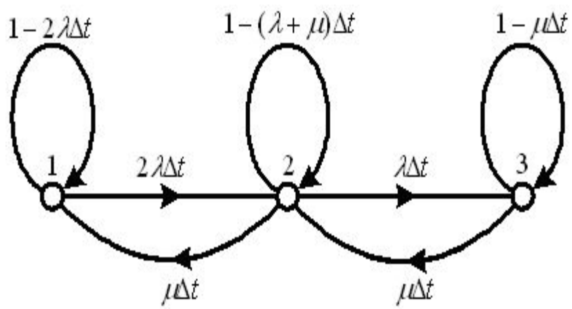
Резервирование с восстановлением работоспособности отказавших элементов

Состояния системы: 1. Оба элемента работают; 2. Один элемент работает, второй отказал и восстанавливается; 3. Оба элемента отказали, один из них восстанавливается, система отказала.

$$P(t) = e^{-\lambda t}; \qquad V(t) = 1 - e^{-\mu t}$$



$$\lambda = \frac{1}{T}$$ -интенсивность отказов;

$$\mu = \frac{1}{T_B}$$ - интенсивность восстановления

$$P_{11}(\Delta t) \cong 1 - 2\lambda\Delta t$$

-вероятность безотказной работы 2-х эл.

$$P_{12} = 1 - (1 - 2\lambda\Delta t) \cong 2\lambda\Delta t$$

$$P_{22} = (1 - \mu\Delta t)(1 - \lambda\Delta t) \cong 1 - (\lambda + \mu)\Delta t$$

- вероятность отказа одного из 2-х

Резервирование с восстановлением элементов

Уравнения Колмогорова:

$$\begin{cases} P_1(t+\Delta t) = P_1(t)(1-2\lambda\Delta t) + P_2(t)\mu\Delta t \\ P_2(t+\Delta t) = P_1(t)2\lambda\Delta t + P_2(t)(1-(\lambda+\mu)\Delta t) + P_3(t)\mu\Delta t \\ P_3(t+\Delta t) = P_2(t)\lambda\Delta t + P_3(t)(1-\mu\Delta t) \end{cases}$$

Дифференциальные уравнения:

$$\begin{cases} P_1'(t) = -2\lambda P_1(t) + \mu P_2(t) \\ P_2'(t) = 2\lambda P_1(t) - (\lambda+\mu)P_2(t) + \mu P_3(t) \\ P_3'(t) = \lambda P_2(t) - \mu P_3(t) \end{cases}$$

Решение для установившегося режима

- Алгебраические уравнения:

$$\begin{cases} -2\lambda P_1 + \mu P_2 = 0 \\ 2\lambda P_1 - (\lambda + \mu) P_2 + \mu P_3 = 0 \\ \lambda P_2 - \mu P_3 = 0 \end{cases}$$

Условие: $P_1 + P_2 + P_3 = 1$

$$P_2 = \frac{2\lambda}{\mu} P_1; \quad P_3 = \frac{\lambda}{\mu} P_2 = \frac{2\lambda^2}{\mu^2} P_1;$$

$$P_1 = \frac{1}{1 + \frac{2\lambda}{\mu} + \frac{2\lambda^2}{\mu^2}}; \quad P_2 = \frac{\frac{2\lambda}{\mu}}{1 + \frac{2\lambda}{\mu} + \frac{2\lambda^2}{\mu^2}}$$

$$K_Г = P_1 + P_2; \qquad K_Г = \frac{1 + \frac{2\lambda}{\mu}}{1 + \frac{2\lambda}{\mu} + \frac{2\lambda^2}{\mu^2}}$$