



**Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»
в г. Смоленске**

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

Направление подготовки: 09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Профиль подготовки: Вычислительные машины, комплексы, системы и сети

Уровень высшего образования: бакалавриат

Нормативный срок обучения: 4 года и 11 месяцев

Форма обучения: заочная

Год набора: 2019

Смоленск



Методические материалы составил:

уч. степ., звание (или должность) к.т.н. доцент Тихонов В.А.

подпись

ФИО

« 25 » 06 20 19 г.

Заведующий кафедрой «Вычислительной техники»:

подпись

д.т.н. профессор

Федулов А.С.

ФИО

« 02 » 07 20 19 г.

МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЫПОЛНЕНИЯ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Расчетно-графическая работа

«Анализ надежности системы по заданной структурной схеме»

1.1 Теоретическое введение

Чаще всего системы имеют последовательно-параллельную структуру. Путем декомпозиции такую структуру можно расчленить на совокупность схем только с последовательным или только с параллельным соединением элементов. Расчет структур с последовательным и параллельным соединениями рассмотрен в [1].

Однако в практике проектирования систем встречаются случаи, когда структурную схему не удастся отнести к последовательно-параллельной.

Если в результате применения процедуры остается хотя бы один фрагмент, который не удастся расчленить на изолированные элементы, то структура является сложной.

При анализе надежности систем со сложной структурой принимаются следующие допущения:

соединения всех элементов в структурной схеме постоянные,
отказы элементов – независимые события,
для каждого элемента задана функция вероятности безотказной работы.

Одним из эффективных методов расчета надежности систем со сложной структурой является метод эквивалентных схем [1].

Метод эквивалентных схем основан на использовании формулы полной вероятности в виде

$$P_c(t) = f(p_1, p_2, \dots, p_n) = p_i \cdot P(t | p_i = 1) + q_i \cdot P(t | p_i = 0), \quad (1)$$

где p_i – вероятность безотказной работы i -го элемента, q_i – вероятность отказа i -го элемента ($q_i = 1 - p_i$).

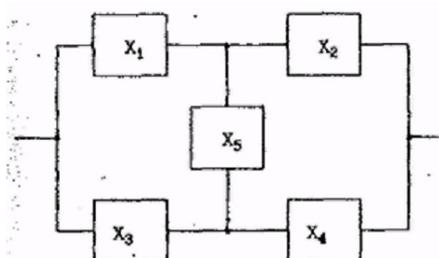
Входящие в (1) условные вероятности представляют собой вероятности безотказной работы систем, одна из которых отличается от исходной лишь тем, что ее первый элемент идеально надежный (перемычка), а в другой системе первый элемент вообще отсутствует (разрыв). Операция разбиения функции $P_c(t)$ на два слагаемых в (1) называется разрезанием по i -му элементу. Вообще говоря, разрезание может быть проведено по любому элементу системы. Последовательность действий при использовании метода эквивалентных схем следующая.

1. В исходной системе выбирают элемент, по которому будет производиться разрезание. Обычно им становится элемент, расположенный между простыми точками соединения.

2. Исходную структурную схему преобразуют в две эквивалентные схемы, в одной из которых выбранный элемент заменяется перемычкой, а в другой элемент удаляется (разрыв).

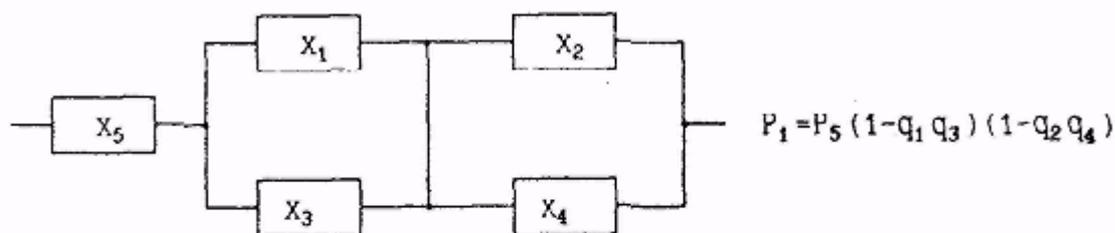
3. Если обе полученные в предыдущем пункте схемы являются последовательно-параллельными, то для расчета их надежности используют методы преобразования последовательных и параллельных структур. После подстановки в (1) получают искомую вероятность. Если же одна или обе схемы остаются в классе сложных структур, то в них проводят действия в соответствии с пп. 1 и 2, и так до тех пор, пока все эквивалентные схемы не станут последовательно-параллельными.

Пример. Пусть задана структурно-функциональная схема надежности

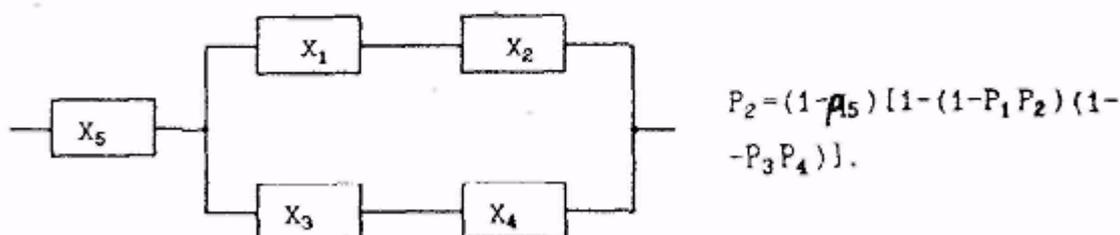


Выберем в качестве особого элемента элемент X_5 , как имеющий наибольшее число связей с другими. Предположим, что элемент X_5 находится в работоспособном состоянии, тогда вместо элемента X_5 в

исходной структуре можно поставить жесткую связь, а к получившейся схеме последовательно необходимо присоединить элемент x_5 , чтобы учесть, что вероятность образования такой схемы равна вероятности работоспособного состояния элемента x_5 .



Теперь будем считать, что элемент x_5 отказал, тогда в исходной схеме этот элемент можно заменить обрывом, а последовательно с получившейся схемой включить элемент x_5 , но вероятность образования этой схемы равна вероятности неработоспособного состояния элемента x_5 .



Учитывая, что образование первой и второй схем являются событиями несовместимыми, вероятность безотказной работы исходной схемы можно найти как сумму вероятностей P_1 и P_2 . $P = P_1 + P_2 = p_5 \cdot (1 - q_1 \cdot q_3) \cdot (1 - q_2 \cdot q_4) + (1 - p_5) \cdot [1 - (1 - p_1 \cdot p_2) \cdot (1 - p_3 \cdot p_4)]$.

1.2 Задание на расчетно-графическую работу

1. По заданной структурно-функциональной схеме надежности технической системы, в соответствии с вариантом задания (№ рисунка Приложения - № по списку), известным значениям интенсивностей отказов λ_i входящих в нее элементов (см. таблицу 1), построить математическую модель надежности исходной системы. Структурно-функциональные схемы представлены в Приложении 1.

2. Определить время наработки на отказ T для заданного значения вероятности безотказной работы системы $P_c(T)$ (см. таблицу 1).

1.3 Порядок выполнения задания

1. В заданной схеме надежности выбрать элемент для разрезания.
2. Используя метод эквивалентных схем, преобразовать исходную структурно-функциональную схему.



3. Найти выражения для вероятностей безотказной работы эквивалентных схем и всей системы.

4. Построить график вероятности безотказной работы системы $P_c(t)$ в зависимости от наработки t .

5. Определить по графику время наработки системы на отказ T , для которого вероятность безотказной работы системы $P_c(t)$ будет не менее заданной в таблице 1.

Таблица 1 – Интенсивности отказов элементов

$P_c(T)$	Интенсивности отказов элементов $\lambda_i \times 10^{-6}/ч$													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0,6	0,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,1

1.3 Содержание расчетно-графической работы

1. Исходная структурно-функциональная схема.
2. Схемы и функциональные выражения, отражающие результаты преобразования исходной структурно-функциональной схемы.
3. График вероятности безотказной работы системы.
4. Время наработки системы на отказ T , соответствующее заданной вероятности безотказной работы $P_c(T)$.

1.4 Литература

1. Черкесов Г.Н. Надежность аппаратно-программных комплексов. Учебное пособие. – СПб: Питер, 2005. – 479с.