



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«МИРЭА – Российский технологический университет»

**РТУ МИРЭА**

---

Институт информационных технологий  
Кафедра Инструментального и прикладного программного обеспечения

## **ОТЧЁТ ПО**

### **ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №2**

#### **Вариант 1**

#### **Дисциплина «Надежность ПО»**

Выполнил студент группы ИКБО-02-15

*Апальков П.Ю.*

Приняла

*Перова Ю.П.*

Работы выполнены «\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

«Зачтено» «\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Москва 2018

# Расчет параметров надежности аппаратно-программных комплексов информационных систем

## Задания на лабораторную работу

1. Рассчитайте вероятность безотказной системы, изображенной на рисунке. 1. Предложена мостовая схема, где  $P_1, P_2, P_3, P_4, P_5$  – вероятности безотказной работы элементов схемы, если:

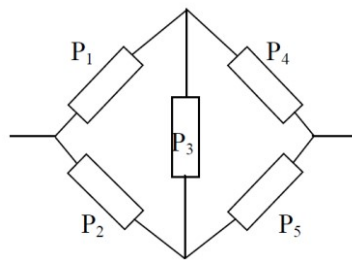


Рисунок. 1 Схема системы.

Вероятность безотказной работы элементов:

$$P_1 = 0,93$$

$$P_2 = 0,985 - 0,003 \cdot 1 = 0,982$$

$$P_3 = 0,092$$

$$P_4 = 0,83 + 0,0055 \cdot 1 = 0,86245$$

$$P_5 = 0,95$$

2. Определите вероятность безотказной работы  $P_{общ}$  за время  $t = 200$  часов и среднее время безотказной работы  $T_{общ}$  для системы с общим резервированием, изображенной на рис. 2.

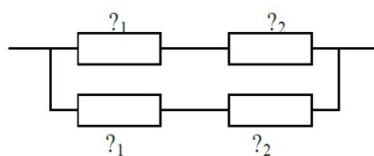


Рисунок 2. Схема системы с общим резервированием

Вероятность безотказной работы элементов неизвестна, но задана интенсивности отказов элементов:

$$\lambda_1 = 5 - (0,003 \cdot 1) \cdot 10^{-4} \text{ 1/час} = 4,9999997 \text{ 1/час}$$

$$\lambda_2 = 0,1 + (0,006 \cdot 1) \cdot 10^{-4} \text{ 1/час} = 0,1000006 \text{ 1/час}$$

3. Определите вероятность безотказной работы  $P_{общ}$  за время  $t = 200$  часов и среднее время безотказной работы  $T_{общ}$  для системы с отдельным резервированием, изображенной на рис. 3. Исходные данные взять из задания 2.

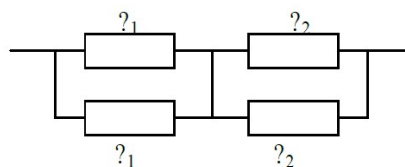


Рисунок 3. Схема системы с отдельным резервированием.

4. Вероятность  $P$  самопроизвольного датчика информационной системы при воздействии внешних сил неизвестна, но предположительно очень мала. Произведено  $100+i$  (где  $i$ - номер студента в журнале группы) опытов, в каждом из которых информационную систему, установленную на изделии подвергали жестким воздействиям, но ни в одном опыте датчик не сработал самопроизвольно. Определить верхнюю границу  $P_2$  при условии, что доверительный интервал для вероятности  $P$  равен 0,95.

5. Сколько раз надо убедиться в безотказной работе изделия для того, чтобы с гарантией 96% утверждать, что в практическом применении оно будет отказывать не более чем в 4% всех случаев?

## Ход выполнения лабораторной работы

### Задание №1

Для решения данной задачи необходимо схему, приведенную на рисунке 1 преобразовать к эквивалентному виду, используя минимальные пути, который удобен для расчетов. Для этого схема преобразуется в схему из четырех параллельных ветвей, согласно минимальным путям, а они следующие:

- 1) P1, P4
- 2) P1, P3, P4
- 3) P2, P5
- 4) P2P3P4

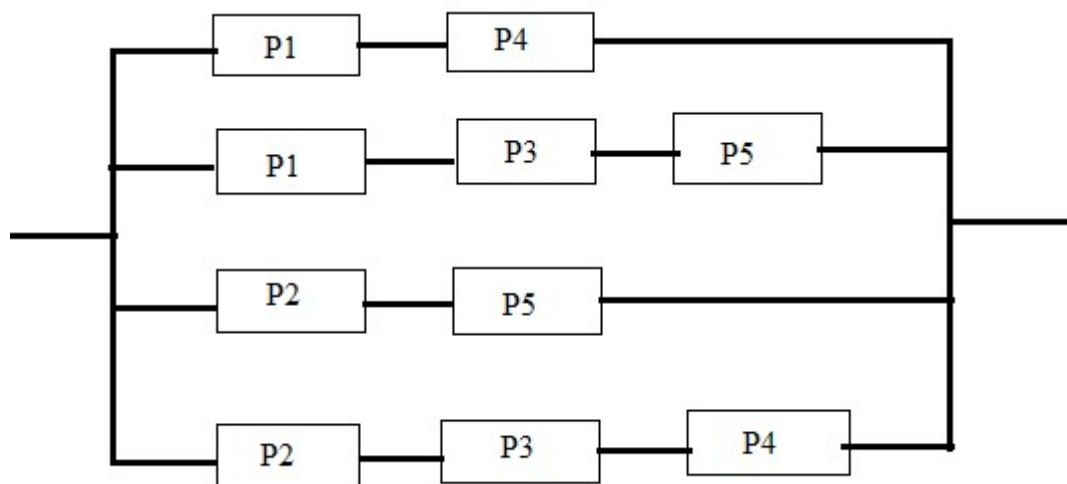


Рисунок 4. Вероятность безотказной работы системы

Вероятность безотказной работы системы, изображенной на рисунке. 4 рассчитывается, используя формулы для расчета системы с общим резервированием:

$$P_{\text{общ}}(t) = 1 - \prod_{i=1}^{m+1} (1 - \prod_{j=1}^n P_{ij})$$

$$\begin{aligned} P_{\text{общ}}(t) &= 1 - (1 - P1 * P4) * (1 - P1 * P3 * P5) * (1 - P2 * P5) \\ &\quad * (1 - P2 * P3 * P4) \\ &= 1 - (0,1979215 * 0,918718 * 0,9329 * 0,0779171828) = \\ &0,9867826761 \end{aligned}$$

### Задание №2

$\lambda_1 = 5 - (0,003 * 1) * 10^{-4}$  1/час = 4,9999997,  $\lambda_2 = 0,1 + (0,006 * 1) * 10^{-4} = 0,10000006$  1/час.

Если учесть что  $P = e^{-\lambda * t}$ , тогда вероятность безотказной работы(общей) вычисляется по следующей формуле:

$$\begin{aligned} P_{\text{общ}}(t) &= 1 - [(1 - e^{-(\lambda_1 + \lambda_2) * t})]^{m+1}, \\ T_{\text{общ}} &= \frac{1}{\lambda_1 + \lambda_2} * \sum_{i=0}^m \frac{1}{i+1}, \text{ где } m - \text{количество резервных цепей, } m=1 \end{aligned}$$

$$-(\lambda_1 + \lambda_2) * t = -(4,9999997 + 0,10000006) * 200 = -1\,020,00006$$

$$P_{\text{общ}}(200) = 1 - [(1 - e^{-1020,00006})]^2 = 1 - (1 - 0)^2 = 1 - 1 = 0$$

$$T_{\text{общ}} \frac{1}{5,10000003} * 1,5 = 0,294 \text{ часа} = 17,65 \text{ минут}$$

### Задание №3

Так как это система с отдельным резервированием, то используются следующие формулы:

$$P_{\text{общ}}(t) = [1 - (1 - e^{-(\lambda_1 + \lambda_2) * t})^{m+1}]^n, \text{ где } m=1 \quad n=2$$

$$T_{\text{общ}} = \frac{(n-1)!}{(\lambda_1 + \lambda_2) * (m+1)} * \sum_{i=0}^m \frac{1}{v_i * (v_i+1) * \dots * (v_i+n-1)}, \text{ где } v_i = \frac{i+1}{m+1}$$

$$-(\lambda_1 + \lambda_2) * t == -(4,99999997 + 0,10000006) * 200 = -1020,00006$$

$$v_0 = \frac{0+1}{1+1} = 0,5$$

$$v_1 = \frac{1+1}{1+1} = 1$$

$$P_{\text{общ}}(200) = [1 - (1 - 0)^2]^2 = 0$$

$$T_{\text{общ}} = \frac{1}{5,10000003 * 2} * \left( \frac{4}{3} + \frac{1}{2} \right) = 0,179 \text{ часа} = 10,76 \text{ минут}$$

#### Задание №4

$$P_2 = 1 - \sqrt[n]{1 - \beta}$$

$P(A)=0,95=\beta$ -появление события

$P(B)=1-0,95=1-\beta=0,05$ -событие A не появилось

$N=101$

$$P_2 = 1 - \sqrt[101]{1 - 0,95} = 1 - 0,970 = 0,03$$

#### Задание №5

$$\beta = 0,96 \quad P_2 = 0,04$$

Если выразить n из формулы предыдущего задания, то получим:

$$n = \frac{\lg(1 - \beta)}{\lg(1 - P_2)}$$

$$n = \frac{\lg(0,04)}{\lg(0,96)} = 78,98 = 79$$

## **Вывод**

В ходе выполнения данной лабораторной работы были освоены следующие темы:

- Резервирование для повышения надежности ИС, были рассмотрены задачи на общее и раздельное резервирование, а также изучены режимы включения (постоянное, замещением, скользящее, облегченное)
- Расчет надежности по статистическим данным, а именно практически был определен доверительный интервал при отсутствии отказов, теоретически изучен метод определения доверительного интервала при нормальном и экспоненциальном распределении.