

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Государственное образовательное учреждение
Высшего профессионального образования
“Оренбургский государственный университет”

Кафедра систем автоматизации производства

Ю.Р. ВЛАДОВ

**АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЛОГИКО-
ВЕРОЯТНОСТНЫЙ РАСЧЕТ
НАДЕЖНОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом
Государственного образовательного учреждения
Высшего профессионального образования
“Оренбургский государственный университет”

Оренбург 2005

УДК 681.5:519.718(075.8)
ББК 32.965 + 30.1497
В 57

Рецензент
д.т.н., профессор В.Д. Шевеленко

Владов Ю.Р.
В57 Автоматизированный логико-вероятностный расчет надежности технических систем [Текст]: лабораторный практикум / Ю.Р. Владов. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2005. - 42 с.

Лабораторный практикум предназначен для студентов специальностей 210200, 220300, 270100, 270300, 170600 по дисциплинам "Надежность систем управления", "Модели и методы анализа проектных решений", "Интеллектуальные подсистемы", "Системы управления технологическими процессами и информационные технологии", "Управление техническими системами". Содержит методические указания к выполнению лабораторных, практических и самостоятельных работ на основе приведенного алгоритмического, методического и программного обеспечений логико - вероятностного метода анализа надежности технических систем.

ББК 32.965 + 30.1497

© Владов Ю.Р., 2005
© ОГУ, 2005

Введение

Проблема надежности является ключевой в развитии техники. Особенно велика ее роль в связи с широким использованием автоматических и автоматизированных систем управления и контроля. Последние требуют тщательной проработки вопросов надежности, начиная от проектирования и производства и кончая их испытаниями и эксплуатацией.

Показатели надежности систем можно количественно оценивать, используя информацию о надежности отдельных элементов. Для этого необходимо знать показатели надежности элементов и структурную схему расчета надежности, которая за исключением редких случаев не совпадает с другими схемами автоматизации. Одним из перспективных методов анализа надежности сложных систем является логико-вероятностный, который основан на математическом аппарате алгебры логики и предполагает определенные связи между отказами системы и событиями, от которых они зависят - отказами элементов системы. Цель проведения анализа надежности заключается в существенном повышении эффективности управления и контроля технологическими системами. Для достижения цели решены следующие основные задачи:

1 Предложена классификация структурных моделей надежности технических систем, предусматривающая 4 класса структур: параллельно-последовательные, мостиковые, типовые и комбинированные;

2 Разработано алгоритмическое и программное обеспечение для каждого класса структур с возможностью получения количественных параметров безотказности при заданной структурной схеме системы.

По каждой работе составляется индивидуальный отчет. Содержание отчета: название и цель работы; основные теоретические положения; постановка задачи и алгоритм ее решения; структурная схема расчета надежности и исходные данные по надежности входящих в систему элементов, результаты расчета на ЭВМ результирующей надежности и эквивалентные структурные схемы; выводы по работе.

Перечень используемых сокращений:

СУ- система управления

ЛВР - логико-вероятностный расчет;

ППС - параллельно-последовательные структуры;

вбр - вероятность безотказной работы;

ТС - техническая система.

1 Автоматизированный логико - вероятностный расчет надежности параллельно последовательных структур технических систем

1.1 Цель работы

Изучить методику автоматизированного логико-вероятностного расчета (ЛВР) надежности для различных параллельно-последовательных структур (ППС). Определить результирующую вбр и другие показатели безотказности по заданной структурной схеме.

1.2 Основные теоретические положения

1.2.1 Показатели надежности систем управления

Способность ТС сохранять свои наиболее существенные свойства (безотказность, ремонтпригодность и др.) на заданном уровне в течение фиксированного промежутка времени при определенных условиях эксплуатации называют надежностью. Под структурной надежностью ТС понимают надежность системы в целом при заданной ее структуре и известных значениях надежности всех входящих в нее элементов. Степень надежности ТС определяется показателями, связанными с явлением отказа - случайным событием, заключающимся в нарушении работоспособности системы.

Вероятностью безотказной работы (вбр) $P(t)$ системы называется вероятность того, что при определенных условиях эксплуатации в заданном интервале времени или в пределах заданной наработки не произойдет ни одного отказа: $P(t) = P(T > t)$. Здесь t - время, в течение которого определяется вбр; T – время работы ТС от ее включения до первого отказа.

Вероятностью отказа (во) $Q(t)$ называется вероятность того, что при определенных условиях эксплуатации в заданном интервале времени возникнет хотя бы один отказ. Отказ и безотказная работа являются событиями несовместными и противоположными. Поэтому

$$Q(t) = P(T \leq t), \quad Q(t) = 1 - P(t). \quad (1.1)$$

Частота отказов $a(t)$ есть плотность вероятности времени работы системы до первого отказа.

$$a(t) = -P'(t) = Q'(t), \quad Q(t) = \int_0^t a(t)dt;$$

$$P(t) = 1 - \int_0^t a(t)dt. \quad (1.2)$$

Интенсивность отказов $\lambda(t)$ - плотность вероятности отказа ТС к моменту времени t при условии, что до этого момента отказ не произошёл:

$$\lambda(t) = \frac{a(t)}{P(t)}. \quad (1.3)$$

Интенсивность отказов и вбр связаны между собой зависимостью:

$$P(t) = e^{-\int_0^t \lambda(t) dt}. \quad (1.4)$$

Средней наработкой до первого отказа называется математическое ожидание времени работы ТС до отказа:

$$T_{cp.} = \int_0^{\infty} P(t) dt \quad (1.5)$$

Особенностью показателей является то, что зная, например, вбр системы, можно найти остальные количественные показатели надежности. На этапе нормальной эксплуатации системы при экспоненциальном законе распределения $\lambda(t) = \lambda$ и приведенные выражения упрощаются:

$$\lambda = \frac{-\ln P(t)}{t}; \quad T_{cp.} = \frac{1}{\lambda}. \quad (1.6)$$

1.2.2 Алгоритм ЛВР надежности ППС

Расчеты надежности занимают ведущее место в проектировании и практике использования ТС. Для определения надежности систему разделяют на отдельные части, в отношении которых имеются или определяются количественные характеристики надежности. Декомпозицию производят так, чтобы отдельные части представляли собой конструктивно самостоятельные элементы, независимые в отношении отказов от других элементов. Если отказы соседних элементов зависят друг от друга, то их объединяют в один общий блок, для которого находят расчетным путем (или экспериментально, или по справочным данным) общую количественную характеристику надежности. Части ТС, имеющие самостоятельные количественные характеристики надежности, называются элементами расчета надежности или просто элементами.

Наиболее распространенными, как показывает инженерная практика, структурными схемами различных ТС являются ППС, содержащие ветви с параллельно соединенными элементами расчета надежности, совместный отказ которых приводит к отказу всей системы и ветви с последовательно соединенными элементами, отказ каждого из которых приводит к отказу ТС. ЛВР надежности таких ТС можно провести: путем последовательного упрощения структуры в соответствии с приведенным ниже алгоритмом. Алгоритм ЛВР надежности представим в алгебраической форме в виде структурного произведения:

$$A = A1 \wedge A2 \wedge A3 \wedge A4 \wedge A5 \wedge A6 \wedge A7 \wedge A8 \quad (1.7)$$