

**Санкт-Петербургский национальный
исследовательский университет
информационных технологий, механики
и оптики**

Кафедра информатики и прикладной математики

Моделирование

Лабораторная работа 2

“Исследование систем массового обслуживания на марковских моделях”



УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

Старался: Шкаруба Н.Е.

Проверил: Соснин В.В.

Группа: Р3318

2016 г

Вычисление варианта:

Фамилия = 7 (Шкаруба)

Имя = 6 (Никита)

Отчество = 10 (Евгеньевич)

Город = 9 (Краснодар)

$N1 = 1 + ((\Phi * И * О * Г) \bmod 40) = 1 + (3780 \bmod 40) = 21$

$N2 = 1 + ((\Phi * И * О * Г) \bmod 20) = 1 + (3780 \bmod 20) = 1$

Таблица 1. Параметры структурной и функциональной организации исследуемых систем.

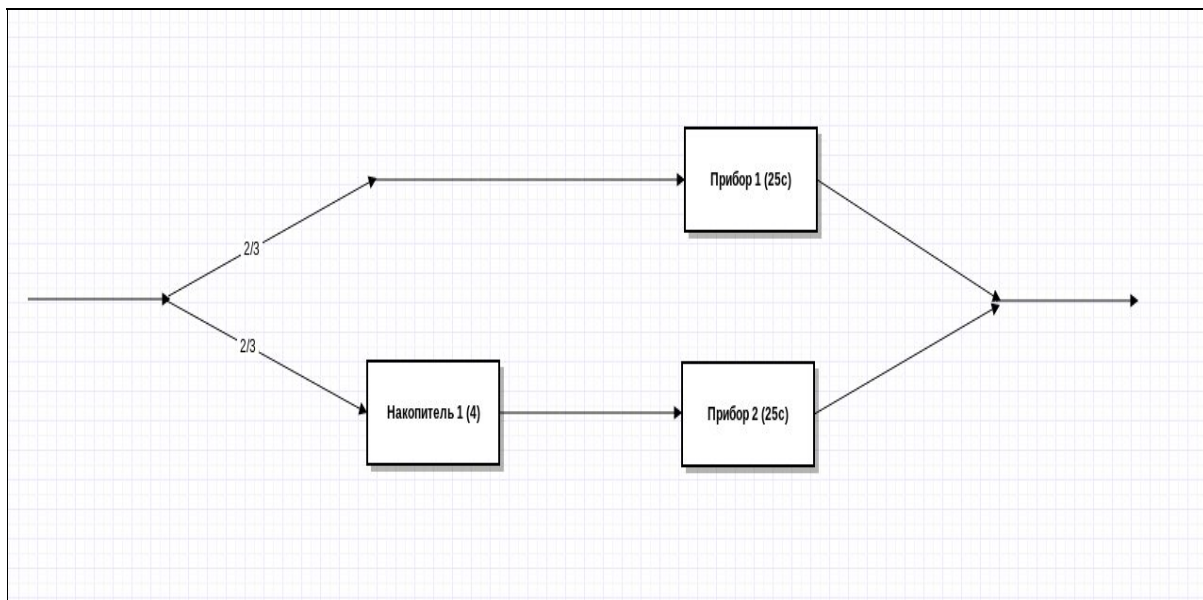
Вариант	СИСТЕМА_1		СИСТЕМА_2		Критерий эффект.
	Приборов	Емкость Накопителей	Приборов	Емкость Накопителей	
21	2	0/4	3	0/0/1	(а)

Критерий эффективности: максимальная производительность системы.

Таблица 2. Параметры нагрузки (в секундах).

Номер варианта	Интенс. потока	Ср.длит. обслуж.	Вероятности занятия прибора...		
	λ (1/с)	b (с)	Прибор 1	Прибор 2	Прибор 3
1	0,1	25	1/3	1/3	1/3

1. Описание системы 1



Состояния системы:

0) 0 – нет заявок

1) 1.1 – П1

2) 1.2 – П2

3) 2.1 – П1 + П2

4) 2.2 – П1 + Н1(1)

5) 3.1 – П1 + П2 + Н1(2)

6) 3.2 – П2 + Н1(2)

7) 4.1 – П1 + П2 + Н1(2)

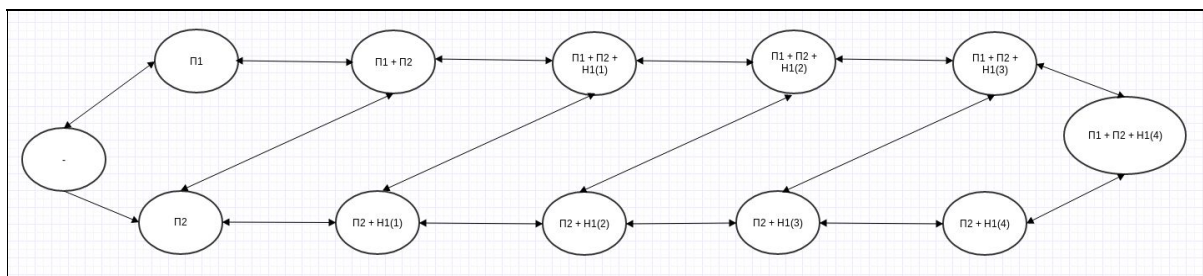
8) 4.2 – П2 + Н1(3)

9) 5.1 – П1 + П2 + Н1(3)

10) 5.2 – П2 + Н1(4)

11) 6 – П1 + П2 + Н1(4)

Граф переходов:



Матрица переходов:

	0	1.1	1.2	2.1	2.2	3.1	3.2	4.1	4.2	5.1	5.2	6
0	$-\lambda$	$1/3\lambda$	$2/3\lambda$	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.1	μ	$-(\mu + 2/3\lambda)$	0	$2/3\lambda$	0	0	0	0	0	0	0	0
1.2	μ	0	$-(\mu + \lambda)$	$1/3\lambda$	$2/3\lambda$	0	0	0	0	0	0	0
2.1	0	μ	μ	$-(2\mu + 2/3\lambda)$	0	$2/3\lambda$	0	0	0	0	0	0
2.2	0	0	μ	0	$-(\mu + \lambda)$	$1/3\lambda$	$2/3\lambda$	0	0	0	0	0
3.1	0	0	0	μ	μ	$-(2\mu + 2/3\lambda)$	0	$2/3\lambda$	0	0	0	0
3.2	0	0	0	0	μ	0	$-(\mu + \lambda)$	$1/3\lambda$	$2/3\lambda$	0	0	0
4.1	0	0	0	0	0	μ	μ	$-(2\mu + 2/3\lambda)$	0	$2/3\lambda$	0	0
4.2	0	0	0	0	0	0	μ	0	$-(\mu + \lambda)$	$1/3\lambda$	$2/3\lambda$	0
5.1	0	0	0	0	0	0	0	μ	μ	$-(2\mu + 2/3\lambda)$	0	$2/3\lambda$
5.2	0	0	0	0	0	0	0	0	μ	0	$-(\mu + 1/3\lambda)$	$1/3\lambda$
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	μ	μ	-2μ

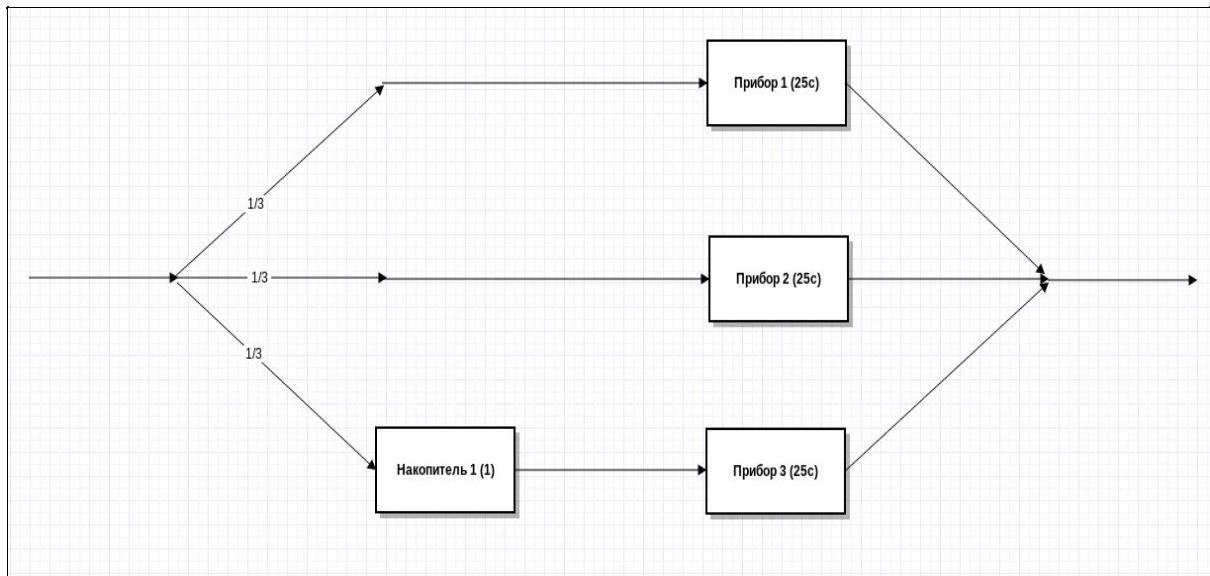
Вероятности состояний

О б о з н	В е р - т ь
0	0.0178
1.1	0.0148
1.2	0.0297
2.1	0.0247
2.2	0.0494
3.1	0.0412
3.2	0.0824
4.1	0.0687
4.2	0.1373
5.1	0.1144
5.2	0.2289
6	0.1907

Характеристики системы

Хар-ка	Прибор	Расчетная формула	Значение
Нагрузка	П1	$y_1 = \lambda * b * p_1$	0.8333
	П2	$y_2 = \lambda * b * p_2$	1.6667
	Сумм.	$y = y_1 + y_2$	2.5
Загрузка	П1	$\rho_1 = \sum p(\Pi_1)$	0.4545
	П2	$\rho_2 = \sum p(\Pi_2)$	0.9674
	Сумм	$\rho = (\rho_1 + \rho_2) / 2$	0.711
Длина очереди	П1	$L_1 = \sum k p(H_1(k))$	0
	П2	$L_2 = \sum k p(H_2(k))$	2.8263
	Сумм	$L = \sum k p(H(k))$	2.8263
Число заявок	П1	$m_1 = L_1 + \rho_1$	0.4545
	П2	$m_2 = L_2 + \rho_2$	3.7937
	Сумм	$m = m_1 + m_2$	4.2482
Вер-ть потери	П1	$p(1.1) + p(2.1) + p(3.1) + p(4.1) + p(5.1) + p(6)$	0.4545
	П2	$p(5.2) + p(6)$	0.4196
	Сумм	$\pi = (\pi_1 + \pi_2) / 2$	0.8741
Производительность	П1	$\lambda'_1 = q_1(1 - \pi_1) * \lambda$	0.01818
	П2	$\lambda'_2 = q_2(1 - \pi_2) * \lambda$	0.03869
	Сумм	$\lambda' = \lambda'_1 + \lambda'_2$	0.05687
Время ожидания	П1	$w_1 = L_1 / \lambda'_1$	0
	П2	$w_2 = L_2 / \lambda'_2$	73.0499
	Сумм	$w = L / \lambda'$	49.6976
Время пребывания	П1	$u_1 = w_1 + b$	25
	П2	$u_2 = w_2 + b$	98.0499
	Сумм	$u = w + b$	74.6976

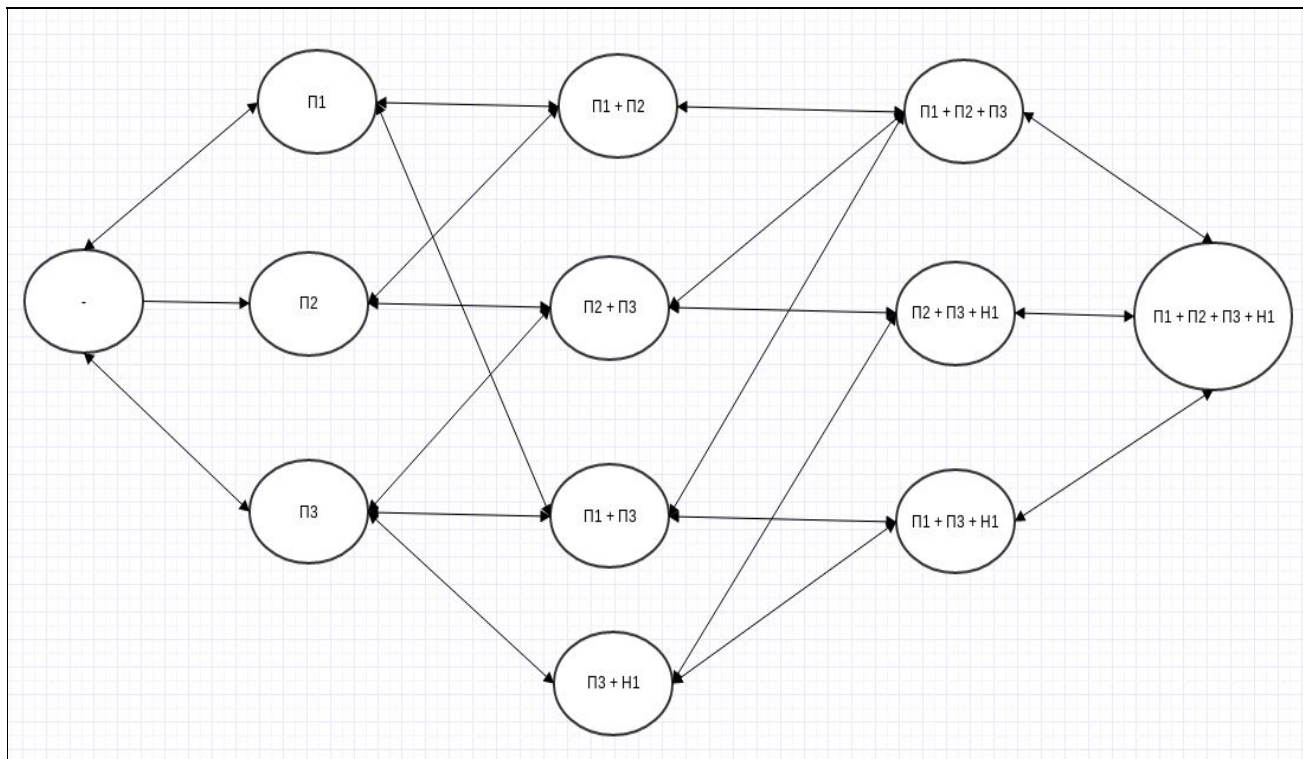
2. Описание системы 2



Состояния системы:

- 0) Нет заявок
- 1.1) П1
- 1.2) П2
- 1.3) П3
- 2.1) П1 + П2
- 2.2) П2 + П3
- 2.3) П3 + П1
- 2.4) П3 + Н1
- 3.1) П1 + П2 + П3
- 3.2) П2 + П3 + Н1
- 3.3) П1 + П3 + Н1
- 4) П1 + П2 + П3 + Н1

Граф переходов:



Матрица переходов:

	0	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	2.4	3.1	3.2	3.3	4
0	$-\lambda$	$1/3\lambda$	$1/3\lambda$	$1/3\lambda$	0	0	0	0	0	0	0	0
1.1	μ	$-(\mu + 2/3\lambda)$	$1/3\lambda$	0	0	0	$1/3\lambda$	0	0	0	0	0
1.2	μ	0	$-(\mu + 2/3\lambda)$	0	$1/3\lambda$	$1/3\lambda$	0	0	0	0	0	0
1.3	μ	0	0	$-(\mu + \lambda)$	0	$1/3\lambda$	$1/3\lambda$	$1/3\lambda$	0	0	0	0
2.1	0	μ	μ	0	$-(2\mu + 1/3\lambda)$	0	0	0	$1/3\lambda$	0	0	0
2.2	0	0	μ	μ	0	$-(2\mu + 2/3\lambda)$	0	0	$1/3\lambda$	$1/3\lambda$	0	0
2.3	0	μ	0	μ	0	0	$-(2\mu + 2/3\lambda)$	0	$1/3\lambda$	0	$1/3\lambda$	0
2.4	0	0	0	μ	0	0	0	$-(\mu + 2/3\lambda)$	0	$1/3\lambda$	$1/3\lambda$	0
3.1	0	0	0	0	μ	μ	μ	0	$-(3\mu + 1/3\lambda)$	0	0	$1/3\lambda$
3.2	0	0	0	0	0	μ	0	μ	0	$-(2\mu + 1/3\lambda)$	0	$1/3\lambda$
3.3	0	0	0	0	0	0	μ	μ	0	0	$-(2\mu + 1/3\lambda)$	$1/3\lambda$
4	0	0	0	0	0	0	0	0	μ	μ	μ	-3μ

Вероятности состояний

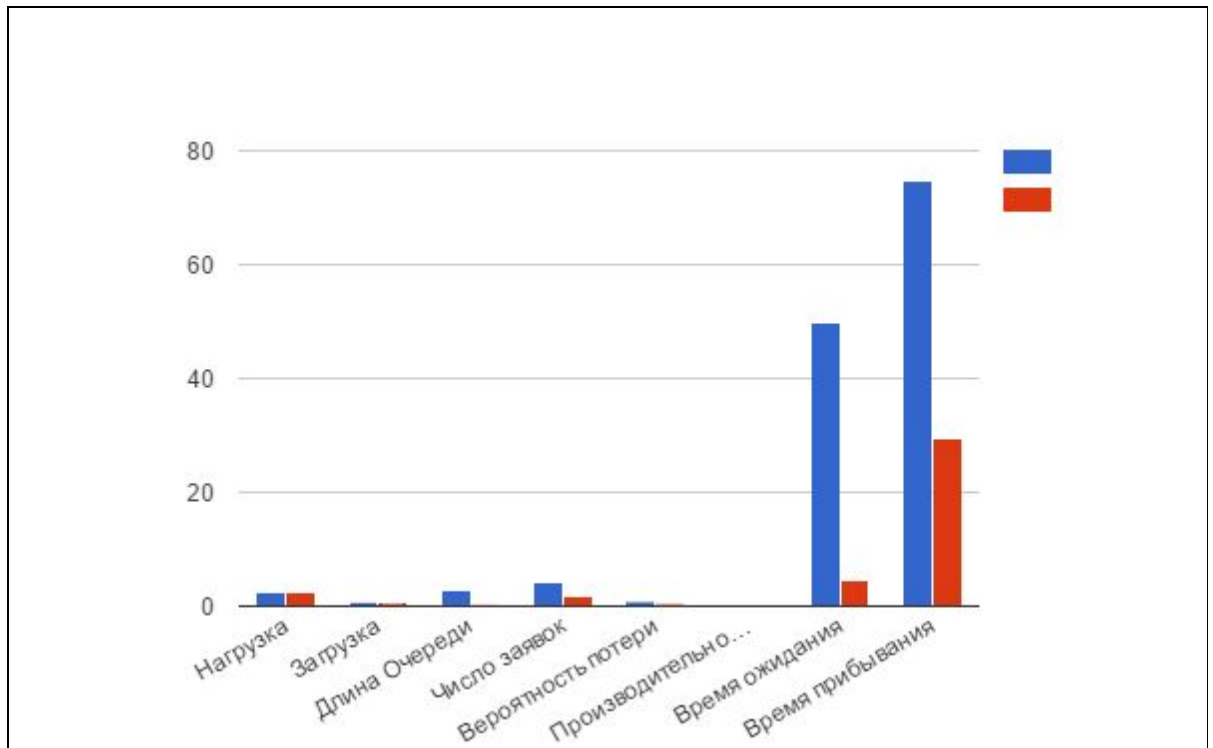
О б о з н.	В е р - т ь
0	0.0855
1.1	0.1302
1.2	0.1213
1.3	0.0926
2.1	0.0586
2.2	0.0850
2.3	0.0872
2.4	0.0806
3.1	0.0649
3.2	0.0686
3.3	0.0692
4	0.0563

Характеристики системы

Хар-ка	Прибор	Расчетная формула	Значение
Нагрузка	П1	$y1 = \lambda * b * p1$	0.8333325
	П2	$y2 = \lambda * b * p2$	0.8333325
	П3	$y3 = \lambda * b * p3$	0.8333325
	Сумм	$y = y1 + y2 + y3$	2.4999975
Загрузка	П1	$\rho 1 = P1.1 + P2.1 + P2.3 + P3.1 + P3.3 + P4$	0.4664
	П2	$\rho 2 = P1.2 + P2.1 + P2.2 + P3.1 + P3.2 + P4$	0.4547
	П3	$\rho 3 = P1.3 + P2.2 + P2.3 + P2.4 + P3.1 + P3.2 + P3.3 + P4$	0.6044
	Сумм	$\rho = (\rho 1 + \rho 2 + \rho 3) / 3$	0.5085
Длина очереди	П1	L1	0
	П2	L2	0
	П3	$L3 = p(2.4) * 1 + p(3.2) * 1 + p(3.3) * 1 + p(4) * 1$	0.2747
	Сумм	$l = l1 + l2 + l3$	0.2747
Число заявок	П1	$m1 = L1 + \rho 1$	0.4664
	П2	$m2 = L2 + \rho 2$	0.4547
	П3	$m3 = L3 + \rho 3$	0.8791
	Сумм	$m = m1 + m2 + m3$	1.8002
Вер-ть потери	П1	$p(1.1) + p(2.1) + p(2.3) + p(3.1) + p(3.3) + p(4)$	0.4664
	П2	$p(1.2) + p(2.1) + p(2.2) + p(3.1) + p(3.2) + p(4)$	0.4547
	П3	$p(2.4) + p(3.2) + p(3.3) + p(4)$	0.2747
	Сумм	$\pi = (\pi 1 + \pi 2 + \pi 3) / 3$	0.3986
Производительность	П1	$\lambda '1 = q1(1 - \pi 1) * \lambda$	0.01779
	П2	$\lambda '2 = q2(1 - \pi 2) * \lambda$	0.01818
	П3	$\lambda '3 = q3(1 - \pi 3) * \lambda$	0.02418
	Сумм	$\lambda ' = \lambda '1 + \lambda '2 + \lambda '3$	0.06015
Время ожидания	П1	$w1 = L1 / \lambda '1$	0
	П2	$w2 = L2 / \lambda '2$	0
	П3	$w3 = L3 / \lambda '3$	11.36063
	Сумм	$w = L / \lambda '$	4.56692

Время пребыва ния	П1	$u1=w1+b$	25
	П2	$u2=w2+b$	25
	П3	$u3=w3+b$	36.36063
	С у м м	$u=w+b$	29.56692

3. Гистограмма характеристик



4. Вывод

Система 2 лучше, т.к. она выигрывает по заданному критерию эффективности(Хоть на гистограмме его и не видно :)) - максимальной производительности системы.