

Университет ИТМО

Кафедра вычислительной техники

**ОТЧЁТ ПО ДОМАШНЕЙ РАБОТЕ № 2**  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ:  
«МОДЕЛИРОВАНИЕ»  
Вариант 15/17

Преподаватель:  
Муравьёва-Витковская Л.А.

Санкт-Петербург  
2016 г.

## Содержание

1. Цели работы
2. Этапы исследования
3. Исходные данные
4. Исследования системы
5. Результаты работы

## Цели работы

Изучение метода марковских случайных процессов и его применение для исследования приоритетных моделей – СМО с неоднородным потоком заявок.

## Этапы исследования

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

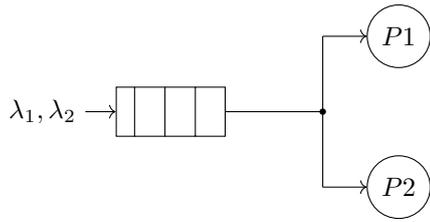
## Исходные данные

- Количество классов заявок (  $K$  ) : 2.
- Число обслуживающих приборов (  $\Pi$  ) : 2.
- Ёмкости накопителей (  $EH$  ) : 2.
- Варианты занятия прибора (  $BЗП$  ) : (в) поступившая заявка занимает свободный прибор с бóльшим номером.
- Дисциплина обслуживания (  $ДО$  ) : АП.
- Порядок назначения приоритетов (  $ПНП$  ) : 2-1.
- Дисциплина буферизации (  $ДБ$  ) : (б) заявка высокого приоритета, поступающая в систему при заполненном общем накопителе, вытесняет из него заявку низшего приоритета, которая теряется.
- Дисциплина прерывания (  $ДП$  ) : (б) прерванная заявка возвращается в общий накопитель при наличии в нём свободных мест.

Параметры нагрузки:

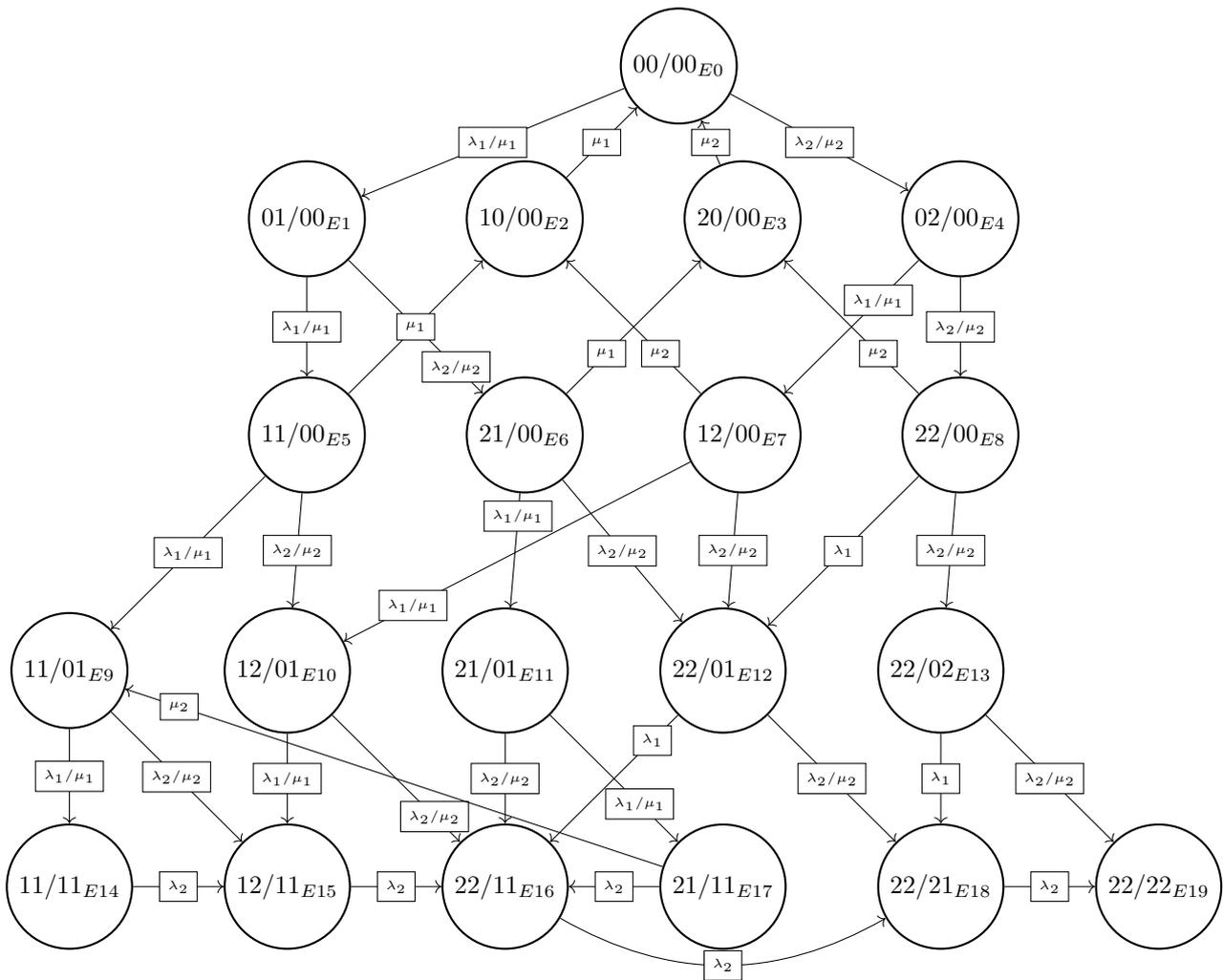
- $\lambda_1 = 1.0$
- $\lambda_2 = 2.0$
- $\lambda_3 = 0.1$
- $b_1 = 0.05$
- $b_2 = 0.1$
- $b_3 = 1.0$

## Исследование системы



Состояние	Значение
E0	00/00
E1	01/00
E2	10/00
E3	20/00
E4	02/00
E5	11/00
E6	21/00
E7	12/00
E8	22/00
E9	11/01
E10	12/01
E11	21/01
E12	22/01
E13	22/02
E14	11/11
E15	12/11
E16	22/11
E17	21/11
E18	22/21
E19	22/22

Таблица 1. Кодирование состояний системы №1.



Номер состояния	Обозначение	Вероятность
0	E0	0.778713
1	E1	0.035821
2	E2	0.003271
3	E3	0.018376
4	E4	0.137053
5	E5	0.000910
6	E6	0.002698
7	E7	0.004723
8	E8	0.012980
9	E9	0.000046
10	E10	0.000237
11	E11	0.000166
12	E12	0.001408
13	E13	0.002443
14	E14	0.000002
15	E15	0.000010
16	E16	0.000102
17	E17	0.000005
18	E18	0.000455
19	E19	0.000580

Таблица 2. Стационарные вероятности системы №1.

Хар-ка	Прибор	Расчётная формула	Система №2
Нагрузка	P1	$\lambda_1/\mu_1$	0.05
	P2	$\lambda_2/\mu_2$	0.2
	Сумм.	$y_1 + y_2$	0.25
Загрузка	P1	$p_1 + p_2 + 2p_5 + p_6 + p_7 + 2p_9 + p_{10} + p_{11} + p_{12} + 2p_{14} + p_{15} + p_{16} + p_{17} + p_{18}$	0.0499
	P2	$p_3 + p_4 + p_6 + p_7 + 2p_8 + p_{10} + p_{11} + 2p_{12} + p_{13} + p_{15} + 2p_{16} + p_{17} + 2p_{18} + 2p_{19}$	0.1999
	Сумм.	$(r_1 + r_2)/2$	0.1240
Длина очереди (l)	P1	$p_9 + p_{10} + p_{11} + p_{12} + 2 * p_{14} + 2 * p_{15} + 2 * p_{16} + 2 * p_{17} + p_{18}$	0.0026
	P2	$p_{13} + p_{18} + p_{19}$	0.0035
	Сумм.	$l_1 + l_2$	0.006
Число заявок (m)	P1	$p_1 + p_2 + p_6 + p_7 + p_{12} + p_{18} + 2 * (p_5 + p_{10} + p_{11} + p_{16}) + 3 * (p_9 + p_{15} + p_{17}) + 4 * p_{14} + p_{18}$	0.0519
	P2	$p_3 + p_4 + p_6 + p_7 + p_{10} + p_{11} + p_{17} + p_{15} + 2 * (p_8 + p_{12} + p_{16}) + 3 * (p_{13} + p_{18}) + 4 * p_{19}$	0.2033
	Сумм.	$m_1 + m_2$	0.2551
Время ожидания	P1	$l_1/\lambda'_1$	0.0026
	P2	$l_2/\lambda'_2$	0.0017
	Сумм.	$(w_1\lambda'_1 + w_2\lambda'_2)/\lambda'$	0.0020
Время пребывания	P1	$m_1/\lambda'_1$	0.0519
	P2	$m_3/\lambda'_3$	0.1017
	Сумм.	$(u_1\lambda'_1 + u_2\lambda'_2)/\lambda'$	0.0851
Вер-ть потери (Pt)	P1	$p_{14} + p_{15} + p_{16} + p_{17} + p_{18} + p_{19}$	0.0012
	P2	$p_{19}$	0.0006
	Сумм.	$(\lambda_1 * Pt_1 + \lambda_2 * Pt_2)/(\lambda_1 + \lambda_2)$	0.0008
Производительность	P1	$\lambda_1 * (1 - Pt_1)$	0.9988
	P2	$\lambda_2 * (1 - Pt_2)$	1.9988
	Сумм.	$\lambda'_1 + \lambda'_2$	2.9977

Таблица 3. Характеристики системы №1.

Характеристика	Класс заявок	$\lambda$	b
Нагрузка	1	0.05 0.2 0.35 0.5 0.65	1 0.333 0.2 0.1429 0.111
	2	0.2 0.5 0.8 1.1 1.4	2 1 0.666 0.5 0.4
	Сумм.	0.25 0.7 1.15 1.6 2.05	3 1.33 0.866 0.6429 0.511
Загрузка	1	0.049 0.195 0.311 0.371 0.38	0.272 0.275 0.195 0.143 0.111
	2	0.181 0.396 0.567 0.701 0.8	0.901 0.658 0.496 0.397 0.331
	Сумм.	0.115 0.295 0.439 0.536 0.59	0.587 0.466 0.345 0.270 0.221
Длина очереди	1	0.0025 0.051 0.15 0.245 0.298	0.225 0.142 0.066 0.033 0.018
	2	0.0034 0.042 0.137 0.272 0.414	0.633 0.223 0.089 0.043 0.023
	Сумм.	0.006 0.094 0.287 0.516 0.713	0.858 0.366 0.155 0.076 0.042
Число заявок	1	0.051 0.235 0.43 0.564 0.614	0.443 0.378 0.241 0.166 0.125
	2	0.203 0.552 0.997 1.505 1.995	2.695 1.328 0.791 0.555 0.428
	Сумм.	0.255 0.788 1.427 2.07 2.61	3.138 1.706 1.032 0.722 0.553
Ср.вр. ожидания	1	0.002 0.013 0.024 0.032 0.037	0.493 0.172 0.070 0.034 0.019
	2	0.001 0.008 0.018 0.028 0.039	0.547 0.125 0.046 0.021 0.012
	Сумм.	0.002 0.010 0.021 0.030 0.038	0.532 0.140 0.054 0.026 0.014
Ср.вр. пребывания	1	0.051 0.060 0.070 0.075 0.077	0.971 0.458 0.257 0.171 0.126
	2	0.101 0.112 0.132 0.159 0.188	2.331 0.747 0.410 0.281 0.215
	Сумм.	0.085 0.089 0.104 0.122 0.140	1.946 0.655 0.360 0.245 0.186
В-ть потреи	1	0.001 0.032 0.123 0.255 0.392	0.543 0.173 0.061 0.025 0.012
	2	0.0005 0.014 0.060 0.142 0.241	0.422 0.111 0.035 0.014 0.006
	Сумм.	0.0007 0.022 0.089 0.196 0.314	0.462 0.132 0.044 0.018 0.008
Пропускная способность	1	0.998 3.871 6.137 7.445 7.902	0.456 0.826 0.938 0.974 0.987
	2	1.998 4.928 7.512 9.432 10.61	1.155 1.776 1.928 1.971 1.986
	Сумм.	2.997 8.800 13.65 16.87 18.51	1.612 2.602 2.867 2.945 2.973

Таблица 4. Таблица варьированных характеристик ( $\lambda_1$  от 1 с шагом 3,  $\lambda_2$  от 2 с шагом 3,  $\mu_1$  от 1 с шагом 2 и  $\mu_2$  от 1 с шагом 1)

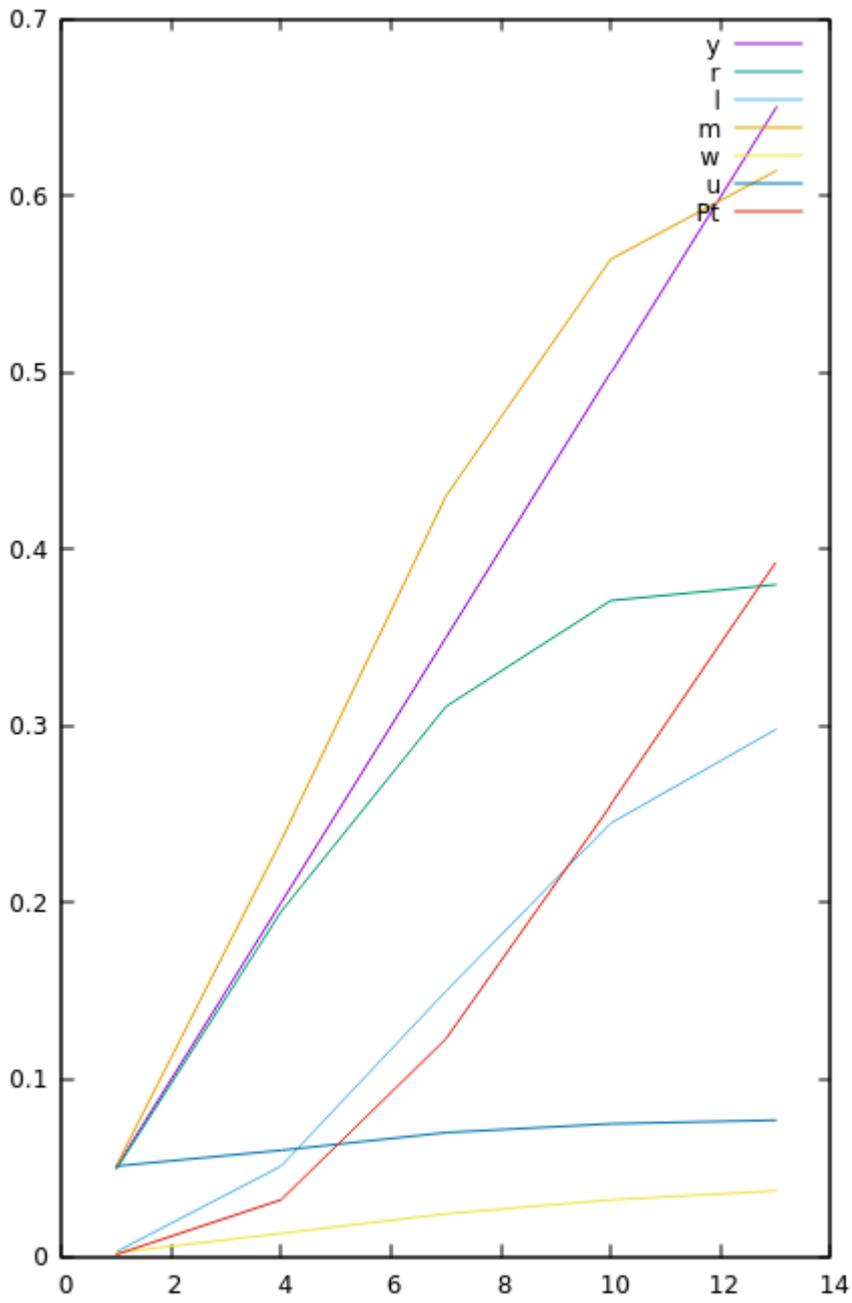


Рис. 1. График варьирования  $\lambda_1$

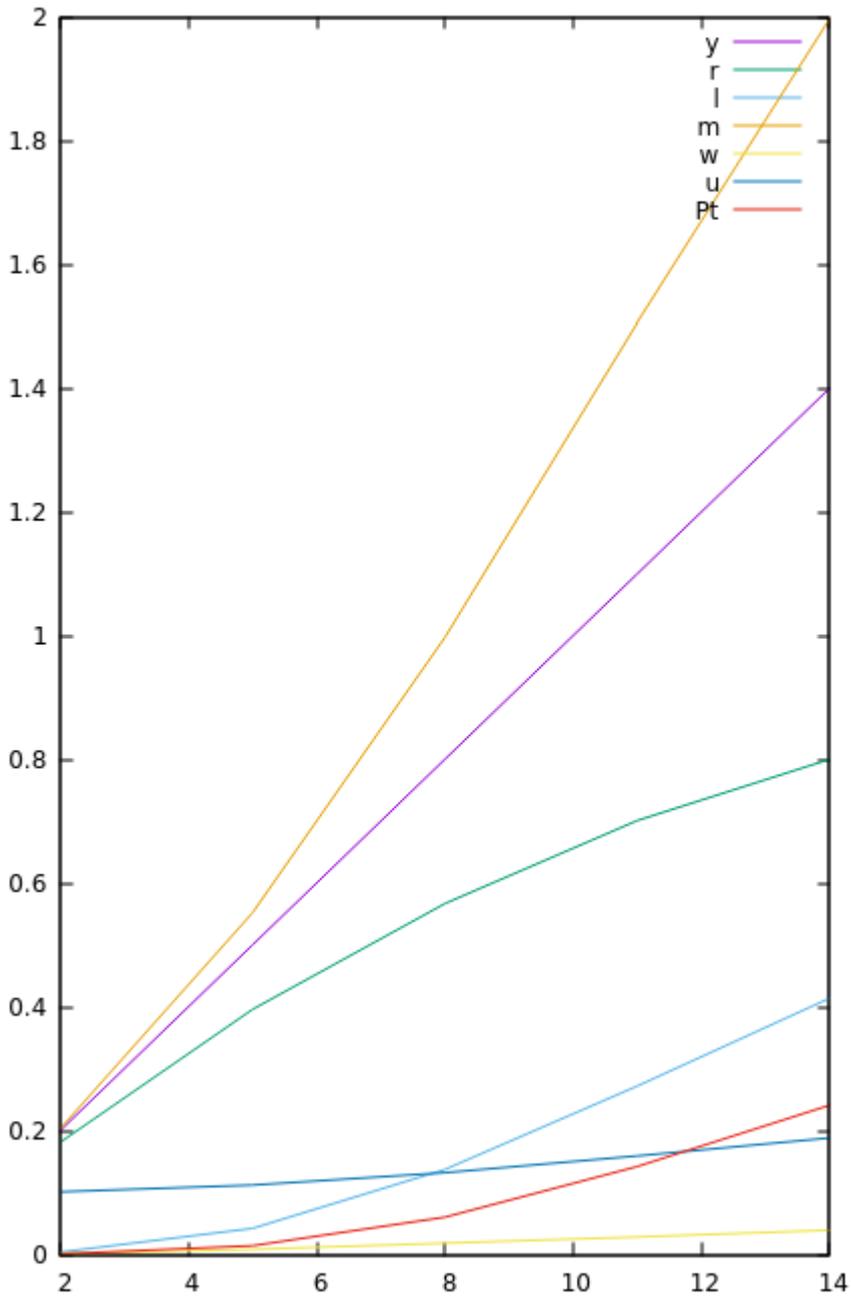


Рис. 2. График варьирования  $\lambda_2$

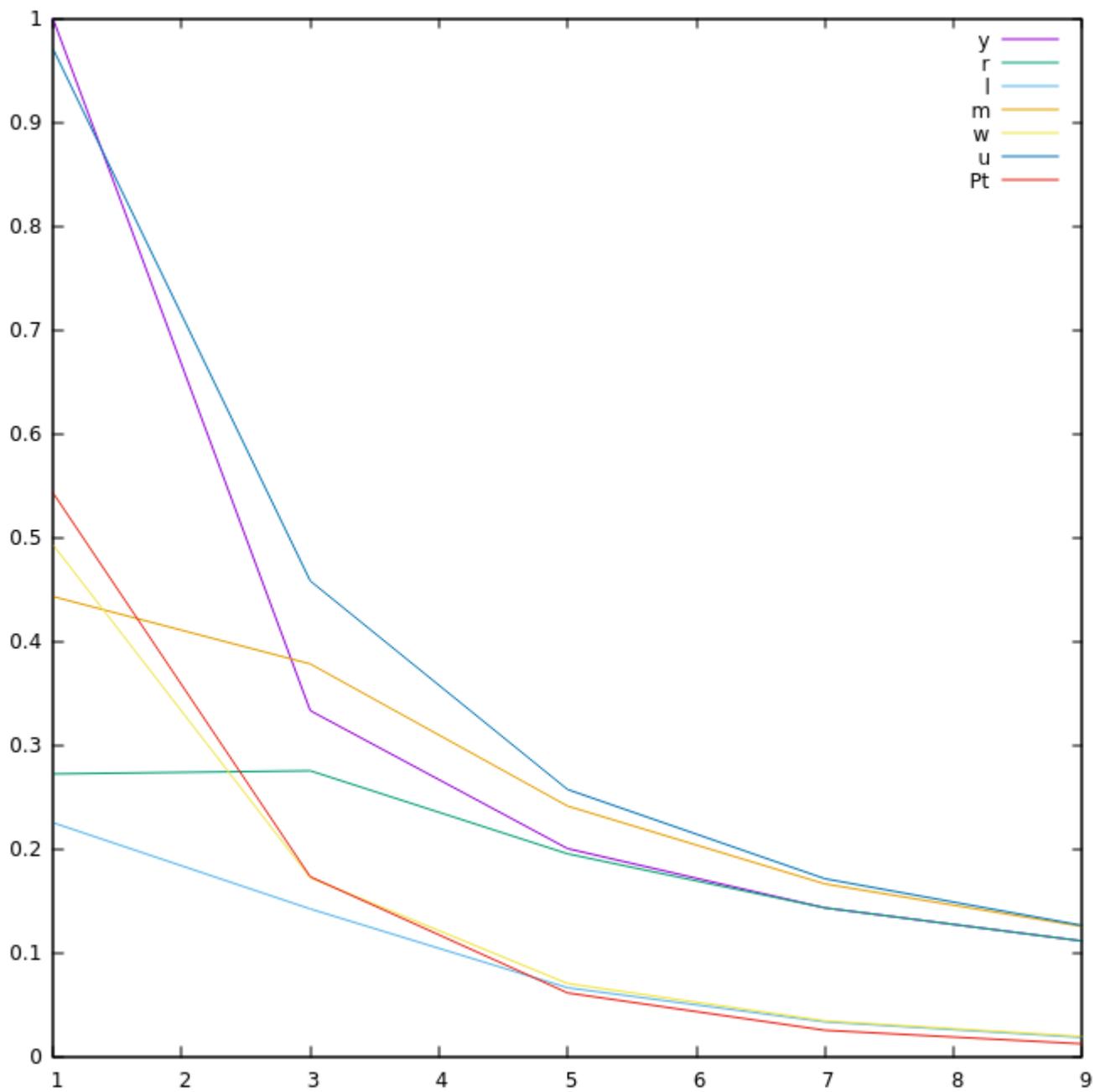


Рис. 3. График варьирования  $\mu_1$

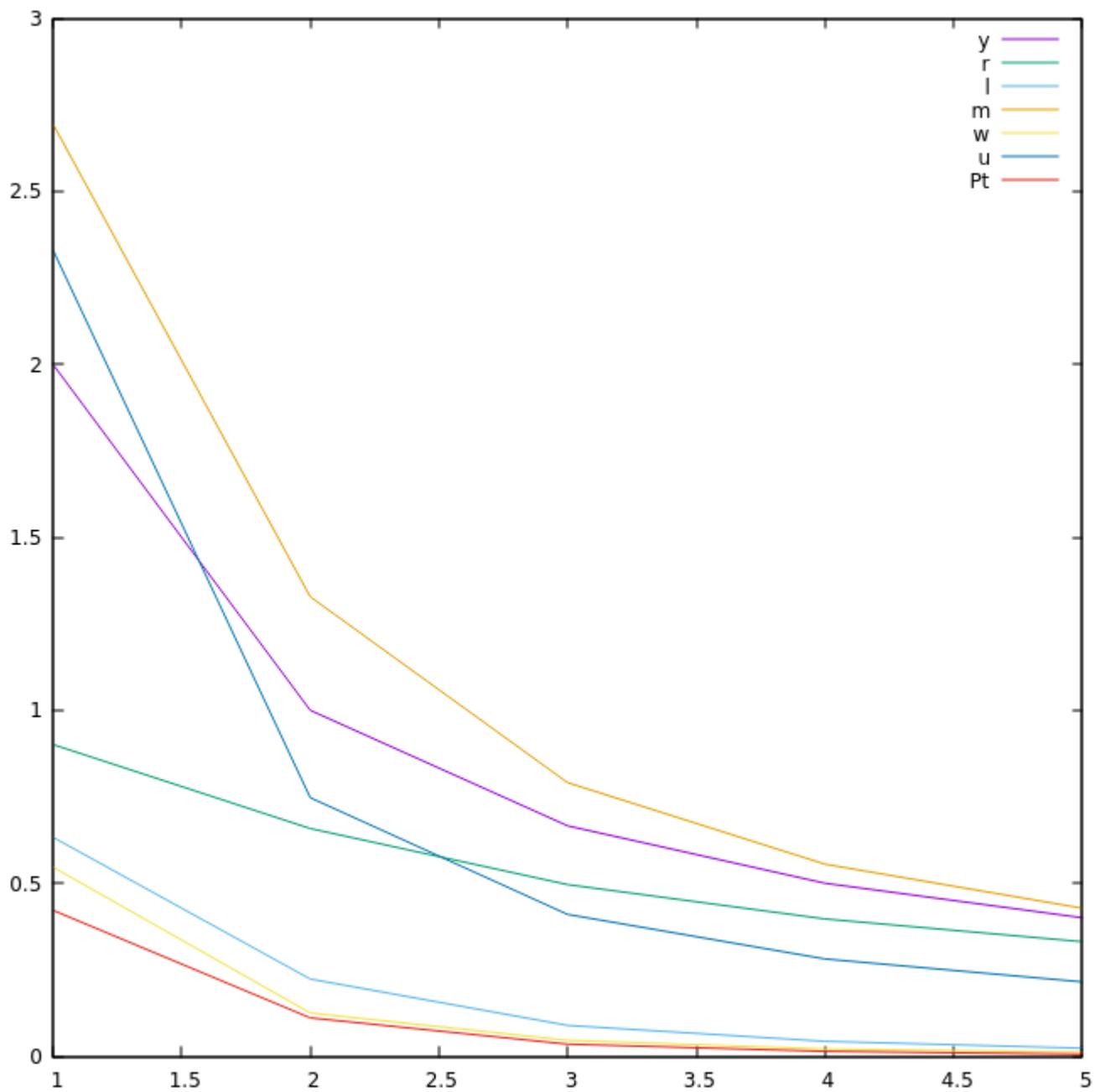


Рис. 4. График варьирования  $\mu_1$

## Результаты работы

В ходе выполнения домашнего задания была исследована многоканальная СМО с неоднородным потоком заявок и абсолютным приоритетом. В результате были получены следующие значения. Загрузка системы заявками второго класса в силу их приоритета больше загрузки заявками первого класса. Длина очереди заявок второго класса превосходит первый класс в силу вытеснения заявок меньшего приоритета из очереди при приходе заявки большего приоритета. Абсолютный приоритет так же проявляется в других характеристиках. Однако при высоких показателях характеристик второго класса обработка заявок первого класса теряет в производительности, увеличивает вероятность потери и времени пребывания в очереди. Варьирование интенсивности входных потоков ( $\lambda_1$  – рис. 1 (стр.5),  $\lambda_2$  – рис. 2 (стр.6)) демонстрирует зависимость от них растущие линейно загрузку и числа заявок в системе. Варьирование средней длительности обслуживания ( $\mu_1$  – рис. 3 (стр. 7),  $\lambda_2$  – рис. 4 (стр. 8) отражает её зависимость нагрузки и времени ожидания, которые практически экспоненциальные.