

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ**  
**ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**«ЛЭТИ» ИМ. В.И. УЛЬЯНОВА (ЛЕНИНА)**  
**Кафедра МО ЭВМ**

**ОТЧЕТ**

**по лабораторной работе №6**

**по дисциплине «Качество и метрология программного обеспечения»**

**Тема: «Оценка характеристик надёжности программ по структурным  
схемам надёжности»**

Студент гр. 6304

Зыль С.Е.

Преподаватель

Кирияничиков В.А.

Санкт-Петербург

2020

## Задание

Выполнить расчет характеристик надежности вычислительной системы по структурной схеме надежности, выбранной из таблицы 1 в соответствии с номером студента в списке группы.

В качестве оцениваемых характеристик следует рассматривать:

- Вероятность безотказной работы системы в заданный момент времени;
- Среднее время до отказа системы.

Выполнение расчетов следует производить двумя способами:

- Расчетным способом;
- Программным способом с помощью Анализатора структурных схем надежности RSSA (Reliability Structural Scheme Analyzer).

## Выполнение работы

Вариант	N1					N2		N3	
	комбинат. соединения	$\lambda_1$	$\lambda_2$	$\lambda_3$	$\lambda_4$	комб. соедин.	$\lambda_5$	комб. соедин.	$\lambda_6$
5	C(3)	3.8	2.8	4.0	-	(1,2)	1.8	(1,1)	2.8

По условия лабораторной работы для 5 варианта получаем следующую структуру:

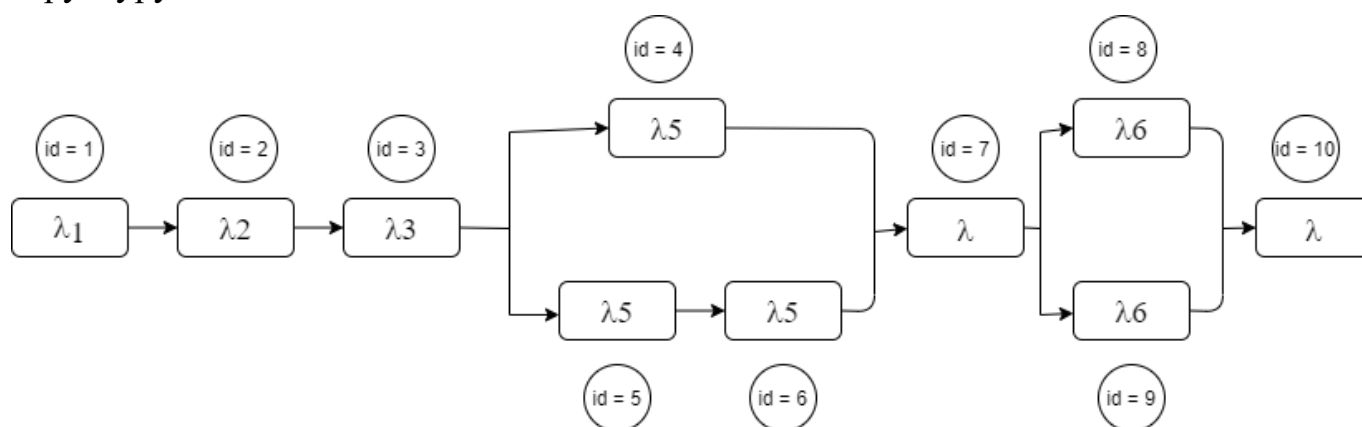


Рисунок 1 – Структура вычислительной системы

### Расчетный способ

Рассчитываем надежность для каждого блока: N1, N2, N3.

Блок N1:

$$P_{N1}(t) = p1 \cdot p2 \cdot p3$$

$$p1 = e^{-\lambda_1 t}, p2 = e^{-\lambda_2 t}, p3 = e^{-\lambda_3 t}, p4 = e^{-\lambda_4 t}, t = 2$$

$$P_{N1}(t) = e^{-(\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3)t}$$

$$P_{N1}(2) = e^{-(\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3) \cdot 2} = e^{-(3.8 + 2.8 + 4.0) \cdot 10^{-5} \cdot 2} = 0.99979$$

Блок N2:

$$P_{N2}(t) = 1 - (\overline{p4} \cdot \overline{p5})$$

$$\overline{p4} = (1 - p4), \overline{p5} = (1 - p5)$$

$$p4 = (e^{-\lambda_5 t}), p5 = (e^{-\lambda_5 t})(e^{-\lambda_5 t}), t = 2$$

$$P_{N2}(t) = 1 - \left(1 - (e^{-\lambda_5 t})\right) \left(1 - (e^{-2\lambda_5 t})\right) = -e^{-3\lambda_5 t} + e^{-2\lambda_5 t} + e^{-\lambda_5 t}$$

$$P_{N2}(2) = -e^{-3\lambda_5 t} + e^{-2\lambda_5 t} + e^{-\lambda_5 t} = \\ -e^{-3 \cdot 1.8 \cdot 2 \cdot 10^{-5}} + e^{-2 \cdot 1.8 \cdot 2 \cdot 10^{-5}} + e^{-1.8 \cdot 2 \cdot 10^{-5}} = 1$$

Блок N3:

$$P_{N3}(t) = 1 - (\overline{p1} \cdot \overline{p2})$$

$$\overline{p1} = (1 - p1), \overline{p2} = (1 - p2)$$

$$p1 = (e^{-\lambda_6 t}), p2 = (e^{-\lambda_6 t}), t = 2$$

$$P_{N3}(t) = 1 - \left(1 - (e^{-\lambda_6 t})\right) \left(1 - (e^{-\lambda_6 t})\right) = 2 \cdot e^{-\lambda_6 t} - e^{-2\lambda_6 t}$$

$$P_{N3}(2) = 2 \cdot e^{-\lambda_6 t} - e^{-2\lambda_6 t} = 2 \cdot e^{-2.8 \cdot 2 \cdot 10^{-5}} - e^{-2 \cdot 2.8 \cdot 2 \cdot 10^{-5}} = 1$$

Для того, чтобы вычислить надежность всей программы необходимо воспользоваться формулой:  $R(t) = P_{N1}(t) \cdot P_{N2}(t) \cdot P_{N3}(t)$ .

При заданных условиях получаем:  $R(2) = 0.99979$

Посчитаем среднее время до отказа.

Общая формула:

$$MTTF = \int_0^{\infty} R(t) dt$$

$$R(t) = e^{-(\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3)t} \cdot (-e^{-3\lambda_5 t} + e^{-2\lambda_5 t} + e^{-\lambda_5 t}) \cdot (2 \cdot e^{-\lambda_6 t} - e^{-2\lambda_6 t})$$

$$\begin{aligned}
MTTF &= \int_0^{\infty} e^{-(\lambda_1+\lambda_2+\lambda_3)t} \cdot (-e^{-3\lambda_5t} + e^{-2\lambda_5t} + e^{-\lambda_5t}) \cdot (2 \cdot e^{-\lambda_6t} - e^{-2\lambda_6t}) = \\
&= \int_0^{\infty} e^{-0.000106t} \cdot (-e^{-0.000054t} + e^{-0.000036t} + e^{-0.000018t}) \\
&\quad \cdot (2 \cdot e^{-0.000028t} - e^{-0.000056t}) dt = \\
&= -2 \int_0^{\infty} e^{-0.000188t} dt + 2 \int_0^{\infty} e^{-0.00017t} dt + 2 \int_0^{\infty} e^{-0.000152t} dt + \\
&\quad + \int_0^{\infty} e^{-0.000216t} dt - \int_0^{\infty} e^{-0.000198t} dt - \int_0^{\infty} e^{-0.00018t} dt = \\
&= \frac{-2}{0.000188} + \frac{2}{0.00017} + \frac{2}{0.000152} + \\
&\quad + \frac{1}{0.000216} - \frac{1}{0.000198} - \frac{1}{0.00018} = 8307.872
\end{aligned}$$

## Программный расчет

Листинг 1. Структура документа для программного расчета

```

<Schema>
  <graf>
    <Block>
      <Id>1</Id>
      <Id2>1</Id2>
      <failureRate>3.8E-5</failureRate>
      <name>1</name>
      <quantity>1</quantity>
      <list>
        <int>2</int>
      </list>
      <type></type>
    </Block>
    <Block>
      <Id>2</Id>
      <Id2>2</Id2>
      <failureRate>2.8E-5</failureRate>
      <name>2</name>
      <quantity>1</quantity>
      <list>
        <int>3</int>
      </list>
      <type></type>
    </Block>
    <Block>
      <Id>3</Id>
      <Id2>3</Id2>

```

```

<failureRate>4.0E-5</failureRate>
<name>3</name>
<quantity>1</quantity>
<list>
  <int>4</int>
    <int>5</int>
</list>
<type></type>
</Block>
<Block>
  <Id>4</Id>
  <Id2>4</Id2>
  <failureRate>1.8E-5</failureRate>
  <name>4</name>
  <quantity>1</quantity>
  <list>
    <int>7</int>
  </list>
  <type></type>
</Block>
<Block>
  <Id>5</Id>
  <Id2>5</Id2>
  <failureRate>1.8E-5</failureRate>
  <name>5</name>
  <quantity>1</quantity>
  <list>
    <int>6</int>
  </list>
  <type></type>
</Block>
<Block>
  <Id>6</Id>
  <Id2>6</Id2>
  <failureRate>1.8E-5</failureRate>
  <name>6</name>
  <quantity>1</quantity>
  <list>
    <int>7</int>
  </list>
  <type></type>
</Block>
  <Block>
    <Id>7</Id>
    <Id2>7</Id2>
    <failureRate>0</failureRate>
    <name>7</name>
    <quantity>1</quantity>
    <list>
      <int>8</int>
        <int>9</int>
    </list>
    <type></type>
  </Block>
<Block>
  <Id>8</Id>
  <Id2>8</Id2>

```

```

<failureRate>2.8E-5</failureRate>
<name>8</name>
<quantity>1</quantity>
<list>
  <int>10</int>
</list>
<type></type>
</Block>
<Block>
  <Id>9</Id>
  <Id2>9</Id2>
  <failureRate>2.8E-5</failureRate>
  <name>9</name>
  <quantity>1</quantity>
  <list>
    <int>10</int>
  </list>
  <type></type>
</Block>
<Block>
  <Id>10</Id>
  <Id2>10</Id2>
  <failureRate>0</failureRate>
  <name>10</name>
  <quantity>1</quantity>
  <list/>
  <type></type>
</Block>
</graf>
<ListOfFlag/>
<listOfNode/>
<list/>
</Schema>

```

Загрузив XML-файл в программу и после нажатия на кнопку «Построить схему» была получена схема вычислительной системы.

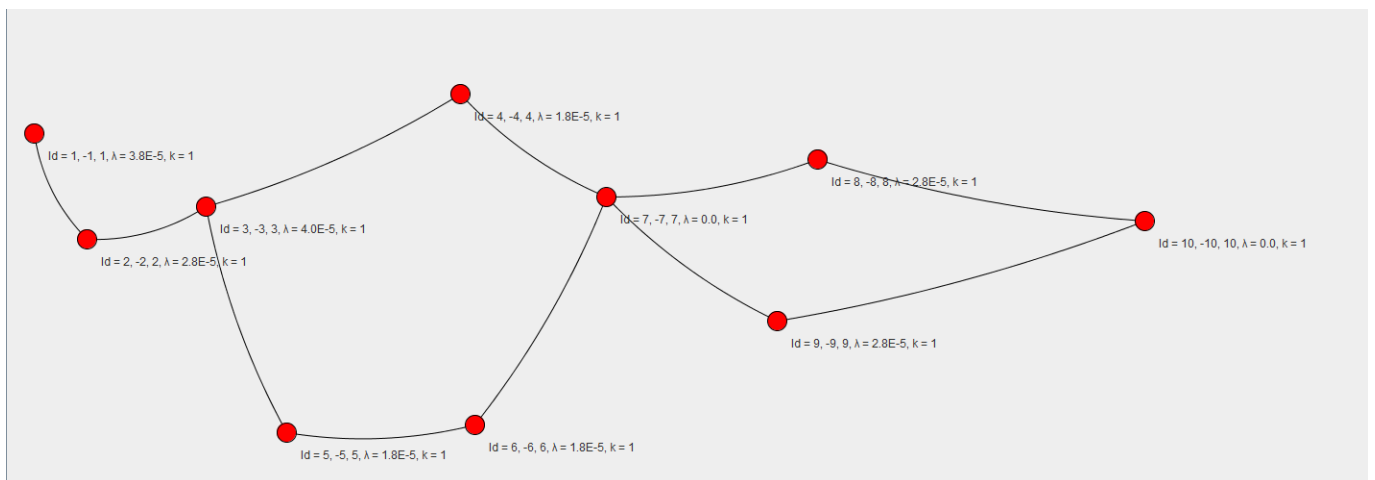


Рисунок 2 – Схема вычислительной системы

После запуска расчета среднего времени безотказной работы и надежности были получены следующие результаты.

t	R	T
2.0	0.9997880167439417	8301.215637585768

Рисунок 3 – Результат расчета параметров

## Вывод

Надежность программы в момент времени  $t = 2$  при ручном и программном расчете совпали до 5 знака, так что:  $R(t)_{\text{пр}} \approx R(t)_{\text{руч}} \approx 0.99979$ . Результаты среднего времени до отказа системы почти равны: при ручном расчете -  $MTTF = 8307.872$ , при программном -  $MTTF = 8301.2156$ . Можно предположить, что это связано с тем, что программа рассчитывает с большей точностью.