

## **Лабораторная 4**

Моисеев МЗ2001, Муров МЗ2011

Вариант 3

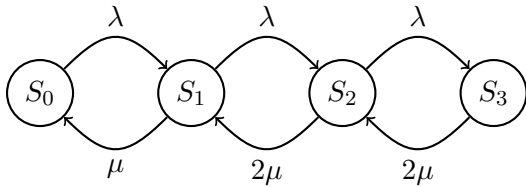
## Условия

- $\lambda = 1.7$
- $\mu = 3.6$
- $r = 2$
- $m = 1$

## Возможные состояния системы

- $S_0$  - в системе бревен нет
- $S_1$  - 1 машина занята
- $S_2$  - 2 машины заняты
- $S_3$  - 2 машины заняты, одно бревно в очереди

## Граф состояний



## Система уравнений стационарных вероятностей

$$\begin{cases} \mu p_1 - \lambda p_0 = 0 \\ 2\mu p_2 + \lambda p_0 - (\lambda + \mu)p_1 = 0 \\ 2\mu p_3 + \lambda p_1 - (\lambda + 2\mu)p_2 = 0 \\ \lambda p_2 - 2\mu p_3 = 0 \\ p_0 + p_1 + p_2 + p_3 = 1 \end{cases}$$

0.62110073   0.29329757   0.06925081   0.01635089

## Стационарные характеристики

вероятность, что занято  $z$  машин

- $P(z = 0) = p_0 = 0.6211$
- $P(z = 1) = p_1 = 0.2933$
- $P(z = 2) = p_2 + p_3 = 0.0693 + 0.0164 = 0.0856$

вероятность, что все машины заняты и  $w$  бревен в очереди

- $P(w = 0) = p_2 = 0.0693$
- $P(w = 1) = p_3 = 0.0164$

**среднее число занятых машин**

$$1 \cdot P(z = 1) + 2 \cdot P(z = 2) = 0.4645$$

**среднее число свободных машин**

$$2 - 0.4645 = 1.5355$$

**коэффициент загрузки**

$$\frac{0.4645}{2} = 0.2323$$

**коэффициент простоя**

$$1 - 0.2323 = 0.7677$$

**среднее число бревен в очереди**

$$1 \cdot p_3 = 0.0164$$

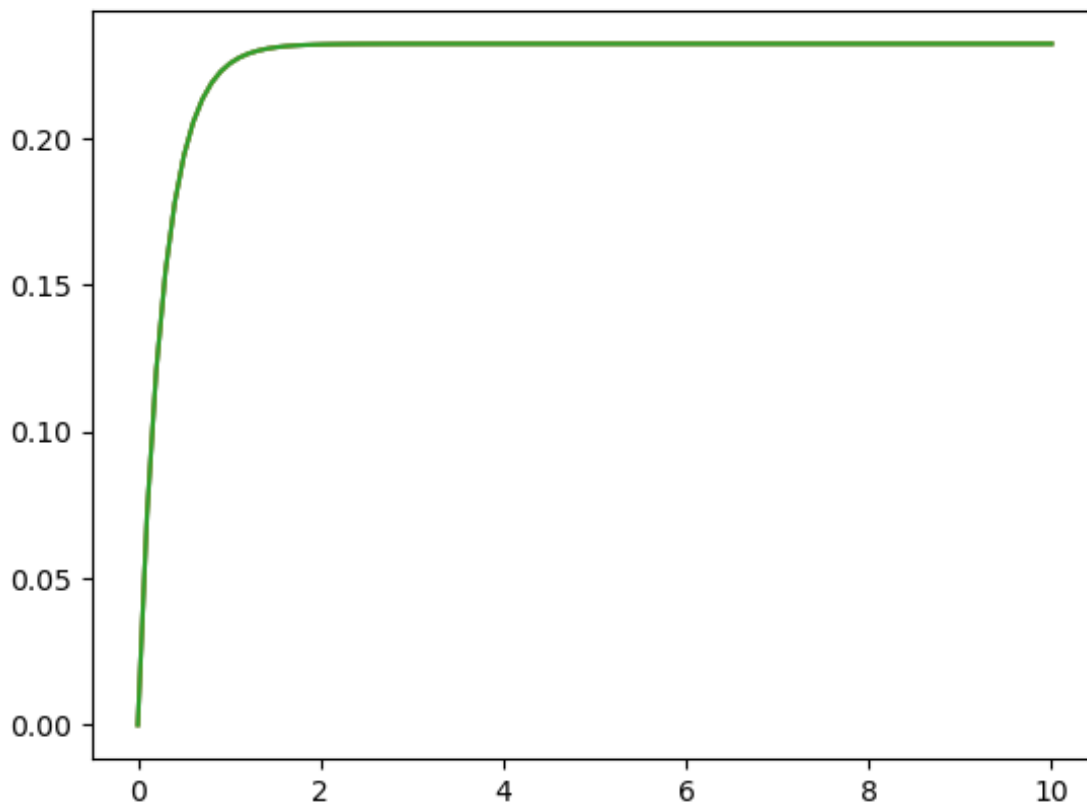
**Нестационарный режим**

$$\begin{cases} p'_0(t) = \mu p_1(t) - \lambda p_0(t) \\ p'_1(t) = 2\mu p_2(t) + \lambda p_0(t) - (\lambda + \mu)p_1(t) \\ p'_2(t) = 2\mu p_3(t) + \lambda p_1(t) - (\lambda + 2\mu)p_2(t) \\ p'_3(t) = \lambda p_2(t) - 2\mu p_3(t) \end{cases}$$

$$\begin{cases} p_0 = 0.6211 + 0.0075e^{-12.8286t} + 0.0973e^{-6.8543t} + 0.2741e^{-3.4172t} \\ p_1 = 0.2933 - 0.0233e^{-12.8286t} - 0.1393e^{-6.8543t} - 0.1307e^{-3.4172t} \\ p_2 = 0.0693 + 0.0226e^{-12.8286t} + 0.0071e^{-6.8543t} - 0.0989e^{-3.4172t} \\ p_3 = 0.0164 - 0.0068e^{-12.8286t} + 0.0349e^{-6.8543t} - 0.0444e^{-3.4172t} \end{cases}$$

## Динамический коэффициент нагрузки

$$q(t) = \frac{p_1(t) + 2(p_2(t) + p_3(t))}{2}$$



## Выводы

Машины много простаивают. Стоит увеличить бюджет рекламы, привлечь больше клиентов.