

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. 6304

Рыбин А.С.

Преподаватель

Кирияничков В.А.

Санкт-Петербург

2020

Цель

Выполнить расчет характеристик надежности вычислительной системы по структурной схеме надежности.

Задание

Выполнить расчет характеристик надежности вычислительной системы по структурной схеме надежности.

В качестве оцениваемых характеристик следует рассматривать:

- а) вероятность безотказной работы системы в заданный момент времени;
- б) 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).

Для реализации расчетного способа следует получить аналитические выражения, позволяющие вычислить требуемые характеристики системы через характеристики надежности ее компонентов. Параметры надежности компонентов системы задаются в виде интенсивностей отказов λ_i , которые считаются постоянными и не зависят от времени. Кроме того, события, заключающиеся в отказе отдельных компонентов системы, следует считать независимыми.

При вычислении интегралов результаты следует получать аналитическим способом, а не с применением стандартных пакетов программ.

Полученные с помощью программы RSSA значения характеристик надежности системы следует сравнить с характеристиками, вычисленными расчетным способом. В случае существенного отличия характеристик разобраться в причинах их расхождения.

Ход работы

Выполняется **вариант 14**. Исходный данные представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Вариант задания

Вариант	N1					N2		N3	
	комбинат. соединения	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	комб. соедин.	λ	комб. соедин.	λ
14	C(3)	3.8	2.8	4.0	-	(1, 3)	2.0	(1, 1)	3.8

Была построена структурная схема надёжности в соответствии с вариантом задания. В схему добавлены две мнимые вершины для перехода от вершин N_2 и N_3 и для конечной вершины. Схема представлена на рис. 1.

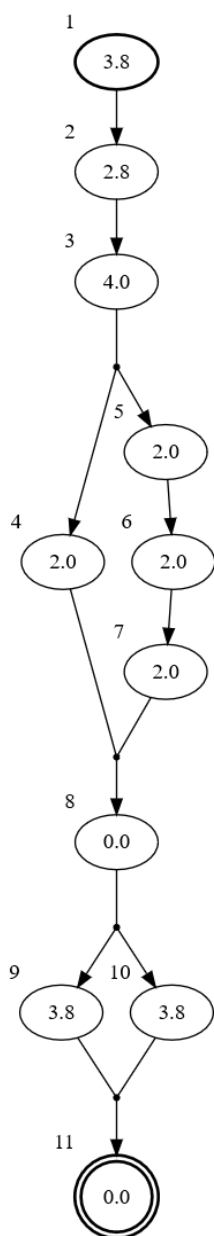


Рисунок 1 – Структурная схема надёжности

Ручной расчёт

$$R_{N_1} = e^{-(\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3)t} = e^{-10.6 \cdot 2 \cdot 10^{-5}} = \mathbf{0.9998}$$

$$\begin{aligned} R_{N_2} &= 1 - (1 - e^{-3\lambda_{4,7}t})(1 - e^{-\lambda_{4,7}t}) \\ &= 1 - (1 - e^{-3 \cdot 2.0 \cdot 2 \cdot 10^{-5}}) \cdot (1 - e^{-2.0 \cdot 2 \cdot 10^{-5}}) = \mathbf{0.999999995} \end{aligned}$$

$$R_{N_3} = 1 - (1 - e^{-\lambda_{9,10}t})^2 = 1 - (1 - e^{-3.8 \cdot 2 \cdot 10^{-5}})^2 = \mathbf{0.999999994}$$

$$\begin{aligned} R_S &= R_{N_1} \cdot R_{N_2} \cdot R_{N_3} = 0.999800000 \cdot 0.999999995 \cdot 0.999999994 \\ &= \mathbf{0.999799989} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} MTTF &= \int_0^{\infty} R_S(t) dt = \int_0^{\infty} R_{N_1}(t) \cdot R_{N_2}(t) \cdot R_{N_3}(t) dt = \\ &= \int_0^{\infty} e^{-10.6 \cdot 10^{-5}t} \cdot (1 - (1 - e^{-3 \cdot 2.0 \cdot 10^{-5}t}) \cdot (1 - e^{-2.0 \cdot 10^{-5}t})) \cdot \\ &\quad \cdot (1 - (1 - e^{-3.8 \cdot 10^{-5}t})^2) dt = \mathbf{7804.54} \end{aligned}$$

В результате расчётов получено, что вероятность безотказной работы системы в заданный момент времени $t = 2$ составляет **0.999799989**, а среднее время до отказа системы **7804.54** часа.

Программный расчёт

Построенная структурная схема надёжности перенесена в XML формат для расчёта требуемых характеристик надёжности с помощью программы RSSA. XML описание представлено в приложении Б. Визуализированное описание представлено на рис. 2, а результаты работы программы на рис. 3.

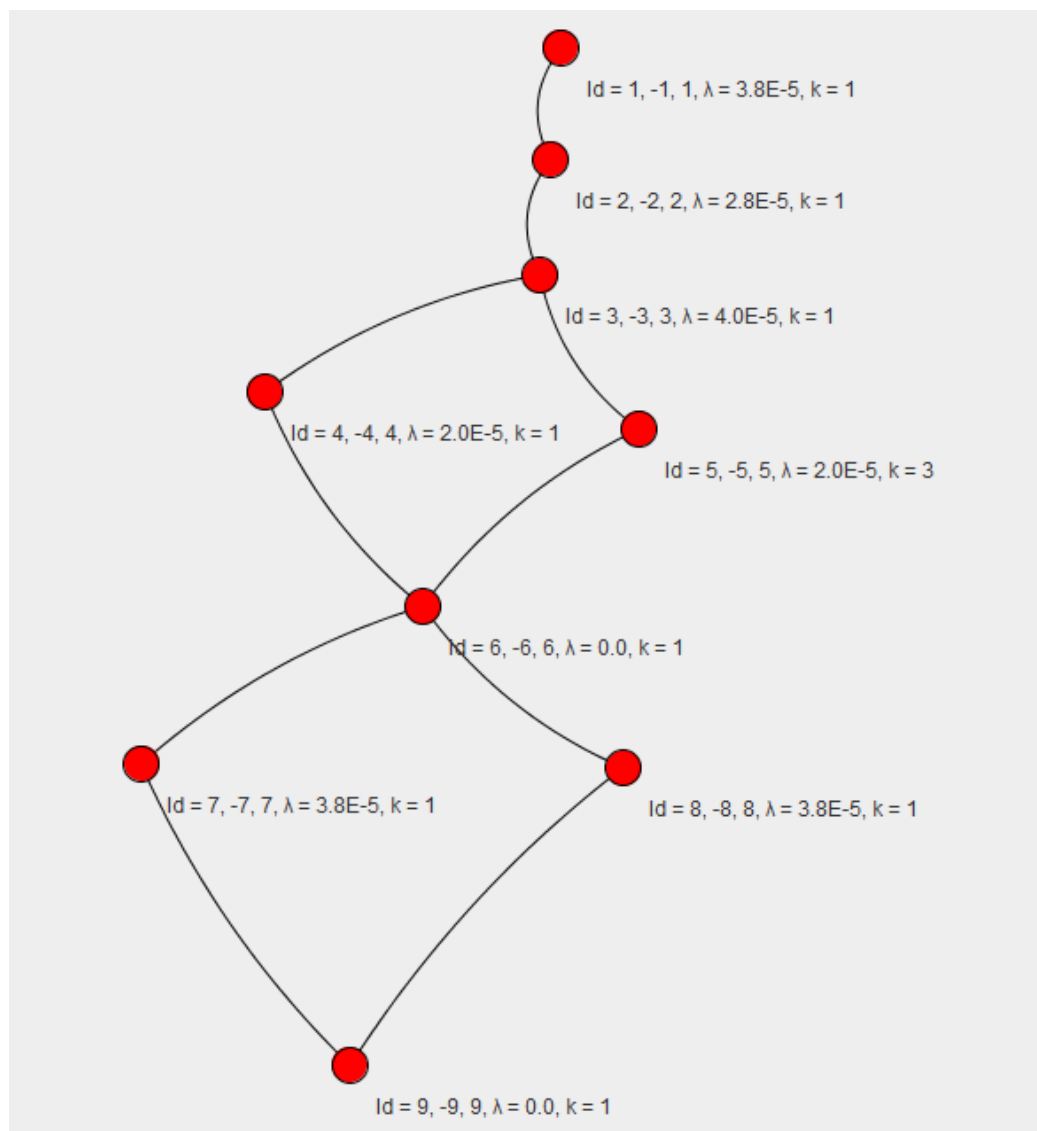


Рисунок 2 – Структурная схема надёжности в программе RSSA

t	R	T
2.0	0.9997880150964784	8117.84016340079

Рисунок 3 – Результаты программного расчёта

Выводы

В результате выполнения данной лабораторной работы была выполнена оценка характеристик надежности программ по структурной схеме надежности. Результаты вычисления надежности и среднего времени безотказной работы ручным способом практически совпали с результатами, полученными с помощью программы.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

ИСХОДНЫЙ КОД ВИЗУАЛИЗАЦИИ СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ НАДЁЖНОСТИ

```
digraph G {
    concentrate=true;

    1[xlabel="1", label="3.8", style=bold];

    2[xlabel="2", label="2.8"];

    3[xlabel="3", label="4.0"];

    4[xlabel="4", label="2.0"];
    5[xlabel="5", label="2.0"];
    6[xlabel="6", label="2.0"];
    7[xlabel="7", label="2.0"];

    8[xlabel="8", label="0.0"];

    9[xlabel="9", label="3.8"];
    10[xlabel="10", label="3.8"];

    11[xlabel="11", label="0.0", shape=doublecircle, style=bold];

    d1[shape=point];
    d2[shape=point];
    d3[shape=point];
    d4[shape=point];

    1 -> 2;
    2 -> 3;

    3 -> d1[dir=none];
    d1 -> {4, 5};

    5 -> 6;
    6 -> 7;

    {4, 7} -> d2[dir=none];
    d2 -> 8;

    8 -> d3[dir=none];
    d3 -> {9, 10};

    {9, 10} -> d4[dir=none];
    d4 -> 11;
}
```

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

XML ПРЕДСТАВЛЕНИЕ СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ НАДЁЖНОСТИ

```
<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>
    </Block>

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

    <Block>
      <Id>4</Id>
      <Id2>4</Id2>
      <failureRate>2.0E-5</failureRate>
      <name>4</name>
      <quantity>1</quantity>
      <list>
        <int>6</int>
      </list>
    </Block>

    <Block>
      <Id>5</Id>
      <Id2>5</Id2>
      <failureRate>2.0E-5</failureRate>
      <name>5</name>
      <quantity>3</quantity>
```



```

        <list>
            <int>6</int>
        </list>
    </type>
</Block>

<Block>
    <Id>6</Id>
    <Id2>6</Id2>
    <failureRate>0.0</failureRate>
    <name>6</name>
    <quantity>1</quantity>
    <list>
        <int>7</int>
        <int>8</int>
    </list>
    <type/>
</Block>

<Block>
    <Id>7</Id>
    <Id2>7</Id2>
    <failureRate>3.8E-5</failureRate>
    <name>7</name>
    <quantity>1</quantity>
    <list>
        <int>9</int>
    </list>
    <type/>
</Block>

<Block>
    <Id>8</Id>
    <Id2>8</Id2>
    <failureRate>3.8E-5</failureRate>
    <name>8</name>
    <quantity>1</quantity>
    <list>
        <int>9</int>
    </list>
    <type/>
</Block>

<Block>
    <Id>9</Id>
    <Id2>9</Id2>
    <failureRate>0.0</failureRate>
    <name>9</name>
    <quantity>1</quantity>
    <list/>
    <type/>
</Block>
</graf>

<ListOfFlag/> <!--Служебные строки завершения-->
<listOfNode/> <!--описания схемы, в таком виде -->
<list/>        <!-- должны использоваться для всех вариантов-->
</Schema>

```