

Практическое занятие № 12

Определение показателей безотказности системы

Цель работы: научиться определять основные показатели надежности системы.

Оборудование: ПЭВМ.

Общие положения

Показатель надежности - это количественная характеристика одного или нескольких свойств, определяющих надежность системы. В основе большинства показателей надежности лежат оценки наработки системы, то есть продолжительности или объема работы, выполненной системой. Показатель надежности, относящийся к одному из свойств надежности, называется **единичным**. Комплексный показатель надежности характеризует несколько свойств, определяющих надежность системы.

Ниже приводятся наименования основных показателей надежности систем и их определения в соответствии с ГОСТ 27.002-80 «Надежность в технике. Термины и определения».

Единичные показатели надежности

К единичным показателям надежности в соответствии с ГОСТ 27.002-80 относятся показатели безотказности, показатели ремонтпригодности и показатели долговечности.

Показатели безотказности

1. **Вероятность безотказной работы** - вероятность того, что в пределах заданной наработки отказ системы не возникнет.

2. **Вероятность отказа** - обратная величина, вероятность того, что в пределах заданной наработки отказ системы возникнет.

3. **Средняя наработка до отказа** - математическое ожидание наработки системы до первого отказа (существенно для невосстанавливаемых систем).

4. **Средняя наработка на отказ** (T_H , MTBF - Main Time Between Failures) - отношение наработки восстанавливаемой системы к математическому ожиданию числа ее отказов в пределах этой наработки (имеет смысл только для восстанавливаемых систем).

$$T_H = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n t_i$$

по данным наблюдения за работой всех $T_H = \frac{\sum t_i}{\sum n}$ систем

5. **Интенсивность отказов** - условная плотность вероятности возникновения отказа невосстанавливаемой системы, определяемая для рассматриваемого момента времени при условии, что до этого момента отказ не возник.

6. **Параметр потока отказов** ($k(t)$) - отношение среднего числа отказов для восстанавливаемой системы за произвольно малую ее наработку к значению этой наработки.

Показатели ремонтпригодности

1. *Вероятность восстановления работоспособного состояния* - вероятность того, что время восстановления работоспособного состояния не превысит заданного.

2. *Среднее время восстановления работоспособного состояния*, T_v - математическое ожидание времени восстановления работоспособного состояния системы.

Показатели долговечности

1. *Средний ресурс* - математическое ожидание наработки системы от начала ее эксплуатации или ее возобновления после ремонта до перехода в предельное состояние.

2. *Срок службы ($T_{сс}$)* - календарная продолжительность от начала эксплуатации системы или ее возобновления после ремонта до перехода в предельное состояние.

Комплексные показатели надежности

1. *Коэффициент готовности (K_g)* - вероятность того, что система окажется в работоспособном состоянии в произвольный момент времени, кроме планируемых периодов, в течение которых применение системы по назначению не предусматривается

$$K_g = \frac{T_0}{T_0 + T_s} \quad \text{или} \quad K_g = \frac{\sum_{i=1}^n t_{oi}}{\sum_{i=1}^n t_{bi} + \sum_{i=1}^n t_{oi}}$$

2. *Коэффициент оперативной готовности* - вероятность того, что система окажется в работоспособном состоянии в произвольный момент времени, кроме планируемых периодов, в течение которых применение системы по назначению не предусматривается, и начиная с этого момента будет работать безотказно в течение заданного времени.

3. *Коэффициент технического использования* - отношение математического ожидания интервалов времени пребывания системы в работоспособном состоянии за некоторый период эксплуатации к сумме математических ожиданий интервалов времени пребывания системы в работоспособном состоянии, простоев, обусловленных техническим обслуживанием, и ремонтов за тот же период эксплуатации

$$K_{ти} = \frac{T_0}{T_0 + T_s + T_n}$$

где T_n - время простоя системы, обусловленное выполнением планового технического обслуживания и ремонта (время профилактики), пересчитанное на один отказ.

4. *Коэффициент сохранения эффективности* - отношение значения показателя эффективности за определенную продолжительность эксплуатации к номинальному значению этого показателя, вычисленному при условии, что отказы в системе в течение того же периода эксплуатации не возникают.

Коэффициент сохранения эффективности характеризует степень влияния отказов в системе на эффективность ее применения по назначению. Из ранее приведенного определения теории надежности следует, что коэффициент сохранения эффективности может служить интегральным критерием оптимизации надежности системы. Действительно, критерий оптимизации - это показатель, для которого указана желаемая его величина или желаемое направление его изменения. Направление изменения коэффициента сохранения правильно выбранного

показателя эффективности определяет основные ориентиры в поиске свойств системы, которые обеспечивают ее оптимальную надежность.

Выполнение работы

Задание 1. За исследуемый период эксплуатации система отказала 6 раз. До первого отказа система проработала 185 часов, до второго - 342 часа, до третьего - 268 часов, до четвертого отказа система проработала 220 часов, до пятого - 96 часов, до шестого - 102 часа. Определить среднюю наработку на отказ системы.

Задание 2. В течение некоторого времени проводилось наблюдение за работой N_0 экземпляров одинаковых информационных систем. Каждая из систем проработала t_i часов и имела n_i отказов. Требуется определить наработку на отказ по данным наблюдения за работой всех систем.

$$t_1 = 358 \text{ час} \quad n_1 = 4$$

$$t_2 = 385 \text{ час} \quad n_2 = 3$$

$$t_3 = 400 \text{ час} \quad n_3 = 2$$

Задание 3. По результатам исследования двух автоматизированных систем были получены следующие экспериментальные данные по безотказности и восстанавливаемости двух автоматизированных систем (таблица 1).

Таблица 1 - Экспериментальные данные по безотказности и восстанавливаемости двух автоматизированных систем

Вариант	Система 1		Система 2	
	Время работы до отказа t_0 , час	Время ремонта после отказа $t_в$, час	Время работы до отказа t_0 , час	Время ремонта после отказа $t_в$, час
1.	24	16	400	32
2.	84	24	184	32
3.	225	8	64	24
4.	20	6	16	8
5.	58	2	16	8
6.	516	19	160	8
7.	287	16	8	4
8.	464	64	8	16
9.	96	12	48	8
10.	4	3	104	8

Требуется определить по коэффициенту готовности, какая из систем является более надежной.

Задание 4. Рассмотрим КС, состоящую из шести подсистем: ЦП, ОЗУ, МД, МЛ, ПУ и УВ. Данные для подсистем приведены в таблице 2.

Используя приближенные формулы, рассчитать показатели надежности технических средств ИС для последовательного и параллельного включения подсистем.

Таблица 2 - КС, состоящая из шести подсистем

Наименование	Значения $m(r)$	Интенсивность		Коэффициент готовности K_{zi}
		Отказов $\lambda_i, 1/ч$	Восстанов- лений $\mu_i, 1/ч$	
Центральный процессор (ЦП)	1	$152 \cdot 10^{-6}$	1	$1 - 1,52 \cdot 10^{-4}$
Модуль ОЗУ	4(3)	$300 \cdot 10^{-6}$	0,01	$1 - 3 \cdot 10^{-2}$
Устройство памяти на дисках (МД)	3(2)	$250 \cdot 10^{-6}$	0,025	$1 - 10^{-2}$
Устройство памяти на магнитных лентах (МЛ)	8(2)	$350 \cdot 10^{-6}$	0,0035	$1 - 10^{-1}$
Печатающее устройство (ПУ)	2(1)	$420 \cdot 10^{-6}$	0,021	$1 - 2 \cdot 10^{-2}$
Устройство ввода с перфоленты (УВ)	2(1)	$250 \cdot 10^{-6}$	0,025	$1 - 10^{-2}$

Для последовательного включения подсистем имеются следующие приближенные зависимости:

$$\left. \begin{aligned} \lambda_z &= \sum_{i=1}^n \lambda_i \\ K_z &= 1 - n + \sum_{i=1}^n K_{zi} \\ \mu &= \lambda / (1 - K_z) \end{aligned} \right\}$$

Для параллельного включения подсистем:

$$\left. \begin{aligned} \mu_z &= \sum_{i=1}^m \mu_i \\ K_z &= 1 - n + \prod_{i=1}^m (1 - K_{zi}) \\ \lambda &= \mu \cdot (1 - K_z) \end{aligned} \right\}$$

В этих формулах приняты следующие обозначения:

μ – интенсивность восстановления;

λ – интенсивность отказов $n(m)$ последовательной ($n(m)$ параллельной) системы из $n(m)$ подсистем;

K_2 – коэффициент готовности последовательной (параллельной) подсистемы группы из $n(m)$.

Те же переменные с индексом i обозначают соответствующие показатели отдельных подсистем.

Критерии оценки практических умений

оценка 5 «отлично» выставляется обучающемуся, обнаружившему всестороннее систематическое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять практические задания, максимально приближенные к будущей профессиональной деятельности в стандартных и нестандартных ситуациях, проявившим творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.

оценка 4 «хорошо» выставляется студенту, обнаружившему знание учебно-программного материала, успешно выполнившего практические задания, максимально приближенные к будущей профессиональной деятельности в стандартных ситуациях, содержание и форма ответа имеют отдельные неточности.

оценка 3 «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, обнаружившему знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справляющемуся с выполнением заданий, предусмотренных программой, обладающему необходимыми знаниями, но допустившему неточности в определении понятий, в применении знаний для решения профессиональных задач, в неумении обосновывать свои рассуждения.