

**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

\_\_\_\_\_

Ажель И.В.

Преподаватель

\_\_\_\_\_

Ефремов М.А.

Санкт-Петербург

2021

### **Цель работы.**

Выполнение расчета характеристик надежности вычислительной системы по структурной схеме надежности.

### **Формулировка задания.**

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).

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  $\lambda_i$ , 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.

### **Вариант 2**

Вариант	N1					N2		N3	
	Комбинат. соединения	$\lambda_1$	$\lambda_2$	$\lambda_3$	$\lambda_4$	Комб. соедин.	$\lambda$	Комб. соедин.	$\lambda$
2	C(3)	4.0	2.85	3.8	-	(2,2)	3.8	(1,1)	2.0

### Ход работы.

#### Ручной расчет:

Согласно условию задания составлен граф. Данный граф с пронумерованными вершинами представлен на рис. 1.

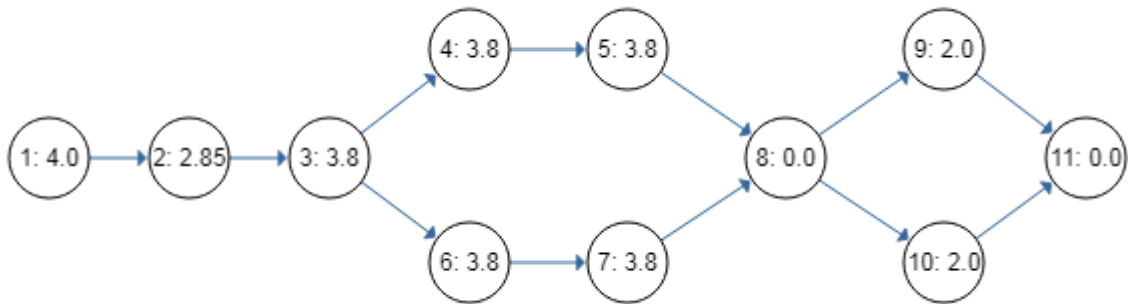


Рисунок 1 – Граф

Произведем расчет вероятностей для участков графа и общую, а также среднее время работы до отказа для значения  $t = 2$ :

$$R_{N1} = e^{-(\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3)t} = 0.9997870227$$

$$R_{N2} = 1 - (1 - e^{-2\lambda_{4-7}t})^2 = 2e^{-2\lambda_{4-7}t} - e^{-4\lambda_{4-7}t} = 0.999999977$$

$$R_{N3} = 1 - (1 - e^{-\lambda_{9-10}t})^2 = 2e^{-\lambda_{9-10}t} - e^{-2\lambda_{9-10}t} = 0.9999999984$$

$$R_S = R_{N1} * R_{N2} * R_{N3} = 0.9997870165 \approx 0.999787$$

$$\begin{aligned}
MTTF &= \int_0^{\infty} R_s(t) dt \\
&= \int_0^{\infty} e^{-(\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3)t} * (1 - (1 - e^{-2\lambda_{4-7}t})^2) \\
&\quad * (1 - (1 - e^{-\lambda_{9-10}t})^2) dt \\
&= \int_0^{\infty} e^{-(\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3)t} * (2e^{-2\lambda_{4-7}t} - e^{-4\lambda_{4-7}t}) \\
&\quad * (2e^{-2\lambda_{9-10}t} - e^{-4\lambda_{9-10}t}) dt \\
&= \int_0^{\infty} 4e^{-(\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + 2\lambda_{4-7} + \lambda_{9-10})t} - 2e^{-(\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + 2\lambda_{4-7} + 2\lambda_{9-10})t} \\
&\quad - 2e^{-(\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + 4\lambda_{4-7} + \lambda_{9-10})t} + e^{-(\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + 4\lambda_{4-7} + 2\lambda_{9-10})t} dt \\
&= 4 \int_0^{\infty} e^{-(\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + 2\lambda_{4-7} + \lambda_{9-10})t} dt \\
&\quad - 2 \int_0^{\infty} e^{-(\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + 2\lambda_{4-7} + 2\lambda_{9-10})t} dt \\
&\quad - 2 \int_0^{\infty} e^{-(\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + 4\lambda_{4-7} + \lambda_{9-10})t} dt \\
&\quad + \int_0^{\infty} e^{-(\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + 4\lambda_{4-7} + 2\lambda_{9-10})t} dt = \frac{4}{\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + 2\lambda_{4-7} + \lambda_{9-10}} \\
&\quad - \frac{2}{\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + 2\lambda_{4-7} + 2\lambda_{9-10}} - \frac{2}{\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + 4\lambda_{4-7} + \lambda_{9-10}} \\
&\quad + \frac{1}{\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + 4\lambda_{4-7} + 2\lambda_{9-10}} = 6933.08
\end{aligned}$$

### Программный расчет:

Для работы создадим XML-файл, описывающий граф. Он представлен в приложении А. Запустив программу, получим схему, которая представлена на рис. 2. Как можно заметить, схема соответствует изначально построенному графу.

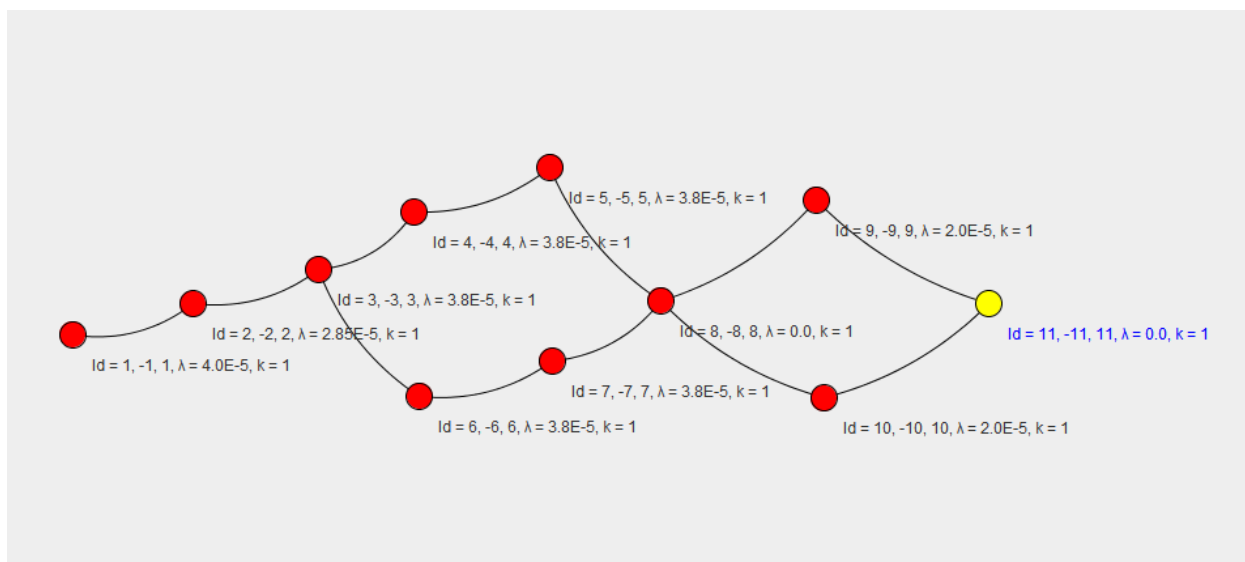


Рисунок 2 – Граф в программе

Запустив программу, получим результаты, которые представлены на рис. 3.

t	R	T
2.0	0.9997869979877256	6927.973699763332

Рисунок 3 – Результаты программного вычисления

Видно, что значения вероятности и времени незначительно от результатов, полученных вручную. Вероятно, из-за того, что в программе используются численные методы интегрирования, дающие результат с некоторой погрешностью.

### **Выводы.**

В результате выполнения данной лабораторной работы была выполнена оценка характеристик надежности программы по структурным схемам надежности. Кроме того, во время ручного выполнения оценки были повторены методы взятия определенных интегралов. Результаты вычисления надежности и среднего времени безотказной работы ручным способом совпали с результатами, полученными с помощью программы с точностью до погрешности численных методов интегрирования.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### XML-ФАЙЛ

```
<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>2.85E-5</failureRate>
      <name>2</name>
      <quantity>1</quantity>
      <list>
        <int>3</int>
      </list>
      <type></type>
    </Block>
    <Block>
      <Id>3</Id>
      <Id2>3</Id2>
      <failureRate>3.8E-5</failureRate>
      <name>3</name>
      <quantity>1</quantity>
      <list>
        <int>4</int>
        <int>6</int>
      </list>
      <type></type>
    </Block>
    <Block>
      <Id>4</Id>
      <Id2>4</Id2>
```

```

    <failureRate>3.8E-5</failureRate>
    <name>4</name>
    <quantity>1</quantity>
    <list>
    <int>5</int>
    </list>
    <type></type>
</Block>
<Block>
    <Id>5</Id>
    <Id2>5</Id2>
    <failureRate>3.8E-5</failureRate>
    <name>5</name>
    <quantity>1</quantity>
    <list>
    <int>8</int>
    </list>
    <type></type>
</Block>
<Block>
    <Id>6</Id>
    <Id2>6</Id2>
    <failureRate>3.8E-5</failureRate>
    <name>6</name>
    <quantity>1</quantity>
    <list>
    <int>7</int>
    </list>
    <type></type>
</Block>
<Block>
    <Id>7</Id>
    <Id2>7</Id2>
    <failureRate>3.8E-5</failureRate>
    <name>7</name>
    <quantity>1</quantity>
    <list>
    <int>8</int>
    </list>
    <type></type>
</Block>

```



```

<Block>
  <Id>8</Id>
  <Id2>8</Id2>
  <failureRate>0</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>2E-5</failureRate>
  <name>9</name>
  <quantity>1</quantity>
  <list>
    <int>11</int>
  </list>
  <type></type>
</Block>
<Block>
  <Id>10</Id>
  <Id2>10</Id2>
  <failureRate>2E-5</failureRate>
  <name>10</name>
  <quantity>1</quantity>
  <list>
    <int>11</int>
  </list>
  <type></type>
</Block>
<Block>
  <Id>11</Id>
  <Id2>11</Id2>
  <failureRate>0</failureRate>
  <name>11</name>
  <quantity>1</quantity>
  <list>

```

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

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