

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

ОТЧЕТ
по лабораторной работе №6
по дисциплине «Качество и метрология программного обеспечения»
Тема: Оценка характеристик надежности программ
по структурным схемам надежности

Студент гр. 8304

Мешков М.А.

Преподаватель

Ефремов М.А.

Санкт-Петербург

2022

Цель работы.

Выполнить расчет характеристик надежности вычислительной системы по структурной схеме надежности (см. рис. 1 и табл. 1), выбранной 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.

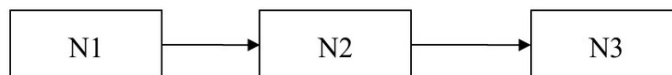


Рисунок 1 — Компоненты системы

Таблица 1 - Вариант

Вариант	N1					N2		N3	
	комб. соедин.	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	комб. соедин.	λ_5	комб. соедин.	λ_6
10	C(3)	4.0	3.8	2.28	-	(1,2)	1.8	(3,1)	4.0

C(n) – последовательное соединение из n элементов (все элементы независимы, а их интенсивности отказов различны). (i , j) – параллельное соединение: i последовательных элементов в 1-ой параллельной ветви и j – во второй ветви (все элементы независимы и их интенсивности отказов одинаковы).

Все заданные значения интенсивностей отказов должны умножаться на 10^{-5} . Расчет надежности следует производить для значения $t = 2$.

Ход выполнения.

1. Был составлен граф надежности — см. рис. 2.

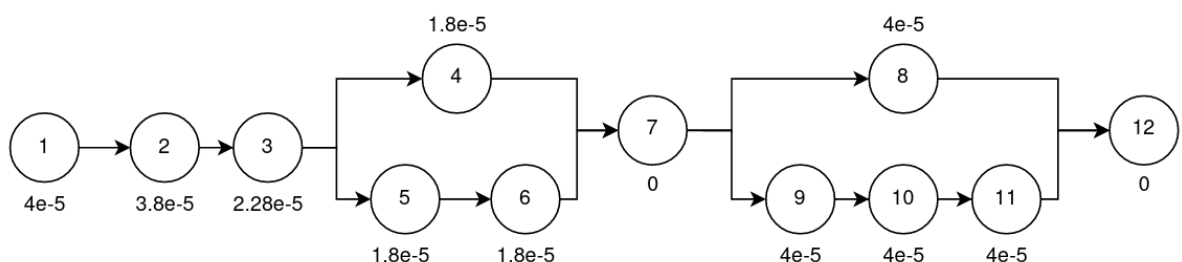


Рисунок 2 — Граф надежности

2. Были выполнены расчеты:

$$P_{N1}(t) = p_1(t) \cdot p_2(t) \cdot p_3(t) = e^{-\lambda_1 t} \cdot e^{-\lambda_2 t} \cdot e^{-\lambda_3 t} = e^{-(\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3)t}$$

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

$$P_{N3}(t) = 1 - (1 - e^{-\lambda_6 t})(1 - e^{-3\lambda_6 t}) = e^{-\lambda_6 t} + e^{-3\lambda_6 t} - e^{-4\lambda_6 t}$$

$$\begin{aligned} P_S(t) &= P_{N1}(t) \cdot P_{N2}(t) \cdot P_{N3}(t) = e^{-(\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3)t} \cdot \\ &\cdot (e^{-\lambda_5 t} + e^{-2\lambda_5 t} - e^{-3\lambda_5 t}) (e^{-\lambda_6 t} + e^{-3\lambda_6 t} - e^{-4\lambda_6 t}) = \\ &= (e^{-(\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_5)t} + e^{-(\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + 2\lambda_5)t} - e^{-(\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + 3\lambda_5)t}) \cdot \\ &\cdot (e^{-\lambda_6 t} + e^{-3\lambda_6 t} - e^{-4\lambda_6 t}) = \\ &= e^{-(\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_5 + \lambda_6)t} + e^{-(\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_5 + 3\lambda_6)t} - e^{-(\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_5 + 4\lambda_6)t} + \\ &+ e^{-(\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + 2\lambda_5 + \lambda_6)t} + e^{-(\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + 2\lambda_5 + 3\lambda_6)t} - e^{-(\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + 2\lambda_5 + 4\lambda_6)t} - \\ &- e^{-(\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + 3\lambda_5 + \lambda_6)t} - e^{-(\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + 3\lambda_5 + 3\lambda_6)t} - e^{-(\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + 3\lambda_5 + 4\lambda_6)t} + e \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} &= \frac{1}{\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_5 + \lambda_6} + \frac{1}{\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_5 + 3\lambda_6} - \frac{1}{\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_5 + 4\lambda_6} + \\ &+ \frac{1}{\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + 2\lambda_5 + \lambda_6} + \frac{1}{\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + 2\lambda_5 + 3\lambda_6} - \frac{1}{\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + 2\lambda_5 + 4\lambda_6} - \\ &- \frac{1}{\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + 3\lambda_5 + \lambda_6} - \frac{1}{\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + 3\lambda_5 + 3\lambda_6} + \frac{1}{\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + 3\lambda_5 + 4\lambda_6} \end{aligned}$$

Для времени $t=2$ были произведены расчеты с помощью Python — см. рис. 3, 4.

```
>>> (1/15.88+1/23.88-1/27.88+1/17.68+1/25.68-1/29.68-1/19.48-1/27.48+1/31.48)*(10**5)
7483.090353483438
```

Рисунок 3 - Расчет МТТФ для $t=2$

```
>>> e**(-15.88*(10**-5)*2)+e**(-23.88*(10**-5)*2)-e**(-27.88*(10**-5)*2)+e**(-17.68*(10**-5)*2)+e**(-25.68*(10**-5)*2)-e**(-29.68*(10**-5)*2)-e**(-19.48*(10**-5)*2)-e**(-27.48*(10**-5)*2)+e**(-31.48*(10**-5)*2)
0.9997983985355186
```

Рисунок 4 - Расчет P_s для $t=2$

3. Были выполнены расчеты с помощью программы (см. результаты на рис. 5, 6) (см. xml файл с графом в приложении А).

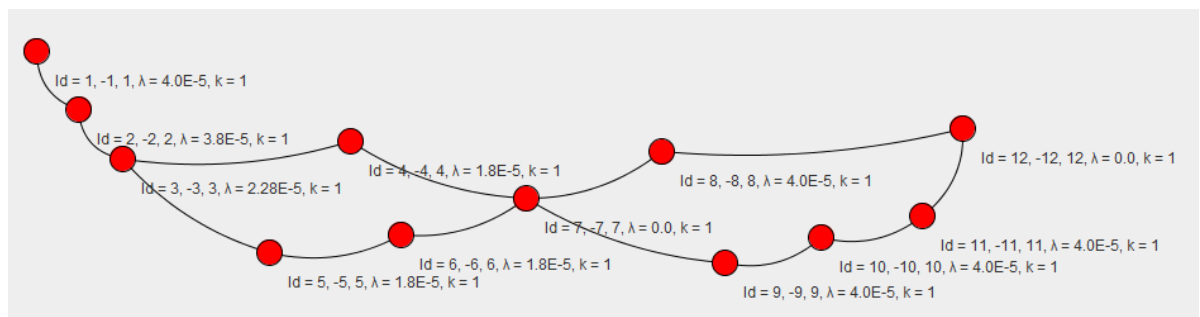


Рисунок 5 — Граф надежности в программе

t	R	T
2.0	0.9997983985355183	7476.881039809685

Рисунок 6 — Результаты расчета в программе

4. Было проведено сравнение ручного и программного расчета — см. табл. 2.

Таблица 2 - Сравнение ручного и программного расчета

	P_s	МТТФ
Ручной	0.9997983985355186	7483.090353483438
Программный	0.9997983985355183	7476.881039809685

Выводы.

В ходе выполнения лабораторной работы был исследован расчет характеристик надежности вычислительной системы по структурной схеме надежности. При ручном и программном показателя оказались почти равны, небольшую разницу в результатах можно объяснить накоплением погрешности в процессе вычислений чисел с плавающей точкой.

ПРИЛОЖЕНИЕ А. ГРАФ НАДЕЖНОСТИ В ВИДЕ XML

```
<Schema>
<graf>
  <Block>
    <Id>1</Id>
    <Id2>1</Id2>
    <failureRate>4.0E-5</failureRate>
    <name>1</name>
    <quantity>1</quantity>
    <list>
      <int>2</int>
    </list>
    <type></type>
  </Block>
  <Block>
    <Id>2</Id>
    <Id2>2</Id2>
    <failureRate>3.8E-5</failureRate>
    <name>2</name>
    <quantity>1</quantity>
    <list>
      <int>3</int>
    </list>
    <type></type>
  </Block>
  <Block>
    <Id>3</Id>
    <Id2>3</Id2>
    <failureRate>2.28E-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>0.0E-5</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>4.0E-5</failureRate>
  <name>8</name>
  <quantity>1</quantity>
  <list>
    <int>12</int>

```



```

</list>
<type></type>
</Block>
<Block>
  <Id>9</Id>
  <Id2>9</Id2>
  <failureRate>4.0E-5</failureRate>
  <name>9</name>
  <quantity>1</quantity>
  <list>
    <int>10</int>
  </list>
  <type></type>
</Block>
<Block>
  <Id>10</Id>
  <Id2>10</Id2>
  <failureRate>4.0E-5</failureRate>
  <name>10</name>
  <quantity>1</quantity>
  <list>
    <int>11</int>
  </list>
  <type></type>
</Block>
<Block>
  <Id>11</Id>
  <Id2>11</Id2>
  <failureRate>4.0E-5</failureRate>
  <name>11</name>

```

```
<quantity>1</quantity>
<list>
  <int>12</int>
</list>
<type></type>
</Block>
<Block>
  <Id>12</Id>
  <Id2>12</Id2>
  <failureRate>0.0E-5</failureRate>
  <name>12</name>
  <quantity>1</quantity>
  <list>
  </list>
  <type></type>
</Block>
</graf>
<ListOfFlag/>
<listOfNode/>
<list/>
</Schema>
```