



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО  
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»  
(ДГТУ)

**Отчет по лабораторной работе №4**  
**РАСЧЕТ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМЫ С ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЙ И**  
**ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ СТРУКТУРОЙ СОЕДИНЕНИЯ**  
Вариант №19

Выполнил:  
студент МИН21  
Урывский Д.В.

Ростов-на-Дону

2020

## Цель работы

Научиться выполнять расчеты надежности систем с последовательной структурой соединения.

### Задание 4.1.

Рассчитать вероятность безотказной работы

Система состоит из трех устройств, соединенных последовательно. Интенсивность отказов каждого из которых равна  $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$  и  $\lambda_3$  соответственно. Необходимо рассчитать вероятность безотказной работы изделия в течение  $T$  час. Варианты заданий приведены в таблице 4.1.

Таблица 4.1. Исходные данные

Вариант	$\lambda_1$ , 1/час	$\lambda_2$ , 1/час	$\lambda_3$ , 1/час	$T$ , час
19	$0,34 \cdot 10^{-2}$	$0,44 \cdot 10^{-5}t$	$0,31 \cdot 10^{-7}t^{1,8}$	60

### Результат:

При выполнении задания воспользуемся формулами (4.1) – (4.5).

Воспользуемся формулой 4.5:

$$\lambda_z(t) = \sum_{i=1}^n \lambda_i(t)$$

```
>> syms t;
>> T=60;
>> lam1=0.34*10^(-2);
>> lam2=0.44*(10^(-5))*t;
>> lam3=0.31*(10^(-7))*t^(1.8);
>> lam=[lam1,lam2,lam3];
>> lamc=sum(lam)

lamc =

(5194603131156609*t)/1180591620717411303424 + (146393360968959*t^(9/5))/4722366482869645213696 + 17/50
```

Найдем  $P_c(t)$  по формуле 4.4:

$$P_z(t) = \exp\left(-\int_0^t \lambda_z(t) dt\right)$$

```
>> Pc=vpa(exp(-int(lamc,t,0,T)))

Pc =

0.80817678356903798479452513887347
```

#### Задание 4.2.

Определить среднее время безотказной работы системы

Система состоит из  $n$  ( $n \leq 5$ ) блоков, соединенных последовательно. Среднее время безотказной работы каждого из блоков соответственно равно:  $mt_1, mt_2, \dots, mt_n$  (час). Для каждого из блоков справедлив экспоненциальный закон надежности. Требуется определить среднее время безотказной работы системы.

Кол-во блоков:  $n=3$ ;

$mt_1=230$  ;

$mt_2=220$ ;

$mt_3=120$ ;

$mt_4=0$ ;

$mt_5=0$ ;

Воспользовавшись формулой 4.16 найдем  $lamc$ , а затем  $mtc$  :

$$m_{\Sigma} = \frac{1}{\lambda_{\Sigma}} = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \lambda_i}$$

```
>> mt1=230;
>> mt2=220;
>> mt3=120;
>> mt=[mt1,mt2,mt3];
>> lamc=sum(1./mt)
```

```
lamc =
```

```
0.0172
```

```
>> mtc=1/lamc
```

```
mtc =
```

```
58.0497
```

### Задание 4.3.

Определить показатели надежности

Система состоит из  $N$  элементов, соединенных последовательно. Средняя интенсивность отказа каждого из элементов системы соответственно равна  $1/\text{час}$ . Для элементов системы справедлив экспоненциальный закон надежности. Требуется определить  $P_c(t)$ ,  $q_c(t)$ ,  $f_c(t)$ ,  $m_{tc}$ , для  $t = \tau$  час. Данные занести в таблицу.

Здесь  $P_c(t)$  — вероятность безотказной работы системы в течение времени  $t$ ;

$q_c(t)$  — вероятность отказа системы в течение времени  $t$ ;

$f_c(t)$  — частота отказов или плотность вероятности времени  $t$  безотказной работы системы;

$m_{tc}$  — среднее время безотказной работы системы.

Кол-во элементов,  $N=11010$  ;

$\alpha=0,11$ ;

$\tau=80$ ;

```
>> alpha=0.11;
>> tau=80;
>> N=11010;
>> lam=alpha*10^(-6);
>> lamcp=alpha*10^(-6);
>> lam=lamcp*N;
>> t=tau;
>> P=exp(-lam*t)
```

P =

0.9077

Найдем вероятность отказа системы в течение времени  $t$  по формуле 4.15 :

```
>> q=1-P

q =

    0.0923
```

Вычислим частоту отказов или плотность вероятности времени  $t$  безотказной работы системы по формуле 4.14

```
>> f=lam*P

f =

    0.0011
```

Найдем среднее время безотказной работы системы по формуле 4.17

```
>> m=1/lam

m =

    825.6956
```

### Контрольные вопросы:

1. Соединение элементов называется последовательным, если отказ хотя бы одного элемента приводит к отказу всей системы.

$$2. P_c = P_1(t) \cdot P_2(t) \cdot \dots \cdot P_n(t) = \prod_{i=1}^n P_i(t)$$

$$3. Q_c(t) = 1 - P_c(t) = 1 - \prod_{i=1}^n P_i(t) = 1 - \prod_{i=1}^n [1 - q_i(t)]$$

4. В случае экспоненциального закона надежности всех элементов системы имеем:

$$\lambda_i(t) = \lambda_i = \text{const}; \quad (4.10)$$

$$\lambda_c(t) = \sum_{i=1}^n \lambda_i = \lambda_c; \quad (4.11)$$

$$P_i(t) = \exp(-\lambda t); \quad (4.12)$$

$$P_c(t) = e^{-\lambda_c t}; \quad (4.13)$$

$$f_c(t) = \lambda_c e^{-\lambda_c t}; \quad (4.14)$$

$$q_c(t) = 1 - e^{-\lambda_c t}; \quad (4.15)$$

$$m_{ic} = \frac{1}{\lambda_c} = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \lambda_i}; \tag{4.16}$$

$$m_{ti} = \frac{1}{\lambda_i}, \tag{4.17}$$