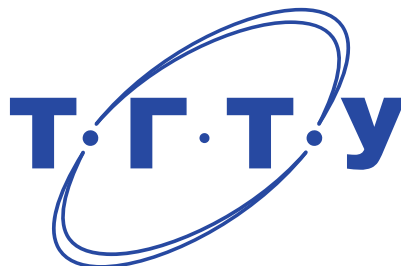


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«Тамбовский государственный технический университет»



Кафедра «Информационные системы и защита информации»
Лабораторная работа №4
«ХАРАКТЕРИСТИКИ НАДЕЖНОСТИ АППАРАТНЫХ СРЕДСТВ ИС ПРИ
ПОСТЕПЕННЫХ, ВНЕЗАПНЫХ И СЛОЖНЫХ ОТКАЗАХ»
Вариант 10

Выполнил студент группы БИС242:
Плотников С.С.
Проверил(а):
Сенкевич С.А.

Тамбов 2026

1 Цель работы

Практическое освоение студентами научно-теоретических материалов по теме занятия и закрепление умений по определению показателей надежности аппаратных средств, при заданной модели отказа.

2 Задание

Время работы электронной схемы до отказа подчинено закону распределения Вейбулла. Требуется вычислить количественные характеристики надежности: частоту отказов $f(x)$, интенсивность отказов $\lambda(t)$ при $t = t_1, t_2, t_3$ и среднюю наработку до отказа T , если известны параметры распределения λ_0 и k (таблица 1):

Таблица 1 — Задание по варианту

Вариант	Варианты исходных данных к заданию				
	Время, ч			Параметры распределения	
	t_1	t_2	t_3	$\lambda_0, 1/\text{ч}$	k
10	200	2000	20000	$7 \cdot 10^{-2}$	0,4

3 Выполнение работы

1. В условии указано, что вероятность безотказной работы распределения по закону Вейбулла:

$$P(t) = e^{-\lambda_0 t^k};$$

Подставляя $\lambda_0 = 7 \cdot 10^{-2}$, $k = 0,4$, $t_1 = 200$ часов, получим:

$$P(200) = e^{-7 \cdot 10^{-2} \cdot 200^{0,4}} = 0,558;$$

Подставляя $\lambda_0 = 7 \cdot 10^{-2}$, $k = 0,4$, $t_2 = 2000$ часов, получим:

$$P(2000) = e^{-7 \cdot 10^{-2} \cdot 2000^{0,4}} = 0,231;$$

Подставляя $\lambda_0 = 7 \cdot 10^{-2}$, $k = 0,4$, $t_3 = 20000$ часов, получим:

$$P(20000) = e^{-7 \cdot 10^{-2} \cdot 20000^{0,4}} = 0,025.$$

2. Частота отказов связана с вероятностью безотказной работы:

$$f(t) = \lambda_0 k t^{k-1} e^{-\lambda_0 t^k};$$

Подставляя $\lambda_0 = 7 \cdot 10^{-2}$, $k = 0,4$, $t_1 = 200$ часов, получим:

$$f(200) = 7 \cdot 10^{-2} \cdot 0,4 \cdot 200^{0,4-1} e^{-7 \cdot 10^{-2} \cdot 200^{0,4}} = 9 \cdot 10^{-3} \text{ ч}^{-1};$$

Подставляя $\lambda_0 = 7 \cdot 10^{-2}$, $k = 0,4$, $t_2 = 2000$ часов, получим:

$$f(2000) = 7 \cdot 10^{-2} \cdot 0,4 \cdot 2000^{0,4-1} e^{-7 \cdot 10^{-2} \cdot 2000^{0,4}} = 5,7 \cdot 10^{-3} \text{ ч}^{-1};$$

Подставляя $\lambda_0 = 7 \cdot 10^{-2}$, $k = 0,4$, $t_3 = 20000$ часов, получим:

$$f(20000) = 7 \cdot 10^{-2} \cdot 0,4 \cdot 20000^{0,4-1} e^{-7 \cdot 10^{-2} \cdot 20000^{0,4}} = 3,6 \cdot 10^{-3} \text{ ч}^{-1}.$$

3. Интенсивность отказов может быть вычислена по известной частоте отказов и вероятности безотказной работы:

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{P(t)} = \frac{\lambda_0 k t^{k-1} e^{-\lambda_0 t^k}}{e^{-\lambda_0 t^k}} = \lambda_0 k t^{k-1};$$

Подставляя $\lambda_0 = 7 \cdot 10^{-2}$, $k = 0,4$, $t_1 = 200$ часов, получим:

$$\lambda(200) = 7 \cdot 10^{-2} \cdot 0,4 \cdot 200^{0,4-1} = 1,17 \cdot 10^{-3} \text{ ч}^{-1};$$

Подставляя $\lambda_0 = 7 \cdot 10^{-2}$, $k = 0,4$, $t_2 = 2000$ часов, получим:

$$\lambda(2000) = 7 \cdot 10^{-2} \cdot 0,4 \cdot 2000^{0,4-1} = 0,292 \cdot 10^{-3} \text{ ч}^{-1};$$

Подставляя $\lambda_0 = 7 \cdot 10^{-2}$, $k = 0,4$, $t_3 = 20000$ часов, получим:

$$\lambda(20000) = 7 \cdot 10^{-2} \cdot 0,4 \cdot 20000^{0,4-1} = 0,074 \cdot 10^{-3} \text{ ч}^{-1}.$$

4. Среднее время безотказной работы (средняя наработка до отказа) может быть вычислена по известной функции надежности:

$$T_{\text{ср}} = \frac{\Gamma\left(\frac{1}{k} + 1\right)}{\lambda_0^{\frac{1}{k}}} = \frac{\Gamma\left(\frac{1}{0,4} + 1\right)}{0,07^{\frac{1}{0,4}}} = \frac{3,323}{0,0012964} = 2563,252 \text{ ч}.$$

5. Гамма-процентная наработка T_γ , где $\gamma = 75\%$:

$$\begin{aligned}
P(T_\gamma) &= 0,75 \\
e^{-\lambda_0 T_\gamma^k} &= 0,75 \\
-\lambda_0 T_\gamma^k &= \ln(0,75) \\
T_\gamma^k &= \frac{\ln(0,75)}{-\lambda_0} \\
T_\gamma^{0,4} &= \frac{\ln(0,75)}{-7 \cdot 10^{-2}} \\
T_\gamma^{0,4} &= 4,10974 \\
T_\gamma &= 4,10974^{\frac{1}{0,4}} \\
T_\gamma &= 4,10974^{2,5} \\
T_\gamma &= 34,240
\end{aligned}$$

Таким образом:

$$T_\gamma = T_{75\%} = 34,240$$

Для проверки подставим полученное значение наработки в функцию надежности:

$$\begin{aligned}
P(t) &= e^{-\lambda_0 t^k} \\
P(34,240) &= e^{-7 \cdot 10^{-2} \cdot 34,240^{0,4}} = 0,75
\end{aligned}$$

то есть, вероятность безотказной работы равна 0,75.

4 Вывод

В ходе выполнения данной лабораторной работы были посчитаны: вероятность безотказной работы распределения по закону Вейбулла $P(t)$, частота отказов $f(t)$, интенсивность отказов $\lambda(t)$, среднее время безотказной работы $T_{\text{ср}}$ и средняя наработка до отказа T_γ .