

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Пензенский государственный университет
Кафедра «Математическое обеспечение и применение ЭВМ»

ОТЧЕТ

по лабораторной работе №6
по курсу «Моделирование систем»
на тему «Стохастические сетевые модели вычислительных систем»
Вариант 37

Выполнил:

ст. гр. 21ВП2 Копылов Е.А.

Принял:

д.т.н., профессор Козлов А.Ю.

Пенза, 2024

Цель работы

Изучение стохастических сетевых моделей вычислительных систем (ВС), выполнение расчета основных характеристик и построение модели экспоненциальной стохастической сети.

Содержание задания

Рассчитать основные характеристики и построить структурную схему разомкнутой стохастической сети, представленной совокупностью систем массового обслуживания (СМО) и заданной в виде матрицы вероятностей передач 6-го порядка.

Определению подлежат следующие характеристики стационарного режима разомкнутой стохастической сети:

- 1) Загрузка каждой СМО (ρ_j);
- 2) Среднее число занятых каналов каждой СМО (β_j);
- 3) Вероятности состояния сети (P_{0j});
- 4) Средние длины очередей заявок, ожидающих обслуживания в СМО;
- 5) Среднее число заявок ($m_1 \dots m_j$) в СМО $S_1 \dots S_j$;
- 6) Характеристики сети в целом.

В соответствии с заданным вариантом решения задачи произвести численное определение вероятностей $P_{1j} \dots P_{5j}$. Составить матрицу вероятности передач, дополнив некоторые клетки матрицы значениями P_{ij} так, чтобы выполнялось условие $\sum_{j=1}^n P_{ij} = 1$.

Вариант задания

Выбор элементов P_{ij} матрицы вероятностей производится в соответствии с таблицей. Для каждого варианта в таблице приведена строка из 5-ти элементов вероятностей: $P_{1k}, P_{2l}, P_{3m}, P_{4n}, P_{5g}$.

Численные значения указанных элементов определяют по формулам:

$P_{1k} = 1/N_1, P_{2l} = 1/N_2, P_{3m} = 1/N_3, P_{4n} = 1/N_4, P_{5g} = 1/N_5$, где N_1 – число букв фамилии, N_2 – число букв имени, N_3 – число букв отчества, $N_4 = N_1 + N_2, N_5 = N_1 + N_3$.

Значение вероятностей P_{01} принимается равным единице. Значения P_{02} , P_{03} , P_{04} , P_{00} равны нулю. Значения длительности обслуживания заявок для всех СМО сети считаются одинаковыми и равными заданному в таблице значению V_i .

№ варианта	Элементы матрицы вероятностей передач					$\lambda_0 [c^{-1}]$	V_i	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5
37.	P_{15}	P_{21}	P_{34}	P_{42}	P_{54}	1	3.0	1	3	3	1	2

Таким образом: $P_{15} = 1/7$, $P_{21} = 1/4$, $P_{34} = 1/9$, $P_{42} = 1/11$, $P_{54} = 1/16$.

Ход работы

Дополненная матрица вероятностей переходов:

```
[ [0.000000 1.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000]
  [0.104475 0.153450 0.253185 0.112121 0.233912 0.142857]
  [0.143082 0.250000 0.326728 0.193767 0.029049 0.057374]
  [0.388890 0.072300 0.354650 0.053559 0.111111 0.019490]
  [0.111322 0.114423 0.090909 0.045619 0.441359 0.196368]
  [0.353915 0.083625 0.122767 0.196482 0.062500 0.180711]]
```

Структурная схема модели сети СМО представлена на рисунке 1.

Матрица вероятностей переходов представлена следующим образом:

```
baseMatrix[0, 1] = 1.0
baseMatrix[1, 5] = 1 / N1
baseMatrix[2, 1] = 1 / N2
baseMatrix[3, 4] = 1 / N3
baseMatrix[4, 2] = 1 / N4
baseMatrix[5, 4] = 1 / N5
```

Код программы приведен в репозитории:

<https://github.com/Unlucked01/MS/tree/main/lab6>.

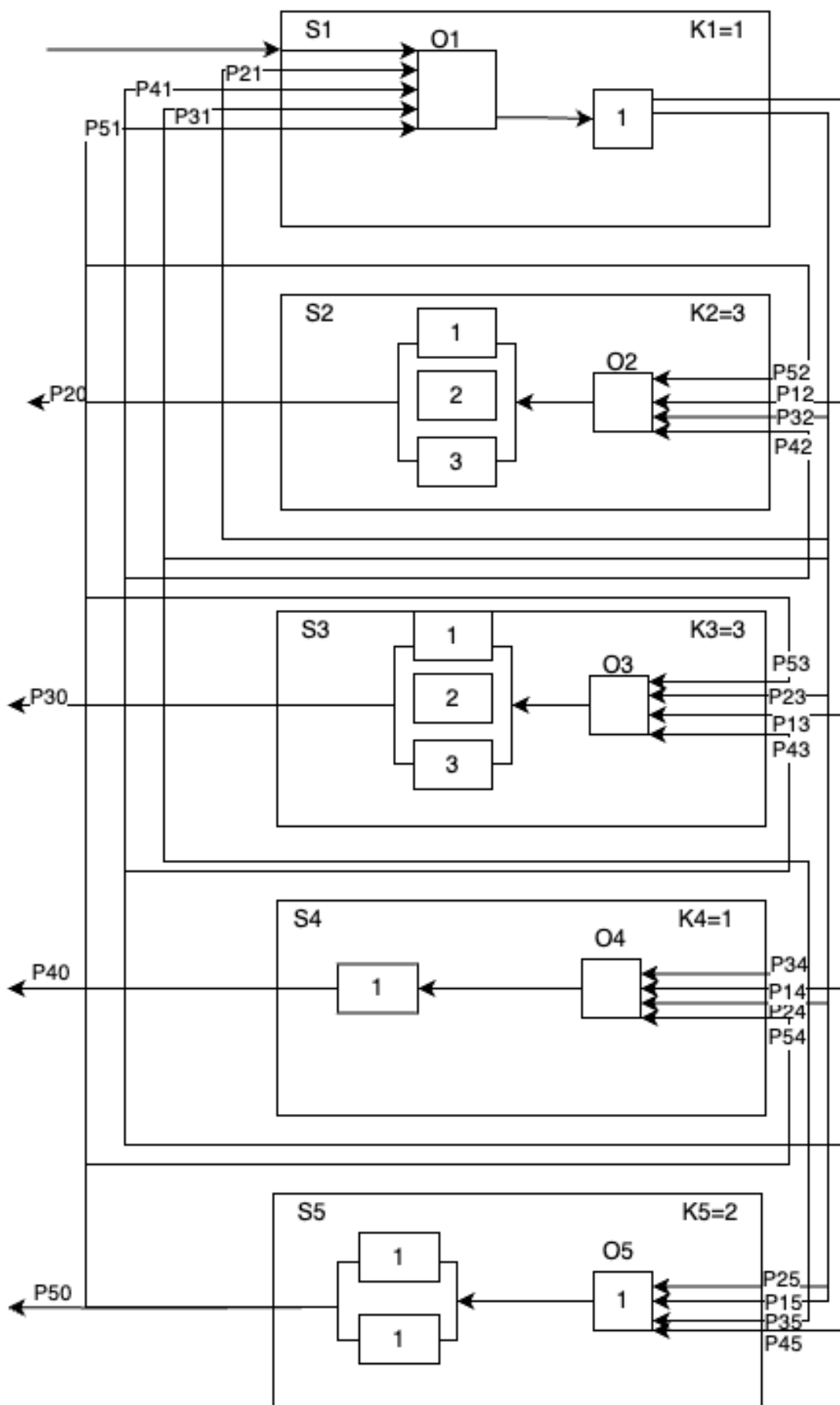


Рисунок 1 – Структурная схема модели сети СМО

Результат работы программы представлен на рисунке 2.

```
[[0.000000 1.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000]
[0.221099 0.293590 0.007435 0.175720 0.159299 0.142857]
[0.054738 0.250000 0.197793 0.120296 0.204301 0.172871]
[0.027758 0.139369 0.342962 0.096747 0.111111 0.282053]
[0.120894 0.265057 0.090909 0.036195 0.485739 0.001206]
[0.133686 0.167083 0.296005 0.266449 0.062500 0.074277]]

Загрузка каждой СМО (Pi):
rho[1] = 0.7252855855911289
rho[2] = 0.22178975129515396
rho[3] = 0.3515260042274709
rho[4] = 0.3785786576943143
rho[5] = 0.25893912017595533

Среднее число занятых каналов каждой СМО (Bj):
b[1] = 0.7252855855911289
b[2] = 0.6653692538854619
b[3] = 1.0545780126824127
b[4] = 0.3785786576943143
b[5] = 0.5178782403519107

Вероятности состояния сети (Poj):
P0[1] = 0.2971388953837607
P0[2] = 0.3986732364085932
P0[3] = 0.3640776375284104
P0[4] = 1.0123580776759793
P0[5] = 0.6362900943075306

Средняя длина очереди заявок для каждой СМО:
l[1] = 2.071165016017457
l[2] = 0.007168059460420108
l[3] = 0.05949099299045548
l[4] = 0.3757284467066274
l[5] = 0.04023188549286695

Среднее число заявок в каждой СМО:
m[1] = 2.7964506016085857
m[2] = 0.672537313345882
m[3] = 1.1140690056728682
m[4] = 0.7543071044009417
m[5] = 0.5581101258447776

Среднее время ожидания заявки в очереди системы Sj:
w[1] = 4.283481687415717
w[2] = 0.03231916451757493
w[3] = 0.16923639296954865
w[4] = 2.9774138536621764
w[5] = 0.23305797979962486

Среднее время пребывания заявки в системе Sj:
T[1] = 5.783481687415717
T[2] = 3.032319164517575
T[3] = 3.1692363929695486
T[4] = 5.977413853662176
T[5] = 3.233057979799625

Для всей сети в целом:
L = 2.5537844006678267
N = 5.895474150873055
W = 2.5537844006678267
T = 5.895474150873055
```

Рисунок 2 – Результат работа программы

Выводы

В ходе выполнения лабораторной работы была разработана программа для расчета основных характеристик разомкнутой стохастической сети, представленной совокупностью систем массового обслуживания (СМО) и заданной в виде матрицы вероятностей передач 6-го порядка.