алгоритм позволяет решить данную задачу, шире использовать возможности приложения Excel.

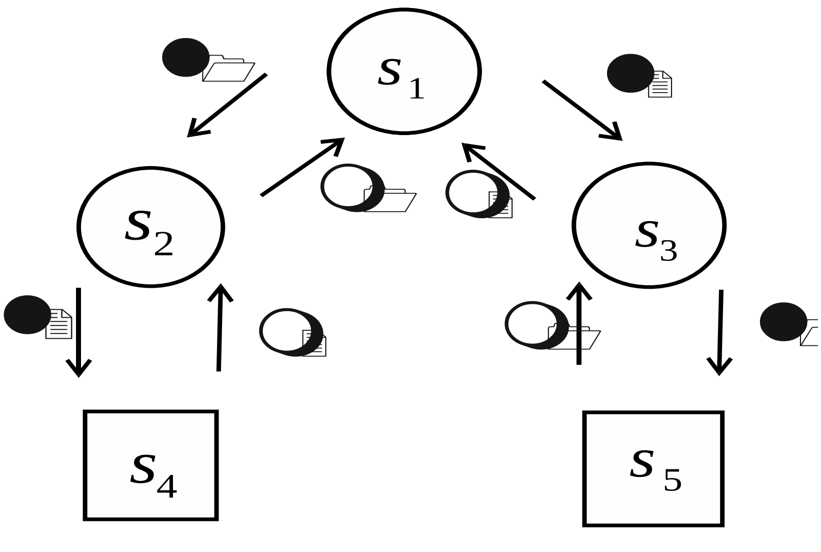
УДК 62-91

НАДЕЖНОСТЬ СИСТЕМ С ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНО ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ СТРУКТУРОЙ

Сташевский А.А.
Научные руководители– канд. физ.-мат. н., доцент
Рудый А.Н., канд. физ.-мат. н., доцент Лебедева Г.И.

Рассмотрена последовательно-параллельная логическая модель надежности восстанавливаемых систем. Предположим, что потоки отказов и восстановлений системы – простейшие. Такие системы удобно описывать с помощью метода Колмогорова, составляя и решая системы дифференциальных уравнений.

Будем предполагать, что система обслуживается одной бригадой с обратным приоритетом обслуживания, и что система продублирована резервным элементом. Пусть λ_1, λ_2 – интенсивности потока отказов элементов, μ_1, μ_2 – интенсивности потока восстановлений. В начальный момент оба элемента (основной и дублирующий) в рабочем состоянии. Тогда граф состояний системы:



S_1 – оба элемента работают, система работает;

S_2 – первый элемент отказал и ремонтируется, второй элемент работает, система работает;

S_3 – первый элемент работает, второй отказал и ремонтируется,

система работает;

$\boxed{S_4}$ – первый элемент отказал и ожидает ремонта, второй отказал и ремонтируется, система отказала;

$\boxed{S_5}$ – второй элемент отказал и ожидает ремонта, первый элемент отказал и ремонтируется, система отказала.

Рассмотренная система представляет собой Марковский случайный процесс с пятью дискретными состояниями и описывается системой дифференциальных уравнений:

$$
\begin{cases}
\frac{d}{dt}p_1(t) = -(\lambda_1 + \lambda_2) * p_1(t) + \mu_1 * p_2(t) + \mu_2 * p_3(t) \\
\frac{d}{dt}p_2(t) = \lambda_1 * p_1(t) - \left(\mu_1 + \lambda_2\right) * p_2(t) + \mu_2 * p_5(t) \\
\frac{d}{dt}p_3(t) = \lambda_2 * p_1(t) - \left(\mu_2 + \lambda_1\right) * p_3(t) + \mu_1 * p_4(t) \\
\frac{d}{dt}p_4(t) = \lambda_2 * p_2(t) - \mu_1 * p_4(t) \\
\frac{d}{dt}p_5(t) = \lambda_1 * p_3(t) - \mu_2 * p_4(t) \\
p_1 + p_2 + p_3 + p_4 + p_5 = 1
\end{cases}
$$

Где p_1, p_2, p_3, p_4, p_5 вероятности того, что в момент времени t система находится в состоянииS_1,S_2,S_3,S_4,S_5 соответственно.

Решим систему для случая λ_1=1, λ_2= 2, μ_1=5, μ_2=7.

Решая систему, получим :

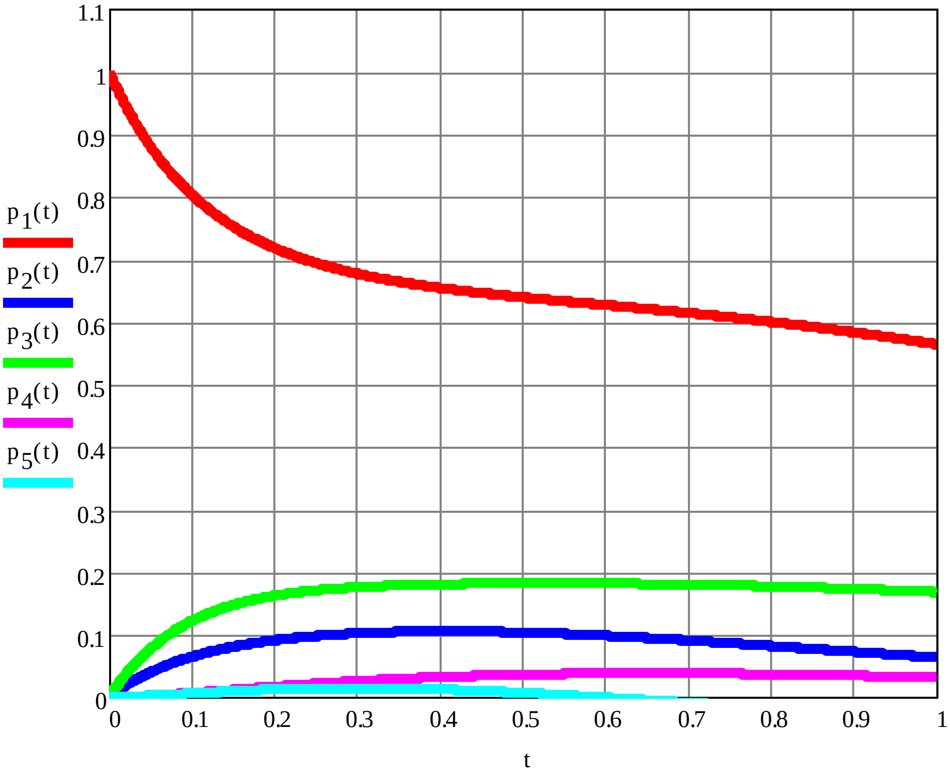


Рис.1. Графики $p_1(t),p_2(t),p_3(t),p_4(t),p_5(t)$ решений системы

Система уравнений для финальных вероятностей:

$$\begin{cases} \lambda_1 * q_1 - (\lambda_2 + \mu_1) * q_2 + \mu_2 * q_5 = 0 \\ \lambda_2 * q_1 - (\lambda_1 + \mu_2) * q_3 + \mu_1 * q_4 = 0 \\ -(\lambda_1 + \lambda_2) * q_1 + \mu_1 * q_2 + \mu_2 * q_3 = 0 \\ \lambda_1 * q_3 - \mu_2 * q_4 = 0 \\ q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5 = 1 \\ \lambda_1 * q_3 - \mu_2 * q_4 = 0 \end{cases}$$

Решая систему получим: q_1=0,72; q_2=0,12; q_3=0,12; q_4=0,02; q_5=0,02.

Литература

1.Половко, А. М. Основы теории надежности / А. М. Половко, С. В. Гуров. – СПб.: БХВ–Петербург, 2008.

2. Черкасов, Г. Н. Надежность аппаратно-программных комплексов: учебное пособие / Г. Н. Черкасов. – СПб.: Питер, 2005.

3. Рудый, А.Н. Элементы математической теории надежности: конспект лекций. – Минск: БНТУ, 2014. – 131 с.