

**Методика и программа для ЭВМ оценки надежности
технических систем с восстанавливаемыми элементами
на основе анализа структурных схем надежности**

А. А. Лебедева, Кривель С.М.

Данная работа является логическим продолжением работы [1].

Предлагается общий подход к решению задач надежности на основе анализа структурных схем с использованием Simulink (составляющей программного комплекса Matlab). Методика решения задачи и программа для ЭВМ основаны на идеологии Tool Box для Simulink.

В рамках предыдущей работы была разработана методика и типовые (стандартные) блоки Simulink для расчета вероятности безотказной работы отдельных элементов и групп элементов, образующих типовые схемные соединения. При этом все элементы системы (структурной схемы надежности) считались восстанавливаемыми в широком и узком смысле.

Цель настоящей работы состоит в разработке математической модели надежности восстанавливаемого объекта или объекта с восстанавливаемыми элементами и соответствующего программного комплекса (приложения к Simulink).

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

1. Разработана математическая модель системы с восстанавливаемыми объектами.
2. Разработана математическая модель отдельного объекта или элемента системы с учетом восстановления (математическая модель восстановления надежности).
3. Синтезированы элементы приложения к Simulink, позволяющие эффективно реализовывать модели исследования характеристик надежности различных систем с восстанавливаемыми и невосстанавливаемыми элементами.

Модель восстанавливаемого объекта основана на нескольких положениях: известны закон распределения вероятности безотказной работы объекта по времени и/или априорная информация; задана вероятность безотказной работы (вероятность отказа) или календарный срок (расход ресурса объекта), после которого объект подлежит восстановлению; наработка объекта до момента начала моделирования функционирования системы; оперативное время восстановления (технического обслуживания, ремонта, замены) объекта; доля деградации надежности, характеризующая неполное восстановление надежности объекта в процессе восстановления; условия невозможности восстановления объекта в рассматриваемый оперативный период (условия снятия объекта с эксплуатации). Очевидно, что объект может находиться в состояниях нормального функционирования и восстановления. Переход между состояниями зависит от текущего времени или вероятности безотказной работы на данный момент. Ключевым понятием математической модели является положение, что в процессе восстановления (не функционирования объекта по причине восстановления) вероятность его безотказной работы равна нулю. Вероятность его безотказной работы в процессе функционирования определяется его характеристиками надежности.

Предложенные методы решения задач демонстрируются на примере моделирования надежности типового участка энергоснабжения нефтегазоконденсатного месторождения. Для оценки регулярности в потенциальной максимальной мощности генерируемой энергии используются методы решения задачи надежности на основе структурной схемы надежности. Предполагается, что все электростанции участка являются восстанавливаемыми объектами, то есть проходят регулярную диагностику и обслуживание, промежуток между которыми уже известен, а также подлежат замене (отправки в ремонт) после определенного времени выработки. Сами электростанции являются последовательно соединенными блоками нормального и экспоненциального распределений, что позволяет учитывать, как и уже известное время планового диагностирования, так и случайные отказы.

Результатом работы являются модель восстанавливаемого объекта и программное обеспечение, которые представляют собой гибкий инструмент моделирования структурных схем надежности систем с восстанавливаемыми и невосстанавливаемыми элементами с высокой степенью достоверности результатов. Полученные результаты могут быть использованы при оценке надежности систем, при их проектировании, при планировании процессов технической эксплуатации и технического обслуживания существующих технических систем и при решении других задач.

Литература

[1] Лебедева А.А., Кривель С.М. Методика и программа для ЭВМ оценки надежности технических систем на основе анализа структурных схем надежности. // Вестник Иркутского университета. Серия Математика. 2019, т. 22, с. 64-65.