

СЕКЦИЯ № 2

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

*Председатели: д.т.н., профессор В.В. Салмин
д.т.н., профессор В.И. Куренков*

УДК 629.78

Р.А. Уперчук

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ТЕОРИИ МАРКОВСКИХ ПРОЦЕССОВ ДЛЯ НАЗНАЧЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БЕЗОТКАЗНОСТИ ИЗДЕЛИЙ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ

Введение. Методы теории марковских процессов широко используются в расчётах надёжности изделий ракетно-космической техники, поскольку позволяют учесть возможность пребывания систем в различных состояниях и возможность восстановления. Функционирование системы представляется в виде случайного процесса, в каждый из моментов времени которого изделие может находиться в различных состояниях. Переход из одного состояния в другое характеризуется интенсивностью отказов или интенсивностью восстановления [1].

Основная часть. Помимо классического использования вышеуказанных методов присутствует возможность их применения для назначения показателей безотказности (вероятность безотказной работы, средняя наработка на отказ, коэффициент готовности). В инженерной практике, особенно, на этапах аванпроекта и разработки проектной конструкторской документации, необходимо задать требования по надёжности для разрабатываемых изделий. В соответствии с [2], выделяют методы равномерного распределения, пропорционального распределения, распределения требований по надёжности с учётом относительной уязвимости элементов, распределения требований по надёжности с учётом важности элемента, оптимального распределения.

Перечисленные методы позволяют в большинстве случаев осуществить назначение показателей надёжности наряду с анализом статистики значений для изделий-аналогов. Однако, присутствуют определённые

недостатки, парирование которых может быть осуществлено с использованием теории марковских процессов [3]:

При разработке изделий, отличающихся значительной новизной, существуют трудности с наличием статистики требований по надёжности изделий-аналогов.

Особенности функционирования изделия не всегда позволяют выполнить учёт относительной уязвимости элементов или их важности.

Изделия, функционирование которых связано с пребыванием и переходами между различными состояниями, требуют учёт данной особенности, способной оказать значительное влияние на показатели надёжности. Особенно отчётливо это проявляется при наличии свойства восстановления.

Идея использования теории марковских процессов заключается в том, что, в отличие от их классического применения, когда по известным интенсивностям отказов и восстановления определяются итоговые значения показателей безотказности по окончании выбранного временного периода, также может быть поставлена обратная задача: какие показатели безотказности требуется назначить для составной части, чтобы получить необходимое итоговое значение показателей для системы.

Расчёт проводится по следующему алгоритму:

1. Проведение предварительного анализа видов, последствий и критичности отказов для системы, выявление конечного числа состояний, построение графа состояний.

2. Составление системы уравнений Колмогорова-Чепмена. Задание граничных условий.

3. Выбор искомой интенсивности отказов или интенсивности восстановления элементов изделия. Дополнение граничных устройств конечными показателями безотказности для системы.

1. Численное решение полученной системы уравнений относительно интенсивностей отказов или восстановления.

2. Перевод полученной интенсивности в вероятность безотказной работы, среднюю наработку на отказ или коэффициент готовности исходя из принятого закона распределения отказов.

3. Сопоставление полученного значения показателя безотказности с возможностью его достижения и подтверждения в производственных реалиях. Корректировка результатов.

Заключение. С использованием алгоритма, предлагаемого в настоящей работе, была проведена проектная оценка показателей безотказности для датчиков, функционирующих в системах теплового режима. Эффективность метода заключается в том, что его можно применять при анализе надёжности сложных технических устройств, в которых не применим метод структурных схем надёжности.

Список использованных источников

1. Половко, А.М. Основы теории надёжности: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / А.М. Половко, С.В. Гуров. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2008 (СПб.: Тип. Наука). – 702 с.
2. Надёжность и эффективность в технике: справочник в 10 т. / ред. В.С. Авдудевский. – Москва: Машиностроение, 1986 –Т. 5: Проектный анализ надёжности / Б.И. Бельчич [и др.]; ред.: В.И. Патрушев, А.И. Рембеза. – 1988. – 320 с.
3. Ушаков, И.А. Инженерные методы расчёта надёжности: Материалы лекций / И.А. Ушаков. – Москва: Знание, 1970. 4 т.; 20 с.

УДК 629.78

Р.А. Уперчук

ТОПОЛОГИЧЕСКИЙ МЕТОД И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ НОРМИРОВАНИЯ НАДЁЖНОСТИ ИЗДЕЛИЙ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ

Введение. Одним из методов расчёта надёжности восстанавливаемых систем выступает топологический метод, позволяющий определить показатели надёжности системы исходя из графа состояний [2]. Его использование имеет преимущества перед теорией Марковских процессов, заключающиеся, во-первых, в отсутствии необходимости решения дифференциальных уравнений, а во-вторых – в отсутствии ограничений на структуру графа состояний. Указанные преимущества обуславливают его актуальность в анализе надёжности сложных технических систем [5]. Помимо теории надёжности, топологический метод имеет приложения и в других научно-технических сферах, в частности, для анализа линейных радиоэлектронных схем [4].