не-пробоя оболочки КА метеорными и техногенными частицами. Эта вероятность может быть использована для оценки проектируемого КА с точки зрения безопасности этого аппарата. Приведены теоретико-экспериментальные материалы, на основании которых разработаны математические модели метеорного и техногенного окружений КА, методики построения математических моделей поверхности КА и вычисления вероятности непробоя поверхностей КА метеорными и техногенными частицами. На основании этих моделей разработана программа для ЭВМ. Дана модель вычисления числа пробоев за время активного существования КА и степени эрозии оптических поверхностей.

Пособие может быть использовано при выполнении курсовых и дипломных проектов по проектированию КА, а также при проектировании новых и оценке уже спроектированных КА. Подготовлено на кафедре "Летательные аппараты".

Табл. 20.

Ил. 20.

Рецензенты: д-р техн. наук, проф. Огарков В.Ф.
канд. техн. наук, доц. Кучеров А.С.

ISBN 5-7883-0287-0

© В.В. Куленков, Л.Г. Лукашев,
Л.П. Юмашев, 2004.

© Самарский государственный
аэрокосмический университет, 2004.

	Стр.
Введение	4
1. МЕТЕОРНО-ТЕХНОГЕННОЕ ОКРУЖЕНИЕ КА	6
1.1. Модель метеорного окружения	6
1.2. Модель техногенного окружения	8
2. СОУДАРЕНИЕ ВСМЧ С ПРЕГРАДАМИ	10
2.1. Соударение с одиночной плотной преградой	10
2.2. Соударение с пористой преградой	12
2.3. Соударение с многослойной преградой	13
2.4. Определение дюралевого эквивалента преграды	16
3. ГЕОМЕТРИЯ ОТСЕКОВ КА	17
3.1. Геометрия примитивов	17
3.2. Преобразование координат при повороте КА	21
4. КОНСТРУКЦИЯ ОБОЛОЧЕК ОТСЕКОВ КА	22
4.1. Защита оболочек КА от опасного воздействия на них ВСМЧ	23
5. РАЗБИЕНИЕ ОБОЛОЧЕК КА НА ЭЛЕМЕНТЫ	25
5.1. Разбиение плоского четырехугольника	25
5.2. Разбиение боковой поверхности тела вращения	27
6. ВЕРОЯТНОСТЬ НЕПРОБОЯ ОБОЛОЧЕК КА	31
6.1. Определение поправочного коэффициента k_j	32
6.2. Определение расчетной толщины δ	35
6.3. Определение расчетной площади элемента поверхности F_j	35
6.4. Определение числа пробоев метеорными частицами	35
6.5. Определение числа пробоев техногенными частицами	37
6.6. Определение площади экранирования одного элемента другим	37
7. КОНТРОЛЬ	39
7.1. Список применяемых материалов	40
7.2. Геометрические данные отсеков	40
7.3. Данные по конструкции оболочек	41
7.4. Графический контроль	41
7.5. Контроль на этапе счета	43
7.6. Иллюстрация уязвимости	43
7.7. Результаты расчета вероятности непробоя оболочек КА	44
8. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРОГРАММЫ	44
8.1. Определение числа пробитых отверстий в тонкой оболочке	45
8.2. Запас газа для наддува оболочки	46
8.3. Определение степени эрозии поверхности отсека	47
9. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАСЧЕТОВ	49
10. ПРИМЕР РАСЧЕТА ВЕРОЯТНОСТИ НЕПРОБОЯ КА	53
10.1. Исходные данные КА	53
10.2. Порядок расчета	53
10.3. Последующие расчеты для оценки МТОПКА	59
Список использованных источников	66

На космические аппараты(КА) в космосе воздействует окружение, сильно отличающееся от земного. Это - вакуум, различного рода излучения, метеорное вещество, техногенные частицы и пр. При проектировании КА задаются проектные параметры (допустимая вероятность непробоя оболочек отсеков и КА целиком, допустимая площадь эрозии поверхностей, время жизнедеятельности отсека с газом, если оболочка отсека получила несколько пробоев, а сам отсек имеет систему наддува и т.п.). Оценка опасности полета заключается в сравнении значений параметров, полученных расчетным путем, с заданными в проектной документации.

Настоящее учебное пособие посвящено оценке опасности полета КА в метеорно-техногенном окружении. В табл. 1 даны примеры сравнений опасности полета при различных параметрах повреждения.

Таблица 1

Примеры повреждения

Параметр повреждения	Оценка опасности
1. Пробой оболочки отсека	КА выходит из строя, если отсек герметичен; - факт пробоя игнорируется, если отсек к пробоям безразличен
2. Отсек получил несколько пробоев	- см.п. 1; - при наличии системы наддува (или без нее) КА выходит из строя, если давление в отсеке станет меньше допустимого
Поверхность отсека покрылась эрозией	площадь поверхности, покрытой эрозией, такова, что работоспособность резко ухудшится

В пособии даются методики вычисления повреждений, перечисленных в табл. 1. Все эти методики объединяются **в главной математической модели**, которая, в свою очередь, состоит из следующих частных математических моделей:

- **модель метеорного окружения;**
- **модель техногенного окружения;**

- модель взаимодействия высокоскоростных механических частиц (ВСМЧ) с преградами;
- модель описания геометрии оболочек КА;
- модель конструкции оболочек и защита их от воздействия метеорных и техногенных частиц;
- модель определения вероятности непробоя оболочек КА;
- модель оценки метеорно-техногенной опасности полета КА;
- модель оценки возможности эксплуатации КА, имеющего несколько пробойн;
- модель оценки степени эрозии поверхности оболочек КА.

Основываясь на положениях, изложенных в моделях, составлены три связанных между собой программы для ЭВМ на языке ПАСКАЛЬ:

- UMMT3_1.EXE Ввод исходных данных КА;
- UMMT3_2.EXE - Контроль ИД и вывод их на экран и принтер;
- UMMT3_3.EXE Расчет вероятности непробоя КА метеорными и техногенными частицами и выдача схемы уязвимости оболочек КА.

Представлены описание последовательности выполняемых расчетных операций и пример расчета КА.

Содержание пособия основано на документации, указанной в списке источников, и на результатах теоретико-экспериментальных работ в лаборатории ОНИЛ-17 при кафедре "Летательные аппараты" СГАУ и на предложениях, касающихся модели метеорного окружения, принятых на сессии COSPAR (Committee Of SPAsе Research).

Содержание и полнота изложенного материала контролировались профессором кафедры ЛА Лукашевым Л.Г., написание, отладка программы и работа над текстом пособия осуществлялись профессором кафедры ЛА Куренковым В.И. и доцентом кафедры ЛА Юмашевым Л.П.