СПБНИУ ИТМО

Домашнее задание №1

По дисциплине «Моделирование»

Выполнил: группа 3121

Непряхин Егор

2013

**Постановка задачи и исходные данные.**

Требуется разработать и рассчитать марковскую модель многоканальной СМО с однородным потоком заявок. В соответствии с полученными результатами требуется выбрать оптимальный вариант построения СМО.

Исходные данные: *вариант 13/14*

Структурные и функциональные параметры систем.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Вариант** | **СИСТЕМА\_1** | | **СИСТЕМА\_2** | | **Критерий**  **эффективности** |
| **П** | **ЕН** | **П** | **ЕН** |
| **13** | 3 | 3/0/0 | 3 | 3 | (в ) |

Обозначения :

П – число обслуживающих Приборов;

ЕН – Емкости Накопителей: X/Y/Z ( X – перед первым прибором,

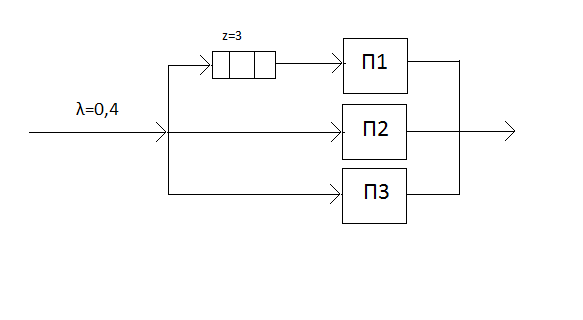
Y – перед вторым прибором,

Z – перед третьим прибором).

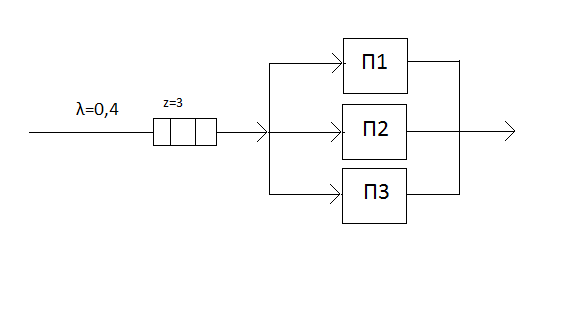
Нагрузочные параметры (с).

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Номер**  **варианта** | **Интенс.**  **потока** | **Ср.длит**  **обслуж.** | **Вероятности занятия**  **прибора ...** | | |
| **La1 (1/с)** | **b1 (с)** | **П1** | **П2** | **П3** | |
| **14** | 0,4 | 20 | 0,2 | 0,3 | 0,5 | |

**Описание исследуемых систем:**

****Система №1:

Трехканальная СМО с однородным потом заявок и ограниченной емкостью накопителя( емкость 3 у первого прибора, у остальных накопитель отсутсвует)

Система №2:

Трехканальная СМО с однородным потоком заявок и общим накопителем с ограниченной емкостью.

**Способ кодирования и перечень состояний:**

Система №1:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Код | E0 | E1 | E2 | E3 | E4 | E5 | E6 | E7 | E8 | E9 |
| Состояние | 000 | 100 | 010 | 001 | 200 | 110 | 011 | 101 | 210 | 300 |
| Код | E10 | E11 | E12 | E13 | E14 | E15 | E16 | E17 | E18 | E19 |
| Состояние | 111 | 201 | 211 | 310 | 301 | 400 | 401 | 311 | 410 | 411 |

Код – условное обозначение состояния, Состояние – первая цифра: количество заявок в накопителе+в первом приборе, вторая цифра: количество заявок во втором приборе, третья цифра: в третьем приборе.

Система №2

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Код | E0 | E1 | E2 | E3 | E4 | E5 | E6 |
| Состояние | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |

Код – условное обозначение состояния, Состояние – количество заявок в СМО.

**Графы состояний:**

Система №2

E0

E6

E5

E4

E3

E2

E1



Система №1 (так как время обслуживания во всех приборах одинаково, то все обратные переходы совершаются с вероятностью )

Е0

E1

E2

E3

E10

E9

E8

E7

E6

E5

E4

E19

E17

E18

E16

E12

E14

E15

E13

E11



|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
| 0 | -0,4 | 0,08 | 0,12 | 0,2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0,05 | -0,45 | 0 | 0 | 0,08 | 0,12 | 0 | 0,2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0,05 | 0 | -0,33 | 0 | 0 | 0,08 | 0,2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 0,05 | 0 | 0 | -0,25 | 0 | 0 | 0,12 | 0,08 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | 0 | 0,05 | 0 | 0 | -0,45 | 0 | 0 | 0 | 0,12 | 0,08 | 0 | 0,2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 0 | 0,05 | 0,05 | 0 | 0 | -0,38 | 0 | 0 | 0,08 | 0 | 0,2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | 0 | 0 | 0,05 | 0,05 | 0 | 0 | -0,18 | 0 | 0 | 0 | 0,08 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | 0 | 0,05 | 0 | 0,05 | 0 | 0 | 0 | -0,3 | 0 | 0 | 0,12 | 0,08 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,05 | 0,05 | 0 | 0 | -0,38 | 0 | 0 | 0 | 0,2 | 0,08 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,05 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0,45 | 0 | 0 | 0 | 0,12 | 0,2 | 0,08 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0 | 0 | -0,23 | 0 | 0,08 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,05 | 0 | 0 | 0,05 | 0 | 0 | 0 | -0,3 | 0,12 | 0 | 0,08 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,05 | 0 | 0,05 | 0,05 | -0,23 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,08 | 0 | 0 |
| 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,05 | 0,05 | 0 | 0 | 0 | -0,38 | 0 | 0 | 0 | 0,2 | 0,08 | 0 |
| 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,05 | 0 | 0,05 | 0 | 0 | -0,3 | 0 | 0,08 | 0,12 | 0 | 0 |
| 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,05 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0,37 | 0,2 | 0 | 0,12 | 0 |
| 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,05 | 0,05 | -0,22 | 0 | 0 | 0,12 |
| 17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0 | 0 | -0,23 | 0 | 0,08 |
| 18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,05 | 0 | 0,05 | 0 | 0 | -0,3 | 0,2 |
| 19 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | -0,15 |

Матрица интенсивностей переходов для системы №1

Матрица интенсивностей переходов для системы №2

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 0 | -0,4 | 0,4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0,05 | -0,45 | 0,4 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 0,1 | -0,5 | 0,4 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | 0,15 | -0,55 | 0,4 | 0 | 0 |
| 4 | 0 | 0 | 0 | 0,15 | -0,55 | 0,4 | 0 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,15 | -0,55 | 0,4 |
| 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,15 | -0,15 |

**Стационарные вероятности событий:**

Система №1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Состояние | E0 | E1 | E2 | E3 | E4 | E5 | E6 | E7 | E8 | Е9 |
| Вероятность | 0,0037 | 0,006 | 0,0089 | 0,0149 | 0,0095 | 0,0143 | 0,0357 | 0,0238 | 0,0229 | 0,0152 |
| Состояние | E10 | E11 | E12 | E13 | E14 | E15 | E16 | E17 | E18 | E19 |
| Вероятность | 0,0572 | 0,0381 | 0,0914 | 0,0366 | 0,061 | 0,0244 | 0,0975 | 0,1463 | 0,0585 | 0,2341 |

Система №2

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Состояние | E0 | E1 | E2 | E3 | E4 | E5 | E6 |
| Вероятность | 0,0004 | 0,0031 | 0,0124 | 0,0331 | 0,0882 | 0,2353 | 0,6275 |

**Расчет характеристик СМО**

Система №1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Характеристика | Прибор | Расчетная формула | Значение |
| Нагрузка | П1 | y1=λ1/μ | 1.6 |
| П2 | y2=λ2/μ | 2.4 |
| П3 | y3=λ3/μ | 4 |
| Сумм | y=y1+y2+y3 | 8 |
| Загрузка | П1 | ρ1=p1+p4+p5+p7+p8+p9+p10+p11+p12+p13+p14+p15+p16+p17+p18+p19 | 0.936747 |
| П2 | ρ2=p2+p5+p6+p8+p10+p12+p13+p17+p18+p19 | 0.705882 |
| П3 | ρ3=p3+p6+p7+p10+p11+p12+p14+p16+p17+p19 | 0.8 |
| Сумм | ρ =( ρ1+ ρ2+ ρ3)/3 | 0.814210 |
| Длина очереди | П1 | l1= p4+p8+p11+p12+2\*p9+2\*p13+2\*p14+3\*p15+2\*p17+3\*p16+3\*p18+3\*p19 | 1.923692 |
| П2 | l2=0 | 0 |
| П3 | l3=0 | 0 |
| Сумм | l=l1+l2+l3 | 1.923692 |
| Число заявок | П1 | m1=l1+p1+p5+p7+p10+p4+p8+p12+p11+p9+p13+p14+p15+p16+p17+p18+p19 | 2.860440 |
| П2 | m2=p2+p5+p6+p8+p10+p12+p13+p17+p19+p18 | 0.705882 |
| П3 | m3=p3+p6+p7+p10+p12+p11+p14+p17+p16+p19 | 0.8 |
| Сумм | M=m1+m2+m3 | 4.366322 |
| Время ожидания | П1 | w1=l1/λ'1 | 41.071739 |
| П2 | w2=l2/λ'2 | 0 |
| П3 | w3=l3/λ'3 | 0 |
| Сумм | w=λ'1\*w1/λ'+λ'2\*w2/λ'=L/λ' | 15.750993 |
| Время пребывания | П1 | u1=m1/λ'1 | 61.071747 |
| П2 | u2=m2/λ'2 | 20 |
| П3 | u3=m3/λ'3 | 20 |
| Сумм | u=M/λ' | 35.750999 |
| Вероятность потери | П1 | π1=p15+p16+p18+p19 | 0.414533 |
| П2 | π2=m1 | 0.705882 |
| П3 | π3=m2 | 0.8 |
| Сумм | π=q1\*π1+q2\*π2+q3\*π3 | 1.920415 |
| Производительность | П1 | λ'1=λ1(1-π1) | 0.046837 |
| П2 | λ'2=λ2(1-π2) | 0.035294 |
| П3 | λ'3=λ3(1-π3) | 0.04 |
| Сумм | λ'=λ'1+λ'2 | 0.122131 |

Система №2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Характеристика | Прибор | Расчетная формула | Значение |
| Нагрузка | Сумм | y1=λ1/μ | 8 |
| Загрузка | Сумм | ρ =p1+p2+p3+p4+p5+p6 | 0.999612 |
| Длина очереди | Сумм | l=p4+2\*p5+3\*p6 | 2.441258 |
| Число заявок | Сумм | m=  p1+2\*p2+3\*p3+4\*p4+5\*p5+6\*p6 | 5.421482 |
| Время ожидания | Сумм | w= l/λ' | 16.383051 |
| Время пребывания | Сумм | u= m/λ' | 36.383049 |
| Вероятность потери | Сумм | π=p6 | 0.627472 |
| Производительность | Сумм | λ'= λ(1-π) | 0.149011 |

Вывод: Система №2 лучше по критерию эффективности «максимальная загрузка системы».