



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

Отчет по лабораторной работе №3
РАСЧЕТ НАДЕЖНОСТИ НЕВОССТАНАВЛИВАЕМЫХ СИСТЕМ
Вариант №19

Выполнил:
студент МИН21
Урывский Д.В.

Ростов-на-Дону

2020

Цель работы

Научиться выполнять расчеты надежности систем с невосстанавливаемыми элементами.

Задание 1

В результате анализа данных об отказах аппаратуры частота отказов получена в виде $f(t) = a\lambda_1 e^{-\lambda_1 t} + b\alpha\lambda_2 t^{\alpha-1} e^{-\lambda_2 t^\alpha}$.

Требуется определить количественные характеристики надежности в течение времени $t = t_0 = 1000$: вероятность безотказной работы $P(t)$, вероятность отказа $Q(t)$, интенсивность отказов $\lambda(t)$, среднюю наработку до отказа T_1 , дисперсию наработки до отказа DT , среднее квадратичное отклонение σT . Построить графики распределения $P(t)$, $Q(t)$, $\lambda(t)$.

Таблица 1. Исходные данные

λ_1	λ_2	α	a	b
0,004	0,012	0,13	0,02	0,8

Результат:

Найдем $P(t)$, $Q(t)$, $f(t)$

```

>> syms a b lam1 lam2 alf t;
>> a= 0.2;
>> b= 0.8;
>> lam1= 0.004;
>> lam2= 0.012;
>> alf=0.13

alf =

    0.1300

>> f(t)=a*lam1*exp(-lam1*t)+b*alf*lam2*(t^(alf-1))*exp(-lam2*t^alf);
>> P(t)=1-int(f(t), t, 0, 1000)

P(t) =

(4*exp(-(3*10^(39/100))/250))/5 + exp(-4)/5

>> syms Q;
>> Q=1-P

Q(t) =

1 - exp(-4)/5 - (4*exp(-(3*10^(39/100))/250))/5

```

Рис.1 Определение значений P(t), Q(t), f(t) в системе MatLab

Следующим шагом является необходимость вычисления численных значений P и Q, а также вычисления частоты отказов (рис 2)

```

>> vpa(P)

ans(t) =

0.78044161359185314883146989595993

>> vpa(Q)

ans(t) =

0.21955838640814685116853010404007

>> lam=f(t)/P(t)

lam =

(exp(-t/250)/1250 + (39*exp(-(3*t^(13/100))/250))/(31250*t^(87/100)))/((4*exp(-(3*10^(39/100))/250))/5 + exp(-4)/5)

>> vpa(lam)

ans =

0.0010250606657404294730222746085478*exp(-0.004*t) + (0.0015990946385550699779147483893345*exp(-0.012*t^(13/100)))/t^(87/100)

```

Рис.2 Определение численных значений P(t), Q(t), lam(t) в системе MatLab

Вычислим T_0 , DT , ST . Зададим данные, на основании которых построим график функции (рис.3)

```
>> T0=int((1-int(f(t), t, 0, 1000)),t,0,inf)

T0 =

Inf

>> DT=int((t^2)*f(t),t,0,inf)-(T0^2)

DT =

-Inf

>> sT=sqrt(DT)

sT =

Inf*1i

>> % Построим график функции
>> x = 0:10:1000; % диапазон интегрирования
>> y = a.*lam1.*exp(-lam1.*x)+b.*alf.*lam2.*(x.^(alf-1)).*exp(-lam2.*x.^alf); % значения подынтегральной функции

F = cumtrapz(x,y); % постепенный расчёт интеграла

% рисуем
plot(x,y,'b',x,F,'r'), grid on
```

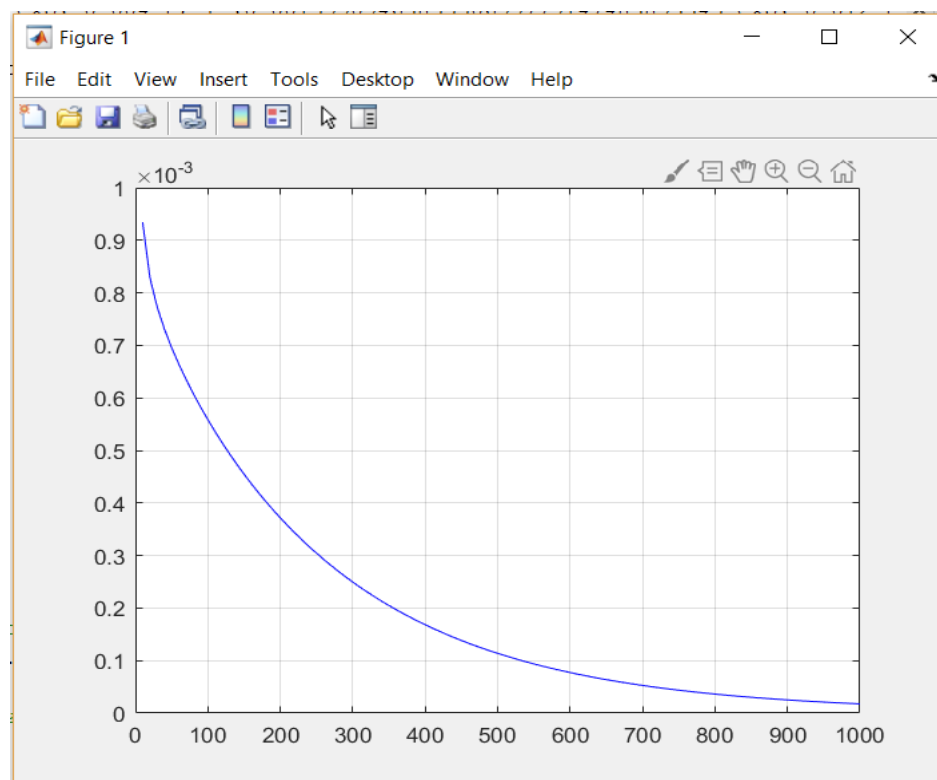


Рис 4. График функции $P(t)$

Контрольные вопросы:

1. Количественные характеристики надежности определяются по следующим формулам:

$$P(t) = e^{-\int_0^t \lambda(x) dx} = 1 - \int_0^t f(x) dx \quad (3.1)$$

$$Q(t) = 1 - P(t) \quad (3.2)$$

$$f(t) = \frac{dQ(t)}{dt} = -\frac{dP(t)}{dt} \quad (3.3)$$

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{P(t)} = -\frac{1}{P(t)} \cdot \frac{dP(t)}{dt} \quad (3.4)$$

$$T_0 = M(T) = \int_0^{\infty} P(t) dt \quad (3.5)$$

2. Дисперсией $D\xi$ случайной величины ξ называется математическое ожидание квадрата отклонения случайной величины от ее математического ожидания $M\xi$:

$$3. D\xi = M(\xi - M\xi)^2 = M\xi^2 - (M\xi)^2.$$

4. Среднеквадратическим отклонением σ случайной величины x называется корень квадратный из дисперсии этой величины:

$$5. \sigma(\xi) = \sqrt{D\xi}$$