

ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский
государственный университет имени Н. Г. Чернышевского»

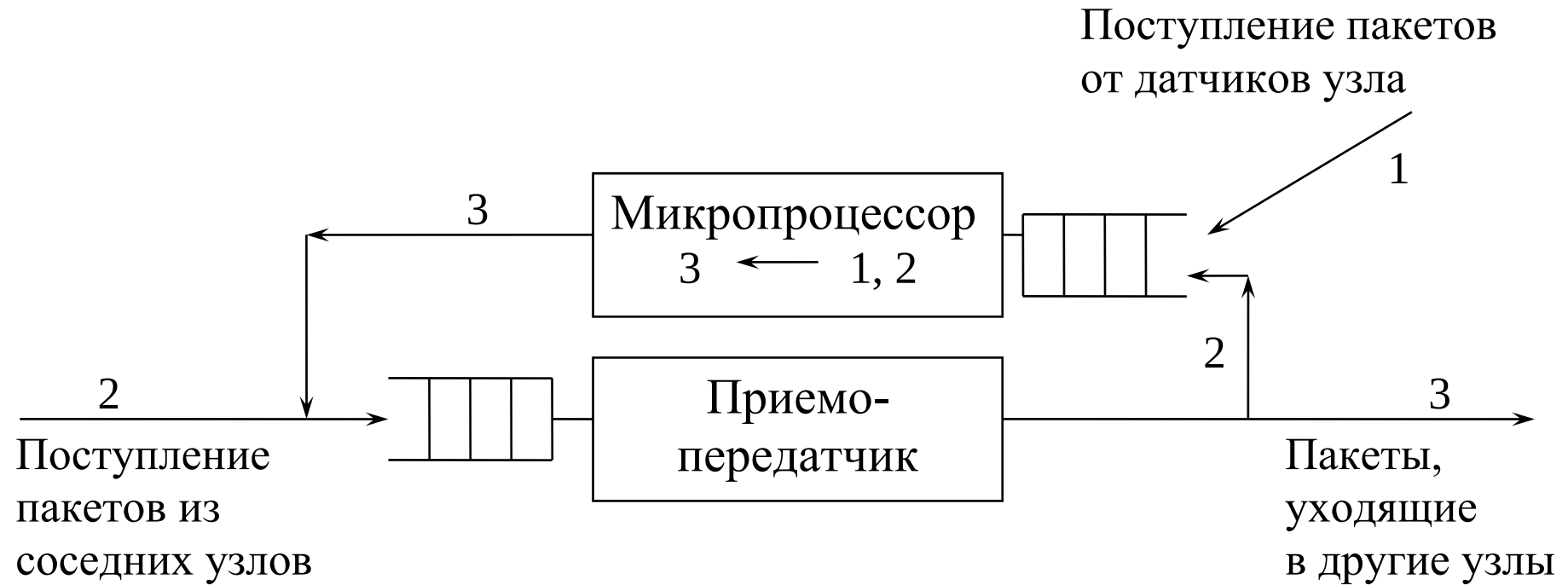
VIII Международная научная конференция
«Компьютерные науки и информационные технологии»

**Моделирование узла сенсорной сети
неоднородной сетью массового обслуживания**

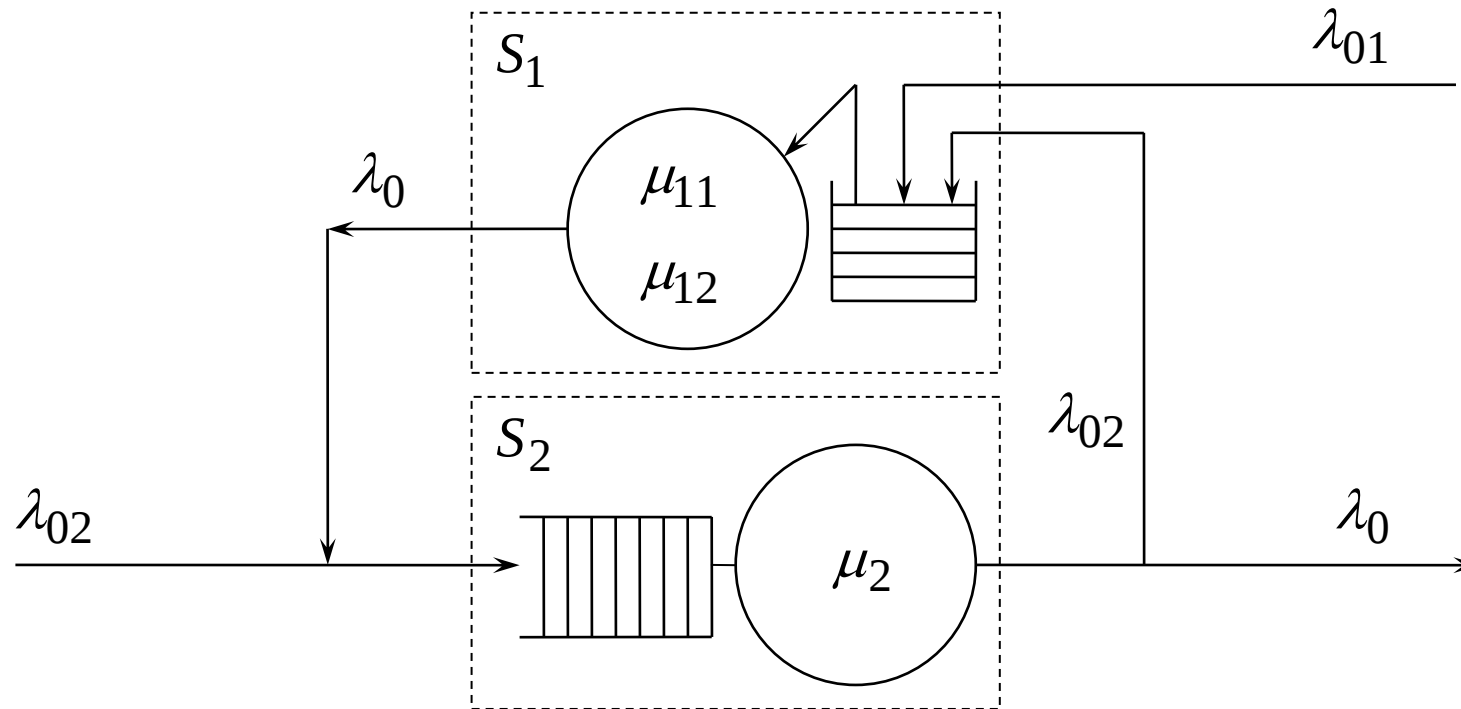
Тананко Игорь Евстафьевич, Султанов Вячеслав Витальевич

Саратов 2018

Модель структуры узла сенсорной сети



Сеть массового обслуживания



λ_{0k} – интенсивность потока k -требуваний из источника, $k = 1, 2$,

$\lambda_0 = \lambda_{01} + \lambda_{02}$,

μ_{1k} – интенсивность обслуживания k -требуваний в системе S_1 , $k = 1, 2$,

μ_2 – интенсивность обслуживания требований второго и третьего классов в системе S_2 .

Сеть массового обслуживания

$q = (q_{11}, q_{12}, q_{22}, q_{23})$ – состояние сети массового обслуживания,

q_{11}, q_{12} – число требований соответственно первого и второго классов в системе S_1 ,

q_{22}, q_{23} – число требований соответственно второго и третьего классов в системе S_2 , $q_2 = q_{22} + q_{23}$,

$P(q_{11}, q_{12}, q_{22}, q_{23})$ – стационарная вероятность пребывания сети обслуживания в состоянии $(q_{11}, q_{12}, q_{22}, q_{23})$.

$\Theta = (\theta_{ik, jl})$ – маршрутную матрицу, где $\theta_{ik, jl}$ – вероятность того, что требование k -го класса после завершения обслуживания в системе S_i поступает в систему S_j и меняет свой класс на l -й, $i, j = 0, 1, 2$, $k, l = 1, 2, 3$.

$$\theta_{11,23} = 1, \theta_{12,23} = 1, \theta_{22,12} = 1, \theta_{23,03} = 1, \theta_{03,11} = \lambda_{01}/\lambda_0, \theta_{03,22} = \lambda_{02}/\lambda_0.$$

Уравнения равновесия

$$\begin{aligned} & \left[\lambda_0 + \frac{q_{11}}{q_{11} + q_{12}} \mu_{11} + \frac{q_{12}}{q_{11} + q_{12}} \mu_{12} + (\varepsilon(q_{22}) + \varepsilon(q_{23})) \mu_2 \right] P(q_{11}, q_{12}, q_{22}, q_{23}) = \\ & \lambda_0 \varepsilon(q_{22}) \theta_{03,22} P(q_{11}, q_{12}, q_{22} - 1, q_{23}) + \\ & \lambda_0 \varepsilon(q_{11}) \theta_{03,11} P(q_{11} - 1, q_{12}, q_{22}, q_{23}) + \\ & \mu_2 \theta_{23,03} P(q_{11}, q_{12}, q_{22}, q_{23} + 1) + \\ & \varepsilon(q_{23}) \mu_{11} \theta_{11,23} P(q_{11} + 1, q_{12}, q_{22}, q_{23} - 1) + \\ & \varepsilon(q_{23}) \mu_{12} \theta_{12,23} P(q_{11}, q_{12} + 1, q_{22}, q_{23} - 1) + \\ & \varepsilon(q_{12}) \mu_2 \theta_{22,12} P(q_{11}, q_{12} - 1, q_{22} + 1, q_{23}), \end{aligned}$$

$$\text{где } \varepsilon(q_{ik}) = \begin{cases} 1, & q_{ik} > 0, \\ 0, & q_{ik} \leq 0, \end{cases} \quad i = 1, 2, \quad k = 1, 2, 3.$$

Характеристики сети массового обслуживания

Стационарное распределение вероятностей состояний сети массового обслуживания

$$P(q) = \left(1 - \frac{\lambda_{01}}{\mu_{11}} - \frac{\lambda_{02}}{\mu_{12}}\right) \left(1 - \frac{\lambda_{02} + \lambda_0}{\mu_2}\right) \left(\frac{\lambda_{01}}{\mu_{11}}\right)^{q_{11}} \left(\frac{\lambda_{02}}{\mu_{12}}\right)^{q_{12}} \left(\frac{\lambda_{02} + \lambda_0}{\mu_2}\right)^{q_2},$$

для всех $q_{11}, q_{12}, q_{22}, q_{23} = 0, 1, 2, \dots$.

Условие существования стационарного режима в сети массового обслуживания выполняется, если $\frac{\lambda_{01}}{\mu_{11}} + \frac{\lambda_{02}}{\mu_{12}} < 1$ и $\lambda_0 + \lambda_{02} < \mu_2$.

Вероятности того, что в системе S_1 находится q_{11} и q_{12} требований, а в системе S_2 находится q_2 требований, определяются из выражений

$$P_1(q_{11}, q_{12}) = \left(1 - \frac{\lambda_{01}}{\mu_{11}} - \frac{\lambda_{02}}{\mu_{12}}\right) \binom{q_{11} + q_{12}}{q_{11}} \left(\frac{\lambda_{01}}{\mu_{11}}\right)^{q_{11}} \left(\frac{\lambda_{02}}{\mu_{12}}\right)^{q_{12}}, \quad q_{11}, q_{12} = 0, 1, 2, \dots,$$

$$P_2(q_2) = \left(1 - \frac{\lambda_0 + \lambda_{02}}{\mu_2}\right) \left(\frac{\lambda_0 + \lambda_{02}}{\mu_2}\right)^{q_2}, \quad q_2 = 0, 1, 2, \dots$$

Параметры узла сенсорной сети

Узел находится в сети из 1500 одинаковых узлов.

В каждом узле сети находится только один датчик.

Датчик генерирует пакеты длиной 10 бит с интенсивностью 3 пакета за 5 минут.

Тогда интенсивность поступления пакетов от узлов сети в моделируемый узел – 15 пакетов в секунду.

В узле используется микропроцессор с разрядностью 8 бит и с частотой 4 МГц.

Скорость работы приемопередатчика равна 250 Кбит/сек.

Параметры модели узла сенсорной сети

Одна секунда – одна единица времени.

Интенсивность поступления требований 1 класса в систему S_1 равна $1/100$.

Интенсивность поступления требований 2 класса в систему S_2 равна 15.

Интенсивности обслуживания требований 1 и 2 классов системой S_1 соответственно равны 200 000 и 400 000.

Интенсивность обслуживания требований 2 и 3 классов системой S_2 равна 25 000.

Характеристики модели узла сенсорной сети

м. о. длительностей пребывания требований 1 и 2 классов в системе S_1 соответственно равны $5 \cdot 10^{-6}$ и $2.5 \cdot 10^{-6}$,

м. о. длительности пребывания требований 2 и 3 классов в системе S_2 равно $4 \cdot 10^{-5}$,

м. о. числа требований 1 класса в системе S_1 равно $5 \cdot 10^{-8}$,

м. о. числа требований 2 класса в системе S_2 равно $3.75 \cdot 10^{-5}$,

м. о. числа требований в системе S_1 равно $3.75 \cdot 10^{-5}$,

м. о. числа требований 2 класса в системе S_2 равно $6 \cdot 10^{-4}$,

м. о. числа требований 3 класса в системе S_2 равно $6 \cdot 10^{-4}$

м. о. числа требований в системе S_2 равно $1.2 \cdot 10^{-3}$.