Санкт-Петербургский Национальный Исследовательский Университет

Информационных Технологий, Механики и Оптики

Домашняя работа по Моделированию № 2

«Исследование приоритетных СМО»

Выполнил студент:

Сорокин Юрий

Группа:

Р3317

Санкт-Петербург

2016

**Цель задания**

Изучение метода Марковских случайных процессов и его применение для исследования приоритетных моделей – систем массового обслуживания (СМО) с неоднородным потоком заявок.

**Основные этапы исследования:**

1. Построение и описание исследуемой системы массового обслуживания
2. Разработка Марковской модели исследуемой системы
3. Проведение расчетов разработанной модели и получение результатов
4. Анализ полученных результатов
5. Детальный анализ зависимостей характеристик системы при изменении нагрузки.

**Исходные данные**

*Параметры структурной и функциональной организации систем*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | Организация системы | | | | | | | |
| К | П | ЕН | ВЗП | ДО | ПНП | ДБ | ДП |
| 14 | 2 | 1 | 2/2 | - | АП | 1-2 | (в) | (д) |

**ДБ:** в) поступающая заявка любого класса при отсутствии свободного места в накопителе данного класса теряется;

**ДП:** д) прерванная заявка возвращается в накопитель данного класса при наличии в нем свободных мест, в противном случае – теряется;

*Параметры нагрузки*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | Интенсивность потока, с-1 | | | Ср. длит. обслуживания, с | | |
| λ1 | λ2 | λ3 | b1 | b2 | b3 |
| 16 | 0,5 | 1,0 | 0,4 | 0,5 | 0,1 | 0,2 |

**Описание исследуемой системы**

**Модель**

****

**Состояния:**

X/Y/Z, где

X – количество заявок класса 1,

Y – количество заявок класса 1,

Z – класс заявки в приборе

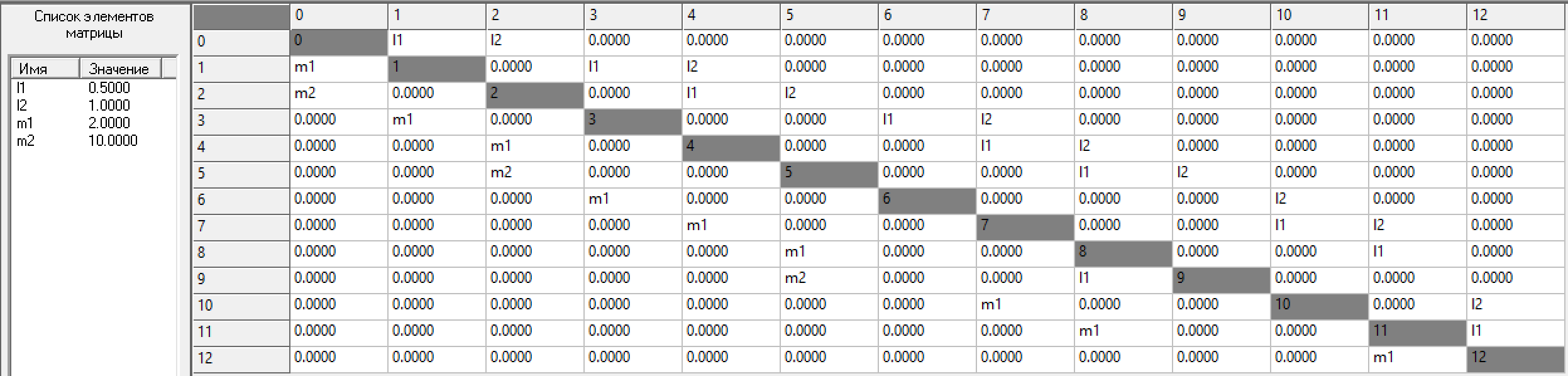
|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № состояния | Значение | № состояния | Значение |
| 0 | 0/0/0 | 7 | 1/1/1 |
| 1 | 0/0/1 | 8 | 0/2/1 |
| 2 | 0/0/2 | 9 | 0/2/2 |
| 3 | 1/0/1 | 10 | 2/1/1 |
| 4 | 0/1/1 | 11 | 1/2/1 |
| 5 | 0/1/2 | 12 | 2/2/1 |
| 6 | 2/0/1 |  |  |

**Граф переходов:**



**Результаты работы**

*Матрица интенсивностей переходов для системы 1*



|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № сост. | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Код сост. | 0/0/0 | 0/0/1 | 0/0/2 | 1/0/1 | 0/1/1 | 0/1/2 | 2/0/1 | 1/1/1 | 0/2/1 | 0/2/2 | 2/1/1 | 1/2/1 | 2/2/1 |
| Вер-ть | 0.6591 | 0.1035 | 0.0782 | 0.0163 | 0.0484 | 0.0143 | 0.0027 | 0.0134 | 0.0364 | 0.0014 | 0.0031 | 0.0173 | 0.0059 |

*Вероятности состояний*

*Рассчитанные характеристики*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Характеристика | класс заявок | формула | значение характеристики |
| Нагрузка | 1 | y1=λ1/μ1 | 0,25 |
| 2 | y2=λ2/μ2 | 0,1 |
| сумм | y=y1+y2 | 0,35 |
| Загрузка | 1 | ρ1= Σp(L1) | 0,247 |
| 2 | ρ2 = Σp(L2) | 0,0939 |
| сумм | R = ρ1 + ρ2 | 0,3409 |
| Ср длина очереди | 1 | l1 = Σkp(Н1(k)) | 0,0704 |
| 2 | l2 = Σkp(Н2(k)) | 0,2012 |
| сумм | l = l1 + l2 | 0,2716 |
| Ср число  заявок | 1 | m1 = ρ1 + l1 | 0,3174 |
| 2 | m2 = ρ1 + l2 | 0,2951 |
| сумм | m=m1+m2 | 0,6125 |
| Ср. время  ожидания | 1 | w1 = l1 / λ1’ | 0,1425 |
| 2 | w2 = l2 / λ2’ | 0,2143 |
| сумм | w=w1λ1’/λ’+ w2λ2’/λ’ | 0,1895 |
| ср. время  пребывания | 1 | u1=m1/λ1’ | 0,6423 |
| 2 | u2=m2/λ2’ | 0,3143 |
| сумм | u=λ1’u1/λ’+λ2’u2/λ’ | 0,4274 |
| вероятность  потери | 1 | π1= ΣP1\*p(max k(П1)) | 0,0117 |
| 2 | π2= ΣP1\*p(max k(П2)) | 0,061 |
| сумм | π=(λ1π1+λ2π2)/(λ1+λ2) | 0,0446 |
| производительность | 1 | λ'1=q1(1- π1)\*λ | 0,4942 |
| 2 | λ'2=q2(1- π2)\*λ | 0,939 |
| сумм | λ' = λ'1 + λ'2 | 1,4332 |

Результаты варьирования параметров:

При увеличении базовых параметров в: 1.0, 1.2, 1.4, 1.6 и 1.8 раз

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Характеристика | Класс  заявок | Интенсивности  потоков заявок | | | | | Ср. длительности  обслуживания | | | | |
| Нагрузка | 1 | 0,25 | 0,3 | 0,35 | 0,4 | 0,45 | 0,25 | 0,3 | 0,35 | 0,4 | 0,45 |
| 2 | 0,1 | 0,12 | 0,14 | 0,16 | 0,18 | 0,1 | 0,12 | 0,14 | 0,16 | 0,18 |
| Сумм. | 0,35 | 0,42 | 0,49 | 0,56 | 0,63 | 0,35 | 0,42 | 0,49 | 0,56 | 0,63 |
| Загрузка | 1 | 0,247 | 0,1892 | 0,2104 | 0,2301 | 0,2481 | 0,247 | 0,1892 | 0,2109 | 0,2301 | 0,2481 |
| 2 | 0,0939 | 0,2135 | 0,2509 | 0,2856 | 0,3178 | 0,0939 | 0,2135 | 0,2527 | 0,2856 | 0,3178 |
| Сумм. | 0,3409 | 0,4027 | 0,4613 | 0,5157 | 0,5659 | 0,3409 | 0,4027 | 0,4636 | 0,5157 | 0,5659 |
| Длина  очереди | 1 | 0,0704 | 0,2981 | 0,388 | 0,4811 | 0,5759 | 0,0704 | 0,2981 | 0,389 | 0,4811 | 0,5759 |
| 2 | 0,2012 | 0,0693 | 0,0986 | 0,1313 | 0,1665 | 0,2012 | 0,0693 | 0,0995 | 0,1313 | 0,1665 |
| Сумм. | 0,2716 | 0,3674 | 0,4866 | 0,6124 | 0,7424 | 0,2716 | 0,3674 | 0,4885 | 0,6124 | 0,7424 |
| Число  заявок | 1 | 0,3174 | 0,4873 | 0,5984 | 0,7112 | 0,824 | 0,3174 | 0,4873 | 0,5999 | 0,7112 | 0,824 |
| 2 | 0,2951 | 0,2828 | 0,3495 | 0,4169 | 0,4843 | 0,2951 | 0,2828 | 0,3522 | 0,4169 | 0,4843 |
| Сумм. | 0,6125 | 0,7701 | 0,9479 | 1,1281 | 1,3083 | 0,6125 | 0,7701 | 0,9521 | 1,1281 | 1,3083 |
| Ср. время  ожидания | 1 | 0,1425 | 0,5576 | 0,6520 | 0,7459 | 0,8416 | 0,1425 | 0,6691 | 0,9156 | 1,1935 | 1,5149 |
| 2 | 0,2143 | 0,0621 | 0,0781 | 0,0945 | 0,1110 | 0,2143 | 0,0745 | 0,1105 | 0,1511 | 0,1998 |
| Сумм. | 0,1895 | 0,2225 | 0,2620 | 0,3010 | 0,3398 | 0,1895 | 0,2670 | 0,3686 | 0,4815 | 0,6117 |
| Ср. время  пребывания | 1 | 0,6423 | 1,0576 | 1,1520 | 1,2459 | 1,3416 | 0,6423 | 1,1691 | 1,5157 | 1,8935 | 2,3149 |
| 2 | 0,3143 | 0,1621 | 0,1781 | 0,1945 | 0,2110 | 0,3143 | 0,1745 | 0,2305 | 0,2911 | 0,3598 |
| Сумм. | 0,4274 | 0,4520 | 0,4902 | 0,5277 | 0,5651 | 0,4274 | 0,4965 | 0,6424 | 0,7990 | 0,9722 |
| Вероятность потери | 1 | 0,0117 | 0,109 | 0,1499 | 0,1938 | 0,2397 | 0,0117 | 0,109 | 0,1503 | 0,1938 | 0,2397 |
| 2 | 0,061 | 0,0693 | 0,0986 | 0,1313 | 0,1665 | 0,061 | 0,0693 | 0,0995 | 0,1313 | 0,1665 |
| Сумм. | 0,0446 | 0,0825 | 0,1157 | 0,1521 | 0,1909 | 0,0446 | 0,0825 | 0,1164 | 0,1521 | 0,1909 |
| Производительность | 1 | 0,4942 | 0,5346 | 0,5951 | 0,6450 | 0,6843 | 0,4942 | 0,4455 | 0,4249 | 0,4031 | 0,3802 |
| 2 | 0,939 | 1,1168 | 1,2620 | 1,3899 | 1,5003 | 0,939 | 0,9307 | 0,9005 | 0,8687 | 0,8335 |
| Сумм. | 1,4332 | 1,6514 | 1,8570 | 2,0349 | 2,1846 | 1,4332 | 1,3762 | 1,3254 | 1,2718 | 1,2137 |

Полученные графики

**Выводы**

С увеличением интенсивности потока заявок, все характеристики возрастают, в том числе и производительность.

С увеличением времени обслуживания, значения всех характеристик кроме производительности возрастают, а производительность убывает, так как заявки обслуживаются дольше.