

А.В. Фёдоров, Е.Н. Ломаев, А.А. Лукьянченко
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ТЕХНИЧЕСКОГО
ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ЭЛЕМЕНТОВ
СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ

В данной статье приведены результаты разработки моделей процесса технического обслуживания и ремонта элементов систем автоматической противопожарной защиты (АППЗ) с использованием математического аппарата цепей Маркова, позволяющих описывать поведение больших технических систем и устройств, входящих в них

Ключевые слова: обслуживание, ремонт, отказ

A.V. Fedorov, E.N. Lomaev, A.A. Lukyanchenko
MODELLING OF PROCESSES OF MAINTENANCE SERVICE
AND REPAIR OF ELEMENTS OF SYSTEMS
OF AUTOMATIC FIRE-PREVENTION PROTECTION

In given clause results of development of models of process of maintenance service and repair of elements of systems of automatic fire-prevention protection with use of the mathematical device of circuits Markova are resulted, allowing to describe behaviour of greater technical systems and the devices entering into them

Key words: modelling of technical systems, fire-prevention protection

Для объектов, оборудованных системами АППЗ одной из важнейших задач является обеспечение эффективности их работы за счет снижения затрат на эксплуатацию всех технических средств. Решение указанной задачи возможно за счёт высокого качества эксплуатации технических средств с постепенным переходом на обслуживание "по состоянию", что уменьшает влияние "человеческого фактора" на работу техники.

Введенная с использованием метода экспертных оценок периодичность работ по техническому обслуживанию и капитальным ремонтам элементов систем АППЗ (типовые технические регламенты в действующих руководящих документах) без серьезного научного обоснования недостаточно учитывает реальный расход их технического ресурса, что приводит к неоправданному росту эксплуатационных расходов и повышенному отрицательному влиянию "человеческого фактора" на надежность и безопасность данных устройств.

Это определяет актуальность задачи разработки научных основ и методов для определения сроков выполнения работ по техническому обслуживанию и капитальным ремонтам устройств АППЗ в зависимости от скорости расходования их технического ресурса.

Марковская аппроксимация процессов старения обеспечивается при этом за счет нелинейного преобразования – квантования по уровню случайных функций, характеризующих изменение во времени обобщенного

параметра устройства или системы.

Нелинейное преобразование вполне естественно для элементов и устройств АППЗ, так как при их техническом обслуживании параметры измеряются в дискретные и, как правило, равноотстоящие моменты времени. Обычно считается, что марковская цепь описывает переходный режим некоторой системы на одинаковых интервалах времени. Это позволяет использовать цепи Маркова для исследования "поведения" или изменения состояний элементов АППЗ за всё время эксплуатации.

На рис. 1 представлена разработанная авторами обобщенная марковская модель процесса технического обслуживания (ТО) и ремонта (Р) элементов АППЗ, в которой приняты следующие обозначения состояний:

Н – новое состояние – это работоспособное состояние, когда все контролируемые параметры находятся в пределах, предписываемых для момента пуска в эксплуатацию, в которое попадают элементы и устройства систем АППЗ, поступившие с завода-изготовителя или после капитального ремонта. Данное состояние – это период приработки, во время которого проявляются скрытые дефекты;

С – стареющее состояние, при котором элементы и устройства систем АППЗ находятся в работоспособном состоянии и все параметры, характеризующие способность объекта выполнять заданные функции, находятся в области допустимых значений. Данное состояние наступает после окончания периода приработки и включает в себя весь период нормальной эксплуатации;

П – предотказное состояние (работоспособное), когда один или несколько из контролируемых параметров достигают области критических значений;

О – состояние отказа (защитного или опасного), при котором элементы АППЗ находятся в неработоспособном состоянии;

Р – состояние текущего ремонта, в которое элементы АППЗ попадают либо во время устранения отказов, либо при техническом обслуживании, когда проводится замена или восстановление каких-либо узлов или деталей;

КР – состояние капитального ремонта, в которое элементы АППЗ выводятся в соответствии с графиками замены в установленные нормативными документами сроки.

тенсивностей этих переходов принимаются равными нулю.

Математическая модель рассматриваемого процесса изменения состояний во времени включает в себя вектор-столбец $P(0)$, задающий вероятностное распределение состояний в нулевой момент времени, и стохастическую матрицу вероятностей переходов между состояниями $\|P_{ij}\|$.

Разработанная обобщенная модель процесса ТО и Р элементов АППЗ позволяет строить частные модели технического обслуживания и ремонта любых элементов и устройств систем АППЗ с учетом специфики их работы и проявления отказов, а также выводить расчетные формулы для определения вероятностей пребывания в каждом из возможных дискретных состояний рассматриваемого процесса.