

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ**

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Казанский национальный исследовательский  
технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ»  
(КНИТУ-КАИ)

Институт авиации, наземного транспорта и энергетики  
Кафедра «Конструкции и проектирования летательных аппаратов»

Направление: 24.04.04 «Авиастроение»

**ОТЧЕТ ПО ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ №1**

«Расчет показателей надежности нерезервированных  
невосстанавливаемых систем»

по дисциплине: Надежность систем управления самолетом

Студент: гр.1159 Бычков С.С.

Руководитель: Левшонков Н.В.

Казань 2023

### Задача 1.1.

$$n=3$$

Вероятность того, что в течение времени  $t$  первая подсистема проработает безотказно, равна 0,7, вторая – 0,9, третья – 0,8.

Вероятность работы без отказа:

$$P_c(t) = \prod_{j=1}^n P_j(t) = 0,7 * 0,9 * 0,8 = 0,504$$

Событие отказа произойдет:

$$N = 1 - P_c(t) = 1 - 0,7 * 0,9 * 0,8 = 0,496$$

### Задача 1.2.

$$\lambda_c = 10^{-5} \text{ час}^{-1}.$$

$$T_n = 10^4.$$

$$T_{1c} = \frac{1}{10^{-5}} = 100000$$

1) Вероятность отказа детали до момента  $T_n$ :

$$N = 1 - P_c(t) = 1 - e^{-\lambda_c * t} = 1 - e^{-10^{-5} * 10^4} = 0,095$$

2) Вероятность того, что деталь безотказно проработает в течение времени  $T_n$ :

$$P_c(t) = e^{-\lambda_c * t} = e^{-10^{-5} * 10^4} = 0,905$$

3) Вероятность того, что деталь безотказно проработает в интервале времени от  $10^3$  до  $10^4$  час.

$$P_c(10^3 - 10^4) = e^{-\lambda_c * t} = e^{-10^{-5} * (10^4 - 10^3)} = 0,9146$$

### Задача 1.3.

$$\lambda_c = \sum_{j=1}^n \lambda_j = 10 * 2 * 10^{-6} + 15 * 4 * 10^{-6} + 32 * 2,5 * 10^{-6} + 8 * 5 * 10^{-6} = 0,0002 \text{ час}^{-1}.$$

$$T_{1c} = \frac{1}{0,0002} = 5000$$

1) Вероятность безотказной работы системы в течение времени  $t_1 = 100$ :

$$P_c(t) = e^{-\lambda_c * t} = e^{-0,0002 * 100} = 0,98$$

2) Вероятность безотказной работы системы в течение времени  $t_2 = 1000$ :

$$P_c(t) = e^{-\lambda_c * t} = e^{-0,0002 * 1000} = 0,818$$

3) В интервале указанных наработок:

$$P_c(t) = e^{-\lambda_c \cdot t} = e^{-0,0002 \cdot (1000 - 100)} = 0,835$$

4) Плотность распределения времени безотказной работы системы при наработке  $t_2 = 1000$  час.

$$f_c(t) = \lambda_c \cdot e^{-\lambda_c \cdot t} = 0,0002 \cdot e^{-0,0002 \cdot 1000} = 1,64 \cdot 10^{-4}$$

#### Задача 1.4.

$$P_1(100) = e^{-\lambda_1 \cdot 100} = 0,99$$

$$\lambda_{1c} = \frac{\log_e 0,99}{-100} = 0,0001$$

$$\lambda_{2c} = 0,00001$$

Среднее время безотказной работы:

$$T_j = \frac{1}{\lambda_j}, \text{ откуда: } \lambda_j = \frac{1}{T_j}$$

$$\lambda_{3c} = 0,000123$$

$$\lambda_{4c} = 0,000127$$

$$\lambda_{5c} = 0,000025$$

Интенсивность отказа системы:

$$\lambda_c = \sum_{j=1}^n \lambda_j = 0,0001 + 0,00001 + 0,000123 + 0,000127 + 0,000025 = 3,85 \cdot 10^{-4}$$

$$e^{-3,85 \cdot 10^{-4} \cdot t} = 0,92$$

$$t = \frac{\log_e 0,92}{-3,85 \cdot 10^{-4}} = 216,576$$