

Университет ИТМО  
Факультет программной инженерии и компьютерной техники  
Кафедра вычислительной техники

ДОМАШНЯЯ РАБОТА № 1 ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
"МОДЕЛИРОВАНИЕ"  
ВАРИАНТ: 23/5

Выполнил: Чебыкин И. Б.

Группа: Р3301

Проверяющий: Муравьева-Витковская Л. А.

## Содержание

<b>1</b>	<b>Цель работы</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Задание</b>	<b>2</b>
2.1	Этапы задания . . . . .	2
<b>3</b>	<b>Выполнение</b>	<b>2</b>
3.1	Параметры . . . . .	2
3.1.1	Параметры структурной и функциональной организации систем . . .	2
3.1.2	Параметры структурной и функциональной организации систем . . .	2
3.2	Система 1 . . . . .	3
3.2.1	Стационарные вероятности состояний . . . . .	3
3.2.2	Характеристики системы 1 . . . . .	4
3.3	Система 2 . . . . .	5
3.3.1	Стационарные вероятности состояний . . . . .	5
3.3.2	Характеристики системы 2 . . . . .	6
<b>4</b>	<b>Вывод</b>	<b>6</b>

# 1 Цель работы

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

## 2 Задание

Разработка и расчет Марковских моделей одно- и многоканальных СМО с однородным потоком заявок и выбор наилучшего варианта построения СМО в соответствии с заданным критерием эффективности.

### 2.1 Этапы задания

1. Разработка Марковских моделей исследуемых систем.
2. Освоение программы по расчету Марковских моделей.
3. Проведение расчетов по разработанным моделям и обработка результатов.
4. Анализ полученных результатов.
5. Выбор наилучшего варианта организации системы

## 3 Выполнение

### 3.1 Параметры

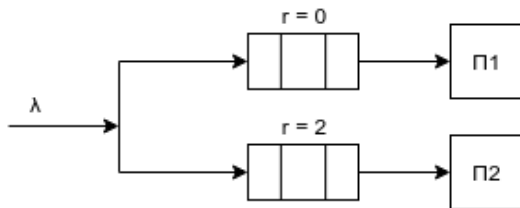
#### 3.1.1 Параметры структурной и функциональной организации систем

Система 1		Система 2		Критерий эффективности
П	ЕН	П	ЕН	
2	0/2	3	0/0/2	максимальная загрузка системы

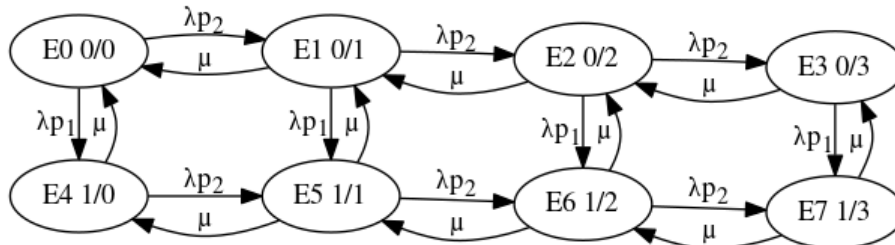
#### 3.1.2 Параметры структурной и функциональной организации систем

Интенс. потока	Ср. длит. обслуж.	Вероятности занятия прибора		
$\lambda$ (1/с)	В (с)	П1	П2	П3
0.5	10	0.5	0.4	0.1

## 3.2 Система 1



$$p_1 = 0.5, p_2 = 0.5$$



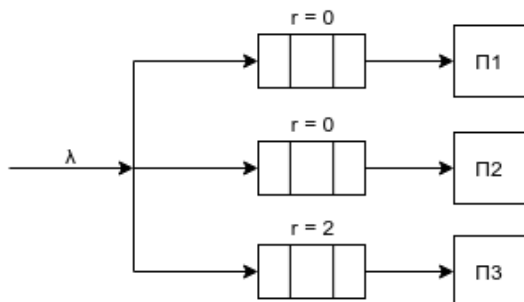
## 3.2.1 Стационарные вероятности состояний

Код состояния	Вероятность
E0	0.0113
E1	0.0281
E2	0.0704
E3	0.1759
E4	0.0281
E5	0.0704
E6	0.1759
E7	0.4398

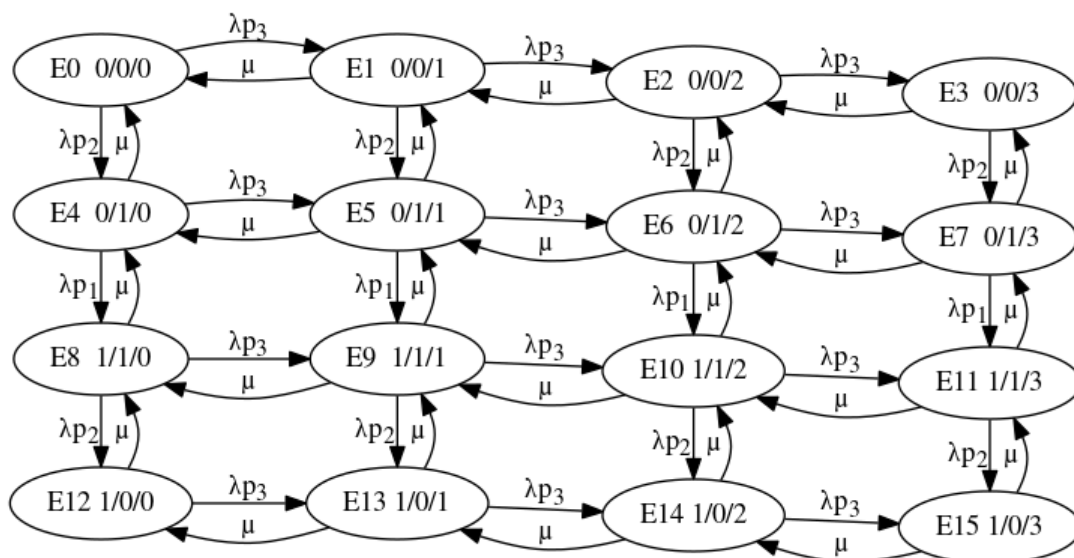
## 3.2.2 Характеристики системы 1

Характеристика	Прибор	Расчетная формула	Значение
Нагрузка	П1	$y_1 = \lambda \cdot b \cdot bp_1$	2,5
	П2	$y_2 = \lambda \cdot b \cdot bp_2$	2,5
	Сумма	$y = y_1 + y_2$	5
Загрузка	П1	$\rho_1 = p_4 + p_5 + p_6 + p_7$	0,7142
	П2	$\rho_2 = p_1 + p_2 + p_3 + p_5 + p_6 + p_7$	0,9605
	Сумма	$\rho = \frac{\rho_1 + \rho_2}{2}$	0,83735
Длина очереди	П1	$l_1 = 0$	0
	П2	$l_2 = p_2 + 2p_3 + p_6 + 2p_7$	1,4777
	Сумма	$l = l_2$	1,4777
Число заявок	П1	$m_1 = p_4 + p_5 + p_6 + p_7$	0,7142
	П2	$m_2 = p_1 + 2p_2 + 3p_3 + p_5 + 2p_6 + 3p_7$	2,4382
	Сумма	$m = m_1 + m_2$	3,1524
Время ожидания	П1	$w_1 = \frac{l_1}{\lambda'_1}$	0
	П2	$w_2 = \frac{l_2}{\lambda'_2}$	15,3806
	Сумма	$w = \frac{\lambda'_1 w_1}{\lambda'} + \frac{\lambda'_2 w_2}{\lambda'}$	8,8208
Время пребывания	П1	$u_1 = \frac{m_1}{\lambda'_1}$	9,9958
	П2	$u_2 = \frac{m_2}{\lambda'_2}$	25,3781
	Сумма	$u = \frac{m}{\lambda'}$	19,8175
Вероятность потери	П1	$\pi_1 = p_4 + p_5 + p_6 + p_7$	0,7142
	П2	$\pi_2 = p_3 + p_7$	0,6157
	Сумма	$\pi = q_1 \cdot \pi_1 + q_2 \cdot \pi_2$	0,66495
Производительность	П1	$\lambda'_1 = \lambda \cdot q_1 (1 - \pi_1)$	0,07145
	П2	$\lambda'_2 = \lambda \cdot q_2 (1 - \pi_2)$	0,09607
	Сумма	$\lambda' = \lambda \cdot (1 - \pi)$	0,1676

## 3.3 Система 2



$$p_1 = 0.5, p_2 = 0.4, p_3 = 0.1$$



## 3.3.1 Стационарные вероятности состояний

Код состояния	Вероятность
E0	0,0296
E1	0,0148
E2	0,0074
E3	0,0037
E4	0,0593
E5	0,0296
E6	0,0148
E7	0,0074
E8	0,1481
E9	0,0741
E10	0,0370
E11	0,0185
E12	0,2963
E13	0,1481
E14	0,0741
E15	0,0370

## 3.3.2 Характеристики системы 2

Характеристика	Прибор	Расчетная формула	Значение
Нагрузка	П1	$y_1 = \lambda \cdot b \cdot bp_1$	2,5
	П2	$y_2 = \lambda \cdot b \cdot bp_2$	2
	П3	$y_3 = \lambda \cdot b \cdot bp_3$	0,5
	Сумма	$y = y_1 + y_2 + y_3$	5
Загрузка	П1	$\rho_1 = p_8 + p_9 + p_{10} + p_{11} + p_{12} + p_{13} + p_{14} + p_{15}$	0,8333
	П2	$\rho_2 = p_4 + p_5 + p_6 + p_7 + p_8 + p_9 + p_{10} + p_{11}$	0,3888
	П3	$\rho_3 = p_1 + p_2 + p_3 + p_5 + p_6 + p_7 + p_9 + p_{10} + p_{11} + p_{13} + p_{14} + p_{15}$	0,4666
	Сумма	$\rho = \frac{\rho_1 + \rho_2 + \rho_3}{3}$	0,5629
Длина очереди	П1	$l_1 = 0$	0
	П2	$l_2 = 0$	0
	П3	$l_3 = p_2 + 2p_3 + p_6 + 2p_7 + p_{10} + 2p_{11} + p_{14} + 2p_{15}$	0,2664
	Сумма	$l = l_3$	0,2664
Число заявок	П1	$m_1 = p_8 + p_9 + p_{10} + p_{11} + p_{12} + p_{13} + p_{14} + p_{15}$	0,8333
	П2	$m_2 = p_4 + p_5 + p_6 + p_7 + p_8 + p_9 + p_{10} + p_{11}$	0,3888
	П3	$m_3 = p_1 + 2p_2 + 3p_3 + p_5 + 2p_6 + 3p_7 + p_9 + 2p_{10} + 3p_{11} + p_{13} + 2p_{14} + 3p_{15}$	0,7333
	Сумма	$m = m_1 + m_2 + m_3$	1,9555
Время ожидания	П1	$w_1 = \frac{l_1}{\lambda'_1}$	0
	П2	$w_2 = \frac{l_2}{\lambda'_2}$	0
	П3	$w_3 = \frac{l_3}{\lambda'_3}$	5,7143
	Сумма	$w = \frac{\lambda'_1 w_1}{\lambda'} + \frac{\lambda'_2 w_2}{\lambda'} + \frac{\lambda'_3 w_3}{\lambda'}$	1,2665
Время пребывания	П1	$u_1 = \frac{m_1}{\lambda'_1}$	20,000
	П2	$u_2 = \frac{m_2}{\lambda'_2}$	3,1818
	П3	$u_3 = \frac{m_3}{\lambda'_3}$	15,7143
	Сумма	$u = \frac{m}{\lambda'}$	9,2876
Вероятность потери	П1	$\pi_1 = p_8 + p_9 + p_{10} + p_{11} + p_{12} + p_{13} + p_{14} + p_{15}$	0,8333
	П2	$\pi_2 = p_4 + p_5 + p_6 + p_7 + p_8 + p_9 + p_{10} + p_{11}$	0,3888
	П3	$\pi_3 = p_3 + p_7 + p_{11} + p_{15}$	0,0666
	Сумма	$\pi = q_1 \cdot \pi_1 + q_2 \cdot \pi_2 + q_3 \cdot \pi_3$	0,5788
Производительность	П1	$\lambda'_1 = \lambda \cdot q_1 (1 - \pi_1)$	0,04166
	П2	$\lambda'_2 = \lambda \cdot q_2 (1 - \pi_2)$	0,12222
	П3	$\lambda'_3 = \lambda \cdot q_3 (1 - \pi_3)$	0,04667
	Сумма	$\lambda' = \lambda \cdot (1 - \pi)$	0,21055

## 4 Вывод

Исходя из заданного критерия эффективности по максимальной загрузке системы, система 1 со значением 0,83735 эффективнее системы 2 со значением 0,5629.