

**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 надежности программ по структурным**  
**схемам надежности**

Студент гр. 7304

\_\_\_\_\_

Пэтайчук Н.Г.

Преподаватель

\_\_\_\_\_

Ефремов М.А.

Санкт-Петербург

2021

### Цель работы.

Изучение характеристик надежности вычислительных систем по структурным схемам надежности, в том числе и с помощью Анализатора структурных схем надежности RSSA.

### Постановка задачи.

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:

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

Выполнение расчетов следует производить двумя способами:

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

### Ход выполнения.

1. По списку был выбран 14 вариант. Описание 14 варианта представлено в Таблице 1:

Вариант	N1					N2		N3	
	комбинат. соединения	$\lambda_1$	$\lambda_2$	$\lambda_3$	$\lambda_4$	комб. соедин.	$\lambda$	комб. соедин.	$\lambda$
14	C(3)	3.8	2.8	4.0	-	(1,3)	2.0	(1,2)	3.8

Таблица 1: Описание варианта №14

2. Структура вычислительной системы представляет собой три блока: N1 состоит из трёх последовательных блоков, N2 – из двух параллельных ветвей (1 блок на верхней ветви, 3 на нижней), N3 – из двух параллельных

ветвей (1 блок на верхней ветви, 2 на нижней). Графическое изображение структуры вычислительной системы представлено на Рисунке 1:

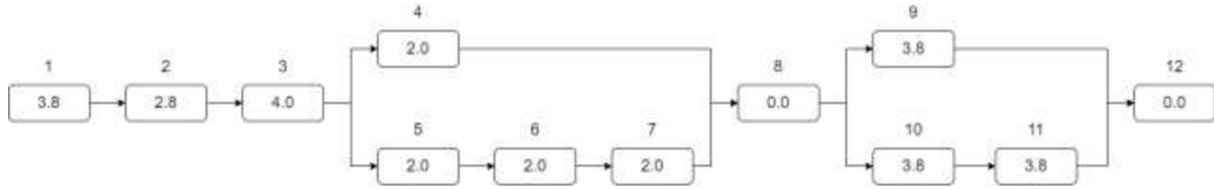


Рисунок 1: Структура вычислительной системы

### 3. Вычисление оцениваемых характеристик расчётным способом:

Так как все элементы независимы, то общая надёжность системы может быть рассчитана по формуле  $R(t) = P_{N1}(t) * P_{N2}(t) * P_{N3}(t)$ :

Надёжность каждого блока:

$$R_{N1}(t) = p_1 * p_2 * p_3;$$

$$R_{N1}(t) = e^{-(\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3)*t}, t = 2;$$

$$R_{N1}(t) = e^{-(3.8 + 2.8 + 4.0)*2*10^{(-5)}} = 0.999788;$$

$$R_{N2}(t) = 1 - (\overline{p_4} * \overline{p_{5,6,7}});$$

$$R_{N2}(t) = 1 - (1 - e^{-\lambda_4*t}) * (1 - e^{-3\lambda_4*t});$$

$$R_{N2}(t) = 1 - (1 - e^{-2*2*10^{(-5)}}) * (1 - e^{-3*2*2*10^{(-5)}});$$

$$R_{N2}(t) \cong 1;$$

$$R_{N2}(t) = 1 - (\overline{p_9} * \overline{p_{10,11}});$$

$$R_{N2}(t) = 1 - (1 - e^{-\lambda_9*t}) * (1 - e^{-2\lambda_9*t});$$

$$R_{N2}(t) = 1 - (1 - e^{-3.8*2*10^{(-5)}}) * (1 - e^{-2*3.8*2*10^{(-5)}});$$

$$R_{N2}(t) \cong 1;$$

Общая надёжность системы:

$$R(2) = R_{N1}(2) * R_{N2}(2) * R_{N3}(2) = 0.999788;$$

Среднее время до отказа:

$$MTTF = \int_0^{\infty} R(t) dt = \int_0^{\infty} (e^{-(\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3)*t} * (1 - (1 - e^{-\lambda_4*t}) * (1 - e^{-3\lambda_4*t})) * (1 - (1 - e^{-\lambda_9*t}) * (1 - e^{-2\lambda_9*t}))) dt = 7396.407;$$

#### 4. Вычисление оцениваемых характеристик программным способом:

XML-файл, соответствующий структуре вычислительной системы, представлен в Приложении А.

На Рисунке 2 представлен внешний вид структуры вычислительной системы в анализаторе структурных схем надежности RSSA, на Рисунке 3 представлены результаты расчёта программы:

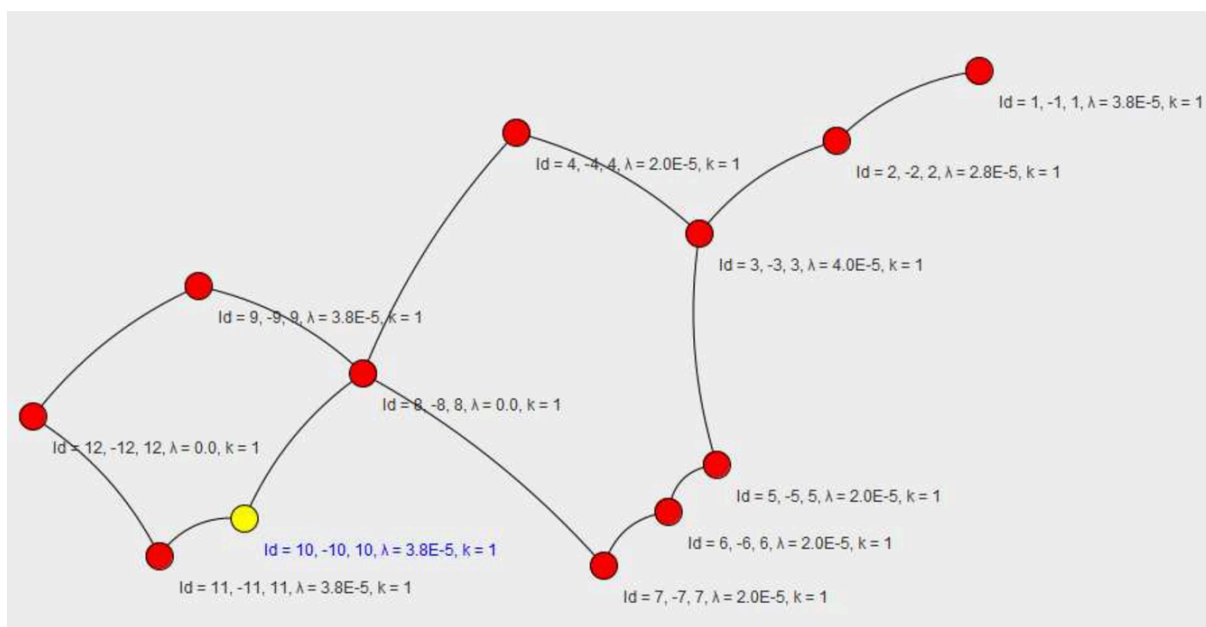


Рисунок 2: Внешний вид структуры вычислительной системы

t	R	T
2.0	0.9997880061235785	7390.516258968264

Рисунок 3: Результаты программного расчёта

## **Выводы.**

В ходе выполнения лабораторной работы было проведено исследование характеристик надежности вычислительных систем по структурным схемам надежности и по данной структуре вычислительной системы были рассчитаны вероятность безотказной работы системы в заданный момент времени и среднее время до отказа системы двумя способами (расчётным и программным). При расчёте общей надёжности системы полученные результаты (0.999788 для ручного метода и 0.9997880061235785 для программного) совпадают до 6 знаков после запятой, в то время как полученные результаты среднего времени до отказа (7396.407 для ручного и 7390.516258968264 для программного) получились примерно равными. Это можно объяснить тем, что программа RSSA производила более точные вычисления.

## Приложение А: XML-файл структуры вычислительной системы lab6.xml

```
<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>2.0E-5</failureRate>
      <name>4</name>
      <quantity>1</quantity>
      <list>
        <int>8</int>
      </list>
    </Block>
  </graf>
</Schema>
```

```

        </list>
        <type></type>
</Block>

<Block>
    <Id>5</Id>
    <Id2>5</Id2>
    <failureRate>2.0E-5</failureRate>
    <name>5</name>
    <quantity>1</quantity>
    <list>
        <int>6</int>
    </list>
    <type></type>
</Block>

<Block>
    <Id>6</Id>
    <Id2>6</Id2>
    <failureRate>2.0E-5</failureRate>
    <name>6</name>
    <quantity>1</quantity>
    <list>
        <int>7</int>
    </list>
    <type></type>
</Block>

<Block>
    <Id>7</Id>
    <Id2>7</Id2>
    <failureRate>2.0E-5</failureRate>
    <name>7</name>
    <quantity>1</quantity>
    <list>
        <int>8</int>
    </list>
    <type></type>
</Block>

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

```

```

    <Block>
      <Id>9</Id>
      <Id2>9</Id2>
      <failureRate>3.8E-5</failureRate>
      <name>9</name>
      <quantity>1</quantity>
      <list>
        <int>12</int>
      </list>
      <type></type>
    </Block>

    <Block>
      <Id>10</Id>
      <Id2>10</Id2>
      <failureRate>3.8E-5</failureRate>
      <name>10</name>
      <quantity>1</quantity>
      <list>
        <int>11</int>
      </list>
      <type></type>
    </Block>

    <Block>
      <Id>11</Id>
      <Id2>11</Id2>
      <failureRate>3.8E-5</failureRate>
      <name>11</name>
      <quantity>1</quantity>
      <list>
        <int>12</int>
      </list>
      <type></type>
    </Block>

    <Block>
      <Id>12</Id>
      <Id2>12</Id2>
      <failureRate>0E-5</failureRate>
      <name>12</name>
      <quantity>1</quantity>
      <list></list>
      <type></type>
    </Block>

  </graf>
</ListOfFlag />
</listOfNode />
</list />
</Schema>

```