

РАЗДЕЛ 3. МЕТОДИКА И СРЕДСТВА ДИАГНОСТИРОВАНИЯ РЭСБН

ЛЕКЦИЯ 6: Методики диагностирования РЭСБН

Вопросы лекции:

**1 МЕТОДЫ ПОИСКА НЕИСПРАВНОСТЕЙ ДЛЯ СИСТЕМ
ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ПРОВЕРКОЙ КОМПОНЕНТОВ**

**2 МЕТОДЫ ПОИСКА НЕИСПРАВНОСТЕЙ ДЛЯ СИСТЕМ С ГРУППОВОЙ
ПРОВЕРКОЙ КОМПОНЕНТА**

Литература:

1. Хабаров Б.П. и др. Техническая диагностика и ремонт бытовой радиоэлектронной аппаратуры. – Горячая линия – Телеком. М.: 2004 – 376 с. (Библ. индекс 621.396 X12)
2. Давыдов П.С. Техническая диагностика радиоэлектронных устройств и систем. М.: Радио и связь. 1988 – 256 с.

1 МЕТОДЫ ПОИСКА НЕИСПРАВНОСТЕЙ ДЛЯ СИСТЕМ С ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ПРОВЕРКОЙ КОМПОНЕНТОВ

1.1 Общая характеристика поиска неисправностей

Поиск неисправностей является частью технологического процесса ремонта и характеризуется последовательностью и численными значениями ряда параметров:

- числом проверок, необходимых для выявления неисправного компонента системы;
- продолжительностью выполнения отдельных проверок t_i и процесса поиска неисправности в целом T ;
- трудоемкостью (затратами) z_i , как отдельных операций, так и всего процесса поиска неисправности Z ;
- стоимостью отдельных проверок c_i и полной стоимостью поиска неисправности C .

Важное значение имеет последовательность контроля, определяющая объем программ контроля, сложность программно-управляющих и коммутирующих устройств, устройств поиска неисправностей, продолжительность контроля и т.п.

Если учитывать обоснованные затраты на качественный сервис и техобслуживание, то поиск ошибок в установках, узлах, схемах и элементах приобретает существенное значение, .

Высокотехнологичные автоматизированные производственные установки требуют наличия квалифицированного персонала для проведения техобслуживания.

Грамотное техническое обслуживание требует от обслуживающего персонала наличия следующих качеств:

- серьезных знаний в предметной области;
- быстрого восприятия системных взаимосвязей;
- умение работать в команде и талант организатора, необходимые для получения и обмена информацией.




Структурная схема поиска неисправности

При выборе последовательности контроля различают два подхода:

- 1) последовательность контроля при проверке работоспособности объекта;
- 2) последовательность контроля при поиске неисправностей. В первом случае должна быть получена полная информация о работе объекта в реальных условиях при режимах и последовательности выполнения функций, соответствующих рабочим.



В первом случае - получения полной информации о состоянии отдельных устройств объекта проверку их параметров необходимо проводить одновременно. Контроль работоспособности должен проводиться так, чтобы в процессе его наращивалась информация о состоянии объекта, а по окончании имелась полная информация объекта в целом.



Во втором случае - последовательность контроля параметров и устройств (при поиске неисправностей) может отличаться от последовательности при контроле работоспособности. Каждая проверка при поиске неисправностей служит для локализации имеющейся неисправности по все более сужающейся области и дает определенную полезную информацию, указывающую на возможные причины неисправности, что ограничивает область, в которой должна проводиться следующая проверка.

Число необходимых проверок характеризует в основном структурную сложность процесса поиска при независимых проверках отдельных компонентов и используется для прикидочного сравнения различных процедур.

Продолжительность выполнения операций и **их трудоемкость** тесно взаимосвязаны. Их зависимость определяется конкретными условиями выполнения работ при поиске неисправности.

При бригадной организации процесса поиска эта зависимость определяется выражением

$$t_i = \frac{z_i}{K_{Б.П.} \cdot N_i}$$

где z_i - трудоемкость;

$K_{Б.П.}$ - коэффициент бригадной производительности труда;

N_i - число исполнителей.

Продолжительность выполнения операций является наиболее важным параметром процесса поиска неисправностей т.к. определяет степень снижения готовности объекта к применению

Стоимость C_i выполнения работ необходима при экономических расчетах и при оптимизации параметров процесса поиска неисправностей.

При рассмотрении вопросов организации поиска неисправностей принимаются следующие допущения:

1. Отказ объекта возникает в результате неисправности только одного из ее компонентов.
2. В процессе поиска неисправности новые отказы не возникают.

Для поиска неисправностей в объекте с индивидуальной проверкой компонентов могут быть использованы проверки с последовательным перебором компонентов, для которых справедливы следующие положения.

Максимальное число необходимых проверок объекта из n компонентов $N_{\max} = n - 1$

Такое значение N_{\max} присуще всем вариантам процедур типа последовательного перебора проверок. Однако указанное число проверок может понадобиться лишь при самой неудачной реализации поиска, когда неисправный компонент окажется последним в очереди. В общем случае $1 \leq N \leq (n - 1)$.

Среднее число необходимых проверок определяется следующим образом:

Вероятность обнаружения неисправности при каждой из проверок q_i пропорциональна вероятности отказа соответствующего компонента q_i^* :

$$q_i = \frac{q_i^*}{\sum_{i=1}^n q_i^*}, \quad \sum_{i=1}^n q_i = 1 ;$$

Тогда в q_1 части всех случаев неисправность будет обнаружена при первой проверке; в q_2 части случаев - после проверки 1 и 2-го элементов, по аналогии в q_{n-1} части случаев неисправность будет обнаружена после проверки предпоследнего элемента.

Средняя трудоемкость обнаружения неисправности будет определяться выражением:

$$Z_{cp} = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{n=1}^k q_k \cdot z_n - q_n \sum_{n=1}^{n-1} z_n$$

Продолжительность поиска неисправности, трудозатраты на ее обнаружение и среднее число необходимых проверок зависят от назначенной очередности выполнения проверок.

1.2 Методы поиска неисправностей

1.2.1 Метод случайного выбора проверок

Условия: данные о надежности элементов объекта и продолжительности проверок отсутствуют.

Последовательность произвольная обычно соответствует расположению элементов в монтажной схеме либо определяется какими-либо субъективными соображениями.

Среднее число необходимых проверок определяется в предположении равной вероятности отказа элементов

$$q_i = \frac{1}{n}$$

$$N_{cp} = \sum_{i=1}^{n-1} \frac{i}{n} + \frac{n-1}{n} = \frac{(n-1) \cdot (n+2)}{2 \cdot n}$$

1.2.2 Метод проверок по возрастающей трудоемкости

Условия: известны трудоемкости Z_i или продолжительности t_i проверок различных элементов.

Очередность выполнения проверок устанавливается в порядке возрастания (неубывания) значений этих параметров:

$$t_1 < t_2 < t_3 < \dots$$

N_{cp} остается таким же, но за счет меньшей продолжительности первых проверок средняя продолжительность поиска T_{cp} получается меньшей.

Таким образом, данный метод можно рассматривать как простейшую рациональную процедуру поиска.

1.2.3 Метод контроля "слабых точек"

Условия: имеются данные о вероятностях отказа компонентов объекта.

Очередность устанавливается в порядке убывания нормированной вероятности отказа

$$q_1 > q_2 > q_3 > \dots > q_n, \sum_{i=1}^n q_i = 1.$$

Среднее число необходимых проверок при методе контроля "слабых точек" заметно уменьшается по сравнению с методом случайного выбора.

1.2.4 Метод "время - вероятность"

Условия: имеются данные о вероятностях отказа элементов объекта и о продолжительности их проверок.

Последовательность устанавливается по убыванию (невозрастанию) отношения q_i / t_i

$$\frac{q_1}{t_1} > \frac{q_2}{t_2} > \dots > \frac{q_n}{t_n} .$$

Программа, построенная по такому способу, обладает минимальным средним временем поиска неисправности для данной функциональной схемы объекта.

2 МЕТОДЫ ПОИСКА НЕИСПРАВНОСТЕЙ ДЛЯ СИСТЕМ С ГРУППОВОЙ ПРОВЕРКОЙ КОМПОНЕНТА

2.1 Общая характеристика методов

В объектах с функционально связанными блоками выявление компонентов (элементов) - носителей неисправности - может производиться не только в индивидуальном порядке, но и групповой проверкой компонентов по участкам системы.

Последовательность работ по выявлению неисправности состоит в том, что исследуемый объект делится на две части (все элементы, составляющие объект, делятся на две группы), и одна из этих частей (групп) подвергается проверке.

Если проверенные элементы в составе группы исправны, то дальнейшим отдельным проверкам они не подлежат, так как неисправного среди них нет.

Поиск неисправности необходимо вести в другой группе элементов объекта, которая снова разбивается на две части, одна из которых отбирается для последующих проверок.

Рассматриваемые процедуры поиска отличаются от методов последовательного перебора тем, что:

1) на каждом шагу поиска проверке подвергается не один элемент, а группа элементов;

2) выбор каждой следующей проверки после очередного разбиения схемы объекта или ее участков производится с учетом информации, которая была получена при предыдущих проверках.

Программа поиска при этом является не фиксированной, когда очередность проверок задается заранее по какому-либо правилу, а условной, зависящей от текущих результатов выполненных проверок.

Методы поиска неисправностей в таких объектах обычно называют "**методами средней точки**", имея в виду ряд методов, похожих по общему подходу к построению программы поиска путем деления объекта на участки, но различающихся правилами разбиения множества компонентов на подмножества и определения последовательности выполнения проверок.

2.2 Основные методы поиска неисправностей

2.2.1 Метод половинного разбиения

Условия: данные о надежности элементов объекта и продолжительности проверок отсутствуют или не могут быть учтены либо затраты времени на проведение проверок примерно одинаковы.

Организация процесса:

- разбиение схемы объекта производится на участки и под-участки, примерно равные по количеству;
- очередное проверке подвергается любой из двух образованных участков.

Необходимое число проверок и последовательность их выполнения определяются следующим образом.

Количество компонентов в объекте n выразим в виде

$$n = 2^m + R,$$

где R - количество элементов сверхполной степени m числа 2:

$$0 \leq R \leq n/2 < 2^m$$

Например, если объект состоит из 12 элементов, то $n = 12$ можно представить в виде:

$$n = 2^m + R = 12 = 2^3 + 4,$$

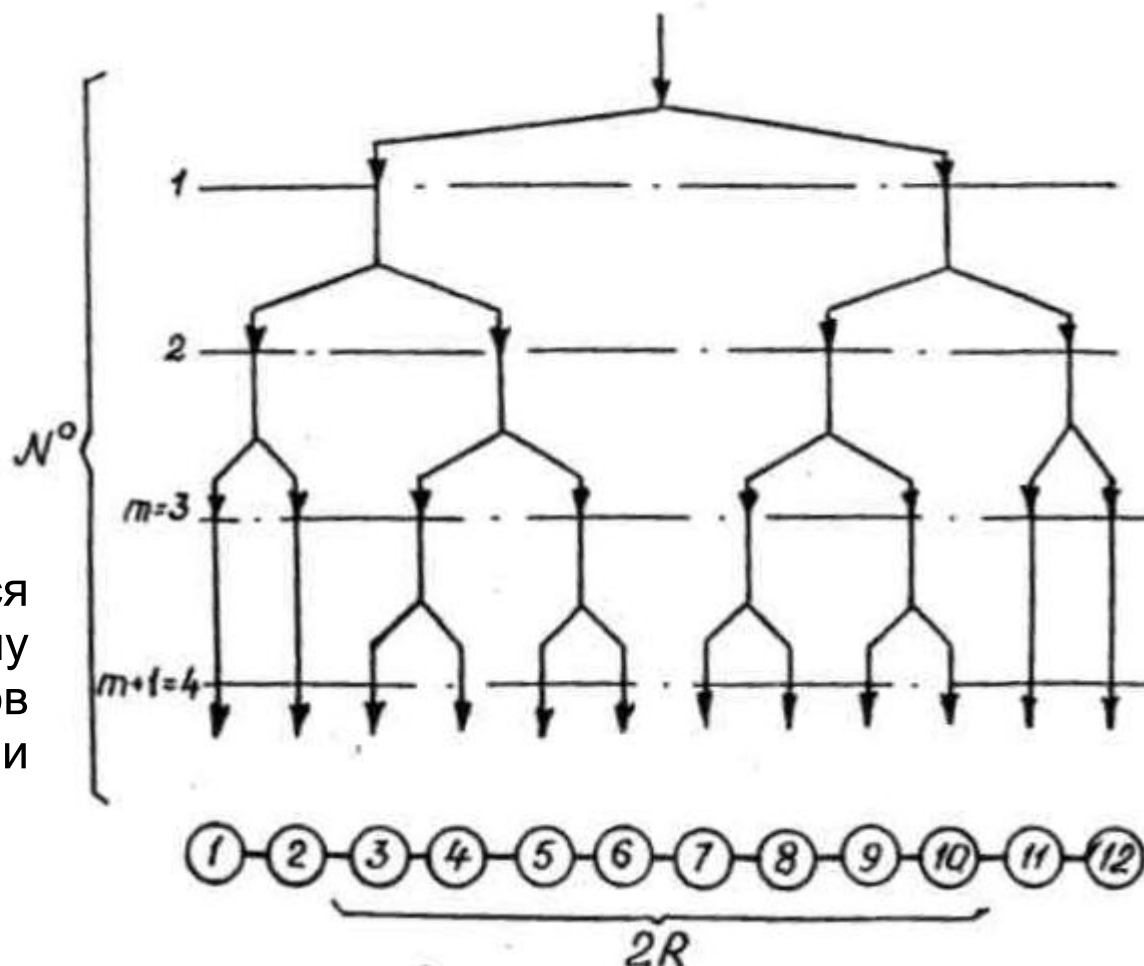
$$\text{т.е. } m = 3, R = 4$$

Рассмотрим схему выполнения проверок на рис.2.1. Очевидно, что при проверке 3 (m) может быть обнаружена неисправность в 4 ($n-2R$) компонентах, а при проверке 4 ($m+1$) в одном из остальных ($2R$) элементах. Следовательно, минимальное число проверок $N_{\min} = m$, а максимальное $N_{\max} = m+1$.

С х е м а п о и с к а
неисправностей методом
разбиения системы на
участки

Среднее число проверок определяется по максимальному и минимальному числу проверок с учетом вероятности отказов элементов каждой из этих групп и выражается

$$N_{cp} = m \cdot \sum_{i=1}^{n-2R} q_i + (m-1) \cdot \sum_{i=1}^{2R} q_i$$



При одинаковых значениях вероятностей $q_i = 1/n$ получим:

$$\sum_{i=1}^{n-2R} q_i = \frac{(n-2R)}{n}; \sum_{i=1}^{2R} q_i = \frac{2R}{n}.$$

Следовательно,

$$N_{cp} = m \cdot \frac{n - 2R}{n} + (m + 1) \cdot \frac{2R}{n} = m + \frac{2R}{n}$$

Среднее число необходимых проверок в объектах с количеством элементов более 8 получается меньшим, чем при индивидуальных проверках путем перебора. Этот выигрыш тем значительнее, чем больше компонентов включает объект. Особенно снижается максимальное число проверок.

2.2.2 Метод равных вероятностей

Условия: известны данные о надежности элементов объекта.

Организация: разбиение его на каждом шагу поиска должно производиться так, чтобы суммарные вероятности отказов компонентов $\sum_{уч} q_i$, вошедшие в разные участки, были примерно одинаковыми.

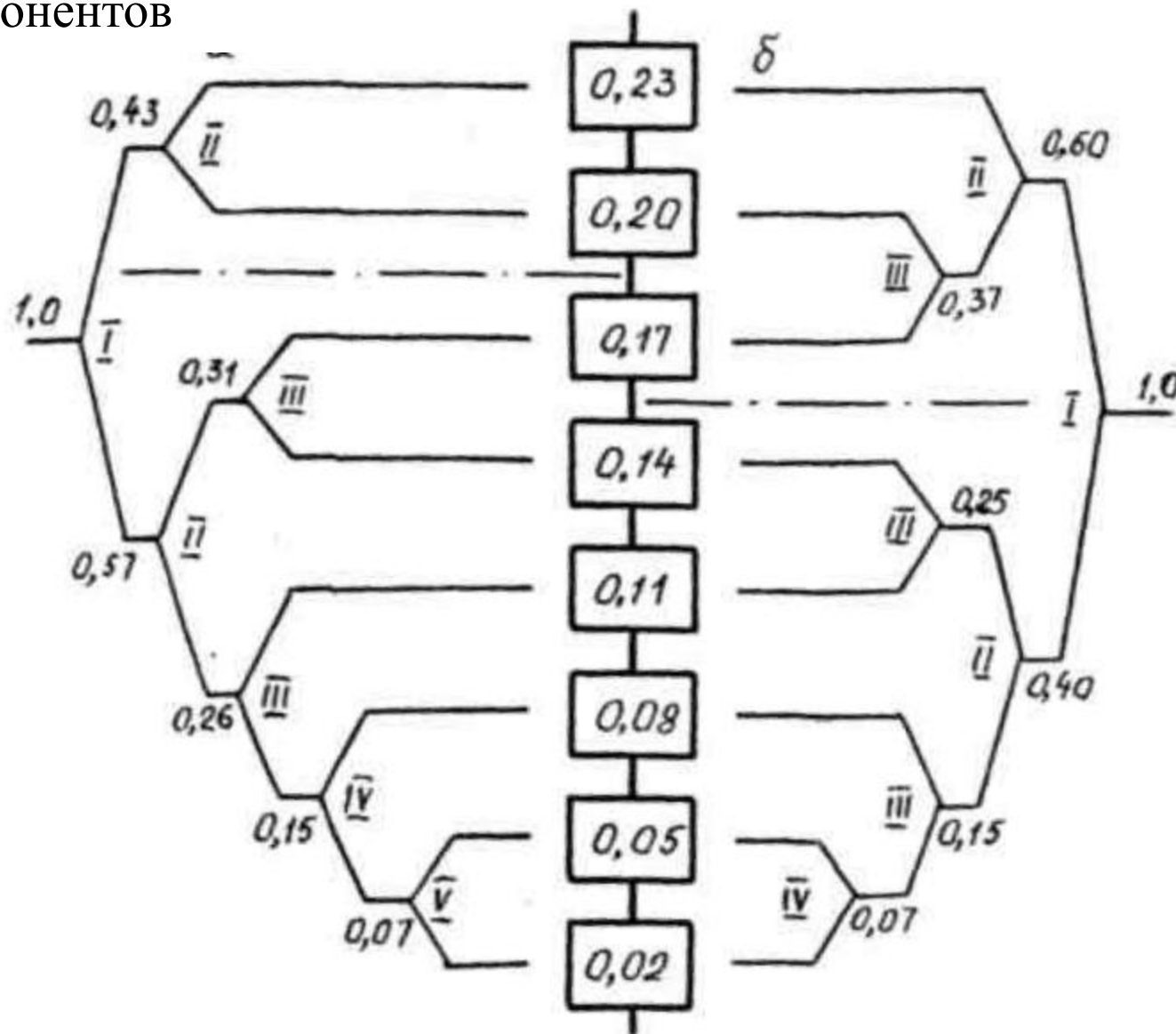
Если суммарные вероятности отказов по участкам различаются, то проверкам подвергается участок с большей $\sum_{уч} q_i$.

Заметное уменьшение среднего числа необходимых проверок по сравнению с простым половинным разбиением достигается, если при разбиении на части по правилу равных вероятностей создается существенная разница в количестве элементов, отнесенных к различным частям. В противном случае положительный эффект может быть не достигнут.

Схема поиска неисправностей с учетом вероятности отказов компонентов

Пример применения метода для объекта с 8 компонентами приведен на рисунке.

Компоненты в объекте расположены по убыванию значений вероятностей их отказов.



2.2.3 Метод выбора наименее трудоемких проверок

Условия: известны данные о безотказности и длительности проверок элементов.

Организация процесса: объект на каждом шагу поиска разбивается на участки с примерно одинаковыми значениями суммарной вероятности отказов компонентов.

Из двух возможных проверок выполняется та, которая требует меньших затрат времени. Если разбить объект на равномерные участки не представляется возможным, необходимо для каждого из образуемых участков рассчитать удельную полезность затрат времени, т.е. отношение суммарной вероятности отказов компонентов, охватываемых проверкой, к продолжительности этой проверки, и на каждом шагу поиска выполнять ту из двух альтернативных проверок, для которой эта величина будет больше.

$$\varepsilon = \sum_{уч} q_i / t_{уч} \quad \text{- удельная полезность}$$

Обычная процедура поиска неисправности при групповых проверках элементов (метод половинного разбиения) может быть улучшена, если использовать данные о вероятности отказов компонентов и о продолжительности различных проверок

Практическое применение приведенных рекомендаций возможно и целесообразно при следующих дополнительных условиях:

- для использования метода равных вероятностей необходимо создать существенную разницу в количестве компонентов по участкам;
- при наличии компонента с низкой безотказностью он должен располагаться на одном из концов исследуемой цепочки.

Метод половинного разбиения позволяет оптимизировать процедуру поиска неисправности только по критерию минимакса затрат времени.

Оптимизацию поиска по критерию минимума средней продолжительности работ можно осуществить путем разбиения объекта на участки с учетом вероятностей отказов элементов и продолжительности их проверок.

Данные для сравнения применения различных программ поиска неисправности

Метод поиска	Наличие и использование исходных данных	Правило разбиения ОК на участки	Последовательность проверок участков ОК	Удовлетворяемый критерий оптимальности
		3	4	5
	q_i и t_i неизвестны или примерно одинаковы (не учитываются)	Примерно равное число компонентов в каждом из участков	Не устанавливается	Минимакса числа необходимых проверок
Равных вероятностей	q_i - известны t_i - неизвестны или не учитываются	Примерно равные суммарные вероятности отказа компонентов для каждого из участков	Из двух возможных проверок выполняется такая, которая охватывает участок с большим значением $\sum_{уч} q_i$	Минимума среднего числа необходимых проверок
Выбора наименее трудоемких проверок	q_i - известны t_i - известны	Тоже	Из двух возможных проверок выполняется менее продолжительная	Минимума средней продолжительности поиска
Примечание: q_i - нормированная вероятность отказа компонентов ОК; t_i - продолжительность проверки компонентов ОК по участкам.				