

УНИВЕРСИТЕТ ИТМО
КАФЕДРА ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

МОДЕЛИРОВАНИЕ
ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ 2
Вариант 31/10

Выполнил:
студент гр. Р3315
Фомин Евгений

Санкт-Петербург
2015

1 Цель работы

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

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.

2 Исходные данные

2.1 Параметры структурной и функциональной организации

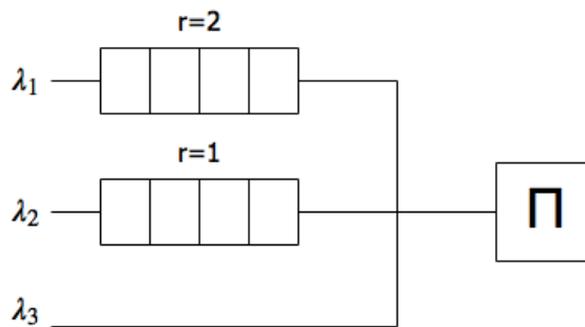
Вариант	К	П	ЕН	ВЗП	ДО	ПНП	ДБ	ДП
31	3	1	2/1/0	-	ОП	1-2-3	(г)	-

2.2 Параметры нагрузки

Вариант	Интенсивность потока, c^{-1}			Ср. длит. обслуживания, c		
	λ_1	λ_2	λ_3	b_1	b_2	b_3
10	0.5	0.1	1.0	1.0	2.0	0.5

2.3 Условные обозначения

- К – кол-во классов заявок
- П – кол-во приборов
- ЕН – емкость накопителя
- ДО – (дисциплина обслуживания) - с относительными приоритетами
- ПНП – приоритеты заявок
- ДБ – (дисциплина буферизации) - заявка высокого приоритета, поступающая в систему при заполненном накопителе данного класса и свободном накопителе низкоприоритетных заявок, занимает место в этом накопителе, в противном случае (если все накопители заняты) – теряется



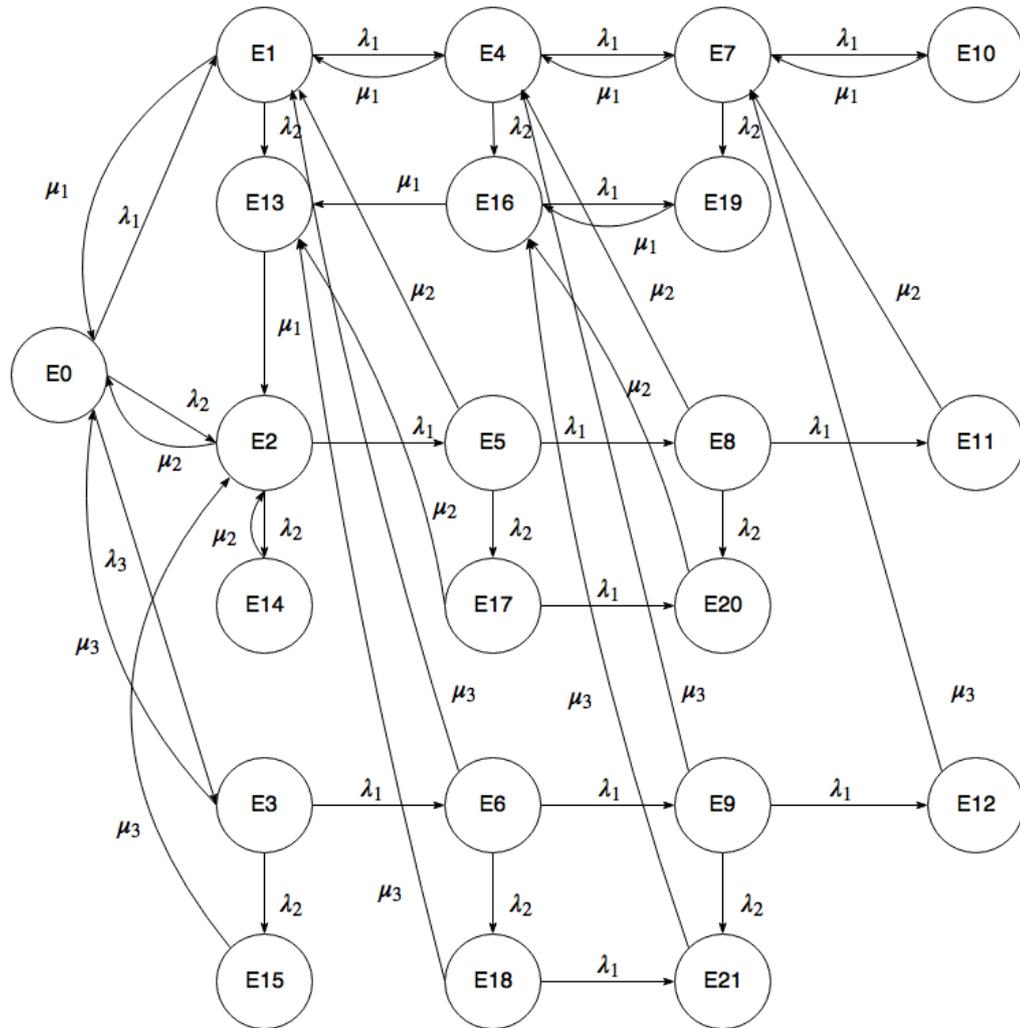
3 Ход работы

3.1 Состояния Марковского процесса

Состояния в таблице представлены в виде $\Pi/(N_1)/(N_2)$, где Π — класс заявки в приборе; (N_1) — класс заявки в накопителе заявок первого класса, где их может быть несколько; (N_2) — класс заявки в накопителе заявок второго класса — по дисциплине буферизации допускается наличие в нем как заявок первого, так и второго классов.

Код	Значение	Код	Значение	Код	Значение
E_0	0/0/0	E_7	1/(1)(1)/0	E_{14}	2/0/(2)
E_1	1/0/0	E_8	2/(1)(1)/0	E_{15}	3/0/(2)
E_2	2/0/0	E_9	3/(1)(1)/0	E_{16}	1/(1)/(2)
E_3	3/0/0	E_{10}	1/(1)(1)/(1)	E_{17}	2/(1)/(2)
E_4	1/(1)/0	E_{11}	2/(1)(1)/(1)	E_{18}	3/(1)/(2)
E_5	2/(1)/0	E_{12}	3/(1)(1)/(1)	E_{19}	1/(1)(1)/(2)
E_6	3/(1)/0	E_{13}	1/0/(2)	E_{20}	2/(1)(1)/(2)
				E_{21}	3/(1)(1)/(2)

3.2 Граф интенсивностей переходов



3.3 Матрица интенсивностей переходов

- $\lambda_1 = 0.5; \mu_1 = 1$
- $\lambda_2 = 0.1; \mu_2 = 0.5$
- $\lambda_3 = 1.0; \mu_3 = 2$

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21		
0	-	0.5	0.1	1.0																				
1	1.0	-			0.5								0.1											
2	0.5		-			0.5								0.1										
3	2.0			-			0.5								0.1									
4		1.0			-			0.5								0.1								
5		0.5				-			0.5								0.1							
6		2.0					-			0.5								0.1						
7					1.0			-			0.5									0.1				
8					0.5				-			0.5										0.1		
9					2.0					-			0.5									0.1		
10									1.0		-													
11									0.5			-												
12									2.0				-											
13														-										
14															-									
15																-								
16																	1.0		-		0.5			
17																	0.5			-		0.5		
18																	2.0				-	0.5		
19																					1.0	-		
20																						0.5	-	
21																							2.0	-

3.4 Стационарные вероятности состояний

Код	Вероятность	Код	Вероятность	Код	Вероятность
p_0	0.2627	p_7	0.0543	p_{14}	0.0154
p_1	0.1797	p_8	0.0159	p_{15}	0.0051
p_2	0.0772	p_9	0.0037	p_{16}	0.0195
p_3	0.1010	p_{10}	0.0271	p_{17}	0.0035
p_4	0.0997	p_{11}	0.0159	p_{18}	0.0008
p_5	0.0351	p_{12}	0.0009	p_{19}	0.0152
p_6	0.0194	p_{13}	0.0408	p_{20}	0.0067
				p_{21}	0.0004

3.5 Расчет характеристик

Характеристика	Класс	Формула	Значение
Нагрузка	1	$y_1 = \lambda_1/\mu_1$	0.5
	2	$y_2 = \lambda_2/\mu_2$	0.2
	3	$y_3 = \lambda_3/\mu_3$	0.5
	Сумм	$y = y_1 + y_2 + y_3$	1.2
Загрузка	1	$\rho_1 = p_1 + p_4 + p_7 + p_{10} + p_{13} + p_{16} + p_{19}$	0.3463
	2	$\rho_2 = p_2 + p_5 + p_8 + p_{11} + p_{14} + p_{17} + p_{20}$	0.1697
	3	$\rho_3 = p_3 + p_6 + p_9 + p_{12} + p_{15} + p_{18} + p_{21}$	0.1313
	Сумм	$R = \rho_1 + \rho_2 + \rho_3$	0.6473
Среднее число заявок в очереди	1	$l_1 = p_4 + p_5 + p_6 + p_7 + p_8 + p_9 + p_{10} + p_{11} + p_{12} + p_{16} + p_{17} + p_{18} + p_{19} + p_{20} + p_{21}$	0.3181
	2	$l_2 = p_{13} + p_{14} + p_{15} + p_{16} + p_{17} + p_{18} + p_{19} + p_{20} + p_{21}$	0.1074
	3	—	0
	Сумм	$l = l_1 + l_2$	0.4255
Среднее число заявок в системе	1	$m_1 = l_1 + \rho_1$	0.6644
	2	$m_2 = l_2 + \rho_2$	0.2771
	3	$m_3 = l_3 + \rho_3$	0.1313
	Сумм	$m = m_1 + m_2 + m_3$	1.0728
Вероятность потери	1	$\pi_1 = p_{10} + p_{11} + p_{12} + p_{19} + p_{20} + p_{21}$	0.0662
	2	$\pi_2 = p_{10} + p_{11} + p_{12} + p_{13} + p_{14} + p_{15} + p_{16} + p_{17} + p_{18} + p_{19} + p_{20} + p_{21}$	0.1513
	3	$\pi_3 = 1 - p_0$	0.7373
	Сумм	$\pi = \pi_1 + \pi_2 + \pi_3$	0.9548
Произво- дительность	1	$\lambda'_1 = \lambda_1(1 - \pi_1)$	0.4969
	2	$\lambda'_2 = \lambda_2(1 - \pi_2)$	0.08487
	3	$\lambda'_3 = \lambda_3(1 - \pi_3)$	0.2627
	Сумм	$\lambda' = \lambda'_1 + \lambda'_2 + \lambda'_3$	0.84447
Среднее время ожидания заявок	1	$w_1 = l_1/\lambda'_1$	0.64017
	2	$w_2 = l_2/\lambda'_2$	1.2655
	3	$w_3 = l_3/\lambda'_3$	0
	Сумм	$w = 1/\lambda'$	0.50387
Среднее время пребывания заявок	1	$u_1 = m_1/\lambda'_1$	1.3371
	2	$u_2 = m_2/\lambda'_2$	3.2650
	3	$u_3 = m_3/\lambda'_3$	0.49981
	Сумм	$u = m/\lambda'$	1.2704