

Университет ИТМО

Лабораторная работа №3 **«Исследование СМО произвольного вида»**

по дисциплине: Моделирование

вариант: 24/14

Выполнил: Неграш Андрей, Р34301

Преподаватель: Алиев Тауфик Измайлович

Санкт-Петербург
2023

Содержание

1. Цель	3
2. Выполнение	3
2.1. Характеристики системы	3
2.2. Сравнение результатов расчётов характеристик системы из УИР 2 и её моделирования	3
2.3. Планирование эксперимента	4
2.4. Результаты имитационных экспериментов	4
2.5. Графическое представление результатов экспериментов	8
3. Вывод.....	10

1. Цель

Исследование свойств простейших одно- и многоканальных СМО типа G/G/K/E с однородным потоком заявок с использованием системы имитационного моделирования GPSS при различных предположениях о параметрах структурно-функциональной организации и нагрузки в соответствии с заданной программой исследований.

2. Выполнение

2.1. Характеристики системы

Согласно заданию в качестве модели системы будет использована Система 1 из УИР 2, поскольку по результатам исследования её характеристик она была признана лучшей. Система представляет собой 2 обслуживающих прибора. Первый прибор не имеет накопителя, второй имеет перед собой накопитель ёмкостью 1. Система обладает следующими характеристиками:

- Интенсивность входного потока $\lambda = 0,4 \text{ c}^{-1}$
- Средняя длительность обслуживания $b = 20 \text{ с}$
- Интенсивность обслуживания прибора: $\mu = \frac{1}{20} = 0,05 \text{ c}^{-1}$
- Вероятность занятия приборов $p_1 = p_2 = 0,5$

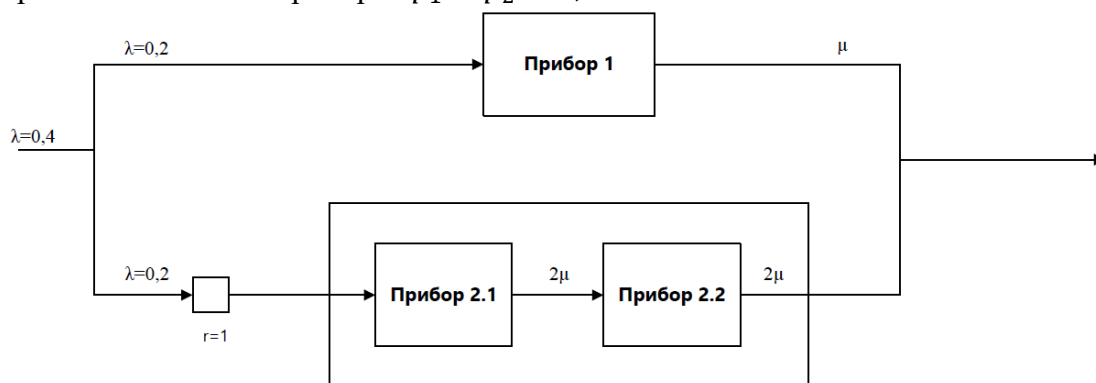


Рисунок 1. Схематичное представление Системы 1

2.2. Сравнение характеристик системы из УИР 2 и её моделирования

При помощи программы GPSS World составим модель СМО и выполним имитационный эксперимент при тех же нагрузочных параметрах, что и в УИР 2. Результаты представим в виде таблицы для наглядности.

Таблица 1. Сравнение характеристик Системы 1, полученных разными способами

Характеристика	Расчёт (УИР 2)	Модель	Отклонение, %
Загрузка	0,887	0,987	10,13
Длина очереди	0,757	0,757	0

Поскольку характеристики достаточно близки можно сделать вывод, что модель построена верно, равно как и все посчитанные в УИР 2 характеристики оказались верными.

2.3. Планирование эксперимента

Таблица 2. Схема проведения исследований в рамках УИР

Номер варианта		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Количество приборов		2								
Ёмкость накопителей		0/1								
Интервалы между заявками входящего потока	Среднее значение	175,35			175,35			145,29		
	Вид потока	Простейший			Трасса			Аппроксимация		
Длительность обслуживания заявок	Среднее значение	108	232	488	106	224	433	88	187	366
	Коэффициент вариации	1			0,70			0,76		

В результате учебно-исследовательской работы будет проведено 9 экспериментов по исследованию СМО с изменяющимся значением средней длительности обслуживания заявок.

2.4. Результаты имитационных экспериментов

Таблица 3. Вариант 1 исследования

Исх. Данные (вариант 1)		К	Е	поток	а	б	КВ			
		2	0/1	прост	175.35	108	1			
Заявок	Потери	потери	П (%)	очер.	Загрузка	Ср.вр. ож.	О (%)	вр. ож.	Дов. инт.	Д (%)
10	0	0.00%	-	0.061	0.339	19.781	-	44.232	±36.032	182.15%
20	0	0.00%	-	0.109	0.284	45.665	130.85%	105.123	±60.552	132.60%
50	0	0.00%	-	0.089	0.324	28.819	36.89%	68.525	±24.964	86.62%
100	3	3.00%	-	0.046	0.270	18.053	37.36%	47.954	±12.353	68.43%
200	8	4.00%	33.33%	0.047	0.271	17.752	1.67%	42.583	±7.757	43.70%
500	13	2.60%	35.00%	0.049	0.267	18.843	6.15%	45.415	±5.232	27.77%
1000	22	2.20%	15.38%	0.049	0.296	17.775	5.67%	44.202	±3.601	20.26%
2000	59	2.95%	34.09%	0.055	0.298	20.513	15.40%	49.967	±2.878	14.03%
5000	152	3.04%	3.05%	0.055	0.305	20.998	2.36%	50.781	±1.850	8.81%
10000	268	2.68%	11.84%	0.057	0.297	21.040	0.20%	51.928	±1.338	6.36%
20000	604	3.02%	12.69%	0.061	0.306	22.229	5.65%	55.609	±1.013	4.56%
50000	1369	2.74%	9.34%	0.056	0.302	20.894	6.01%	50.842	±0.586	2.80%
100000	2736	2.74%	0.07%	0.055	0.299	20.275	2.96%	50.338	±0.410	2.02%
150000	4244	2.83%	3.41%	0.056	0.300	20.900	3.08%	51.937	±0.345	1.65%
200000	5669	2.83%	0.18%	0.055	0.298	20.583	1.52%	50.517	±0.291	1.41%
300000	8381	2.79%	1.44%	0.055	0.299	20.673	0.44%	50.690	±0.238	1.15%
350000	9714	2.78%	0.65%	0.055	0.298	20.614	0.29%	50.947	±0.222	1.08%
400000	11194	2.80%	0.83%	0.056	0.300	20.631	0.08%	50.965	±0.208	1.01%
500000	13831	2.77%	1.15%	0.055	0.300	20.542	0.43%	50.480	±0.184	0.90%
1000000	27698	2.77%	0.13%	0.056	0.299	20.658	0.56%	50.859	±0.131	0.63%

Длина переходного режима для варианта 1 составляет 2000.

Таблица 4. Вариант 2 исследования

Исх. Данные (вариант 2)		К	Е	поток	а	б	КВ			
		2	0/1	прост	175.35	232	1			
Заявок	Потери	потери	П (%)	очер.	Загрузка	Ср.вр. ож.	О (%)	вр. ож.	Дов. инт.	Д (%)
10	0	0.00%	-	0.464	0.614	169.011	-	159.193	±129.679	76.73%
20	0	0.00%	-	0.390	0.613	128.522	23.96%	225.478	±129.878	101.06%
50	3	6.00%	-	0.077	0.506	33.347	74.05%	58.572	±21.338	63.99%
100	7	7.00%	16.67%	0.098	0.444	47.884	43.59%	100.359	±25.852	53.99%
200	20	10.00%	42.86%	0.176	0.543	66.371	38.61%	97.396	±17.741	26.73%
500	52	10.40%	4.00%	0.206	0.591	84.987	28.05%	152.526	±17.571	20.67%
1000	92	9.20%	11.54%	0.181	0.618	76.369	10.14%	133.316	±10.860	14.22%
2000	183	9.15%	0.54%	0.182	0.591	78.971	3.41%	135.280	±7.792	9.87%
5000	466	9.32%	1.86%	0.188	0.624	80.619	2.09%	139.317	±5.075	6.30%
10000	932	9.32%	0.00%	0.187	0.601	80.038	0.72%	134.914	±3.475	4.34%
20000	1969	9.85%	5.63%	0.191	0.605	82.015	2.47%	142.461	±2.595	3.16%
50000	4605	9.21%	6.45%	0.184	0.605	78.896	3.80%	137.174	±1.580	2.00%
100000	9191	9.19%	0.21%	0.184	0.599	79.041	0.18%	136.024	±1.108	1.40%
150000	14002	9.33%	1.56%	0.187	0.601	80.707	2.11%	139.639	±0.929	1.15%
200000	18461	9.23%	1.12%	0.184	0.598	79.217	1.85%	136.721	±0.788	0.99%
300000	27654	9.22%	0.14%	0.184	0.600	79.535	0.40%	137.063	±0.645	0.81%
350000	32312	9.23%	0.15%	0.184	0.598	79.454	0.10%	137.494	±0.599	0.75%
400000	37063	9.27%	0.37%	0.184	0.601	78.946	0.64%	136.819	±0.557	0.71%
500000	45907	9.18%	0.91%	0.184	0.601	78.999	0.07%	136.743	±0.498	0.63%
1000000	92211	9.22%	0.43%	0.185	0.600	79.505	0.64%	137.504	±0.354	0.45%

Длина переходного режима для варианта 2 составляет 50000.

Таблица 5. Вариант 3 исследования

Исх. Данные (вариант 3)		К	Е	поток	а	б	КВ			
		2	0/1	прост	175.35	488	1			
Заявок	Потери	потери	П (%)	очер.	Загрузка	Ср.вр. ож.	О (%)	вр. ож.	Дов. инт.	Д (%)
10	3	30.00%	-	0.497	0.791	283.977	-	128.471	±104.653	36.85%
20	5	25.00%	16.67%	0.498	0.843	456.618	60.79%	664.125	±382.543	83.78%
50	11	22.00%	12.00%	0.308	0.884	159.717	65.02%	255.330	±93.017	58.24%
100	15	15.00%	31.82%	0.329	0.866	181.962	13.93%	302.469	±77.916	42.82%
200	46	23.00%	53.33%	0.447	0.925	247.233	35.87%	251.804	±45.866	18.55%
500	117	23.40%	1.74%	0.447	0.904	276.035	11.65%	327.933	±37.779	13.69%
1000	231	23.10%	1.28%	0.418	0.897	246.474	10.71%	332.072	±27.051	10.98%
2000	497	24.85%	7.58%	0.429	0.897	263.231	6.80%	319.397	±18.398	6.99%
5000	1260	25.20%	1.41%	0.424	0.903	258.896	1.65%	329.177	±11.992	4.63%
10000	2554	25.54%	1.35%	0.435	0.905	265.727	2.64%	329.483	±8.487	3.19%
20000	5031	25.16%	1.51%	0.432	0.904	262.071	1.38%	331.472	±6.038	2.30%
50000	12506	25.01%	0.57%	0.429	0.901	264.585	0.96%	335.149	±3.861	1.46%
100000	24848	24.85%	0.66%	0.427	0.900	259.885	1.78%	327.060	±2.664	1.03%
150000	37051	24.70%	0.59%	0.425	0.899	260.016	0.05%	332.196	±2.210	0.85%
200000	49493	24.75%	0.19%	0.424	0.900	259.892	0.05%	330.733	±1.905	0.73%
300000	74026	24.68%	0.29%	0.424	0.900	259.886	0.00%	328.729	±1.546	0.59%
350000	86887	24.82%	0.61%	0.428	0.901	261.488	0.62%	330.004	±1.437	0.55%
400000	99095	24.77%	0.21%	0.426	0.900	258.650	1.09%	329.984	±1.344	0.52%
500000	123692	24.74%	0.14%	0.426	0.900	259.778	0.44%	329.918	±1.202	0.46%
1000000	247001	24.70%	0.15%	0.425	0.900	258.934	0.32%	328.631	±0.847	0.33%

Длина переходного режима для варианта 3 составляет 400000.

Таблица 6. Вариант 4 исследования

Исх. Данные (вариант 4)		К	Е	поток	а	б	КВ			
		2	0/1	трасса	175.35	106	0.7			
Заявок	Потери	потери	П (%)	очер.	Загрузка	Ср.вр. ож.	О (%)	вр. ож.	Дов. инт.	Д (%)
10	0	0.00%	-	0.053	0.388	18.214	-	0.000	±0.000	0.00%
20	0	0.00%	-	0.089	0.494	40.125	120.30%	98.131	±56.525	140.87%
50	0	0.00%	-	0.028	0.263	10.574	73.65%	45.312	±16.507	156.11%
100	0	0.00%	-	0.012	0.250	4.452	57.90%	20.965	±5.401	121.32%
200	2	1.00%	-	0.042	0.294	15.356	244.92%	38.597	±7.030	45.78%
500	4	0.80%	20.00%	0.033	0.294	12.074	21.37%	40.062	±4.615	38.22%
1000	7	0.70%	12.50%	0.037	0.290	12.684	5.05%	37.454	±3.051	24.05%
2000	15	0.75%	7.14%	0.038	0.303	13.549	6.82%	39.389	±2.269	16.75%
5000	55	1.10%	46.67%	0.039	0.309	14.157	4.49%	42.656	±1.554	10.98%
10000	116	1.16%	5.45%	0.039	0.297	14.059	0.69%	41.206	±1.061	7.55%
20000	247	1.24%	6.47%	0.043	0.305	15.043	7.00%	44.471	±0.810	5.38%
50000	563	1.13%	8.83%	0.038	0.300	13.761	8.52%	41.000	±0.472	3.43%
100000	1121	1.12%	0.44%	0.039	0.299	13.904	1.04%	41.545	±0.338	2.43%

Длина переходного режима для варианта 4 составляет 5000.

Таблица 7. Вариант 5 исследования

Исх. Данные (вариант 5)		К	Е	поток	а	б	КВ			
		2	0/1	трасса	175.35	224	0.7			
Заявок	Потери	потери	П (%)	очер.	Загрузка	Ср.вр. ож.	О (%)	вр. ож.	Дов. инт.	Д (%)
10	0	0.00%	-	0.018	0.519	11.390	-	133.887	±109.065	957.55%
20	0	0.00%	-	0.076	0.715	44.578	291.38%	45.575	±26.252	58.89%
50	0	0.00%	-	0.058	0.538	28.077	37.02%	79.576	±28.990	103.25%
100	1	1.00%	-	0.100	0.722	47.250	68.29%	111.881	±28.821	61.00%
200	11	5.50%	450.00%	0.124	0.586	56.810	20.23%	110.673	±20.159	35.48%
500	31	6.20%	12.73%	0.140	0.569	55.609	2.11%	110.948	±12.781	22.98%
1000	70	7.00%	12.90%	0.196	0.591	80.396	44.57%	136.740	±11.139	13.86%
2000	114	5.70%	18.57%	0.150	0.603	61.185	23.90%	115.327	±6.643	10.86%
5000	335	6.70%	17.54%	0.182	0.599	71.121	16.24%	128.838	±4.694	6.60%
10000	712	7.12%	6.27%	0.174	0.600	70.785	0.47%	125.363	±3.229	4.56%
20000	1357	6.79%	4.71%	0.172	0.599	69.276	2.13%	127.435	±2.321	3.35%
50000	3177	6.35%	6.35%	0.169	0.593	67.848	2.06%	124.552	±1.435	2.12%
100000	6639	6.64%	4.49%	0.173	0.600	69.779	2.85%	126.110	±1.027	1.47%

Длина переходного режима для варианта 5 составляет 10000.

Таблица 8. Вариант 6 исследования

Исх. Данные (вариант 6)		К	Е	поток	а	б	КВ			
		2	0/1	трасса	175.35	433	0.7			
Заявок	Потери	потери	П (%)	очер.	Загрузка	Ср.вр. ож.	О (%)	вр. ож.	Дов. инт.	Д (%)
10	2	20.00%	-	0.329	0.937	106.563	-	215.987	±175.944	165.11%
20	4	20.00%	0.00%	0.404	0.951	206.292	93.59%	240.793	±138.699	67.23%
50	7	14.00%	30.00%	0.421	0.937	173.509	15.89%	243.366	±88.659	51.10%
100	25	25.00%	78.57%	0.403	0.893	298.502	72.04%	326.950	±84.222	28.21%
200	35	17.50%	30.00%	0.411	0.921	203.486	31.83%	229.195	±41.748	20.52%
500	103	20.60%	17.71%	0.367	0.875	198.548	2.43%	264.099	±30.425	15.32%
1000	184	18.40%	10.68%	0.392	0.892	209.154	5.34%	255.458	±20.810	9.95%
2000	380	19.00%	3.26%	0.375	0.893	198.599	5.05%	267.592	±15.414	7.76%
5000	986	19.72%	3.79%	0.409	0.902	223.793	12.69%	291.725	±10.628	4.75%
10000	1995	19.95%	1.17%	0.405	0.899	218.843	2.21%	285.837	±7.363	3.36%
20000	3919	19.60%	1.78%	0.403	0.900	216.242	1.19%	278.169	±5.067	2.34%
50000	9770	19.54%	0.28%	0.400	0.897	217.730	0.69%	286.399	±3.299	1.52%
100000	19921	19.92%	1.95%	0.409	0.900	222.749	2.31%	289.948	±2.362	1.06%

Длина переходного режима для варианта 6 составляет 10000.

Таблица 9. Вариант 7 исследования

Исх. Данные (вариант 7)		К	Е	поток	а	б	КВ			
		2	0/1	аппр.	145.29	88	0.76			
Заявок	Потери	потери	П (%)	очер.	Загрузка	Ср.вр. ож.	О (%)	вр. ож.	Дов. инт.	Д (%)
10	0	0.00%	-	0.012	0.287	3.237	-	7.237	±5.895	182.11%
20	0	0.00%	-	0.021	0.294	5.377	66.11%	10.492	±6.044	112.40%
50	0	0.00%	-	0.008	0.305	2.352	56.26%	11.666	±4.250	180.70%
100	1	1.00%	-	0.027	0.307	8.456	259.52%	20.041	±5.163	61.06%
200	4	2.00%	100.00%	0.038	0.264	11.145	31.80%	34.888	±6.355	57.02%
500	6	1.20%	40.00%	0.046	0.308	13.591	21.95%	34.252	±3.946	29.03%
1000	12	1.20%	0.00%	0.046	0.298	13.629	0.28%	35.554	±2.896	21.25%
2000	32	1.60%	33.33%	0.043	0.308	12.772	6.29%	32.415	±1.867	14.62%
5000	76	1.52%	5.00%	0.043	0.301	12.777	0.04%	37.787	±1.377	10.78%
10000	140	1.40%	7.89%	0.041	0.298	12.077	5.48%	33.581	±0.865	7.16%
20000	279	1.40%	0.36%	0.041	0.298	12.070	0.06%	35.053	±0.638	5.29%
50000	703	1.41%	0.79%	0.041	0.299	12.437	3.04%	36.382	±0.419	3.37%
100000	1464	1.46%	4.13%	0.042	0.300	12.516	0.64%	35.506	±0.289	2.31%

Длина переходного режима для варианта 7 составляет 2000.

Таблица 10. Вариант 8 исследования

Исх. Данные (вариант 8)		К	Е	поток	а	б	КВ			
		2	0/1	аппр.	145.29	187	0.76			
Заявок	Потери	потери	П (%)	очер.	Загрузка	Ср.вр. ож.	О (%)	вр. ож.	Дов. инт.	Д (%)
10	0	0.00%	-	0.109	0.614	52.151	-	87.130	±70.976	136.10%
20	0	0.00%	-	0.066	0.595	32.046	38.55%	45.110	±25.984	81.08%
50	1	2.00%	-	0.164	0.613	71.803	124.06%	101.751	±37.068	51.62%
100	2	2.00%	0.00%	0.097	0.689	40.374	43.77%	84.707	±21.821	54.05%
200	11	5.50%	175.00%	0.213	0.651	77.421	91.76%	118.687	±21.619	27.92%
500	32	6.40%	16.36%	0.143	0.586	47.087	39.18%	80.531	±9.277	19.70%
1000	67	6.70%	4.69%	0.159	0.593	53.905	14.48%	98.226	±8.002	14.84%
2000	117	5.85%	12.69%	0.161	0.613	54.721	1.51%	101.495	±5.846	10.68%
5000	359	7.18%	22.74%	0.180	0.597	58.709	7.29%	105.770	±3.853	6.56%
10000	700	7.00%	2.51%	0.175	0.602	59.012	0.52%	107.357	±2.766	4.69%
20000	1412	7.06%	0.86%	0.176	0.603	59.010	0.00%	105.979	±1.930	3.27%
50000	3469	6.94%	1.73%	0.171	0.594	57.723	2.18%	104.300	±1.202	2.08%
100000	7231	7.23%	4.22%	0.176	0.601	59.522	3.12%	106.843	±0.870	1.46%

Длина переходного режима для варианта 8 составляет 10000.

Таблица 11. Вариант 9 исследования

Исх. Данные (вариант 9)		К	Е	поток	а	б	КВ			
		2	0/1	аппр.	145.29	366	0.76			
Заявок	Потери	потери	П (%)	очер.	Загрузка	Ср.вр. ож.	О (%)	вр. ож.	Дов. инт.	Д (%)
10	2	20.00%	-	0.251	0.927	98.124	-	161.630	±131.664	134.18%
20	0	0.00%	100.00%	0.171	0.891	50.530	48.50%	54.096	±31.160	61.67%
50	8	16.00%	-	0.278	0.908	124.719	146.82%	145.819	±53.122	42.59%
100	21	21.00%	31.25%	0.349	0.857	168.381	35.01%	289.359	±74.539	44.27%
200	36	18.00%	14.29%	0.342	0.887	144.990	13.89%	221.460	±40.339	27.82%
500	98	19.60%	8.89%	0.404	0.907	187.123	29.06%	227.638	±26.224	14.01%
1000	215	21.50%	9.69%	0.408	0.900	184.516	1.39%	217.281	±17.700	9.59%
2000	378	18.90%	12.09%	0.385	0.896	170.197	7.76%	222.445	±12.813	7.53%
5000	1008	20.16%	6.67%	0.410	0.900	188.321	10.65%	242.548	±8.836	4.69%
10000	2093	20.93%	3.82%	0.407	0.902	185.552	1.47%	245.525	±6.325	3.41%
20000	4062	20.31%	2.96%	0.400	0.899	181.614	2.12%	237.203	±4.321	2.38%
50000	10149	20.30%	0.06%	0.409	0.899	187.007	2.97%	243.564	±2.806	1.50%
100000	20763	20.76%	2.29%	0.412	0.900	189.544	1.36%	244.957	±1.995	1.05%

Длина переходного режима для варианта 9 составляет 50000.

2.5. Графическое представление результатов экспериментов

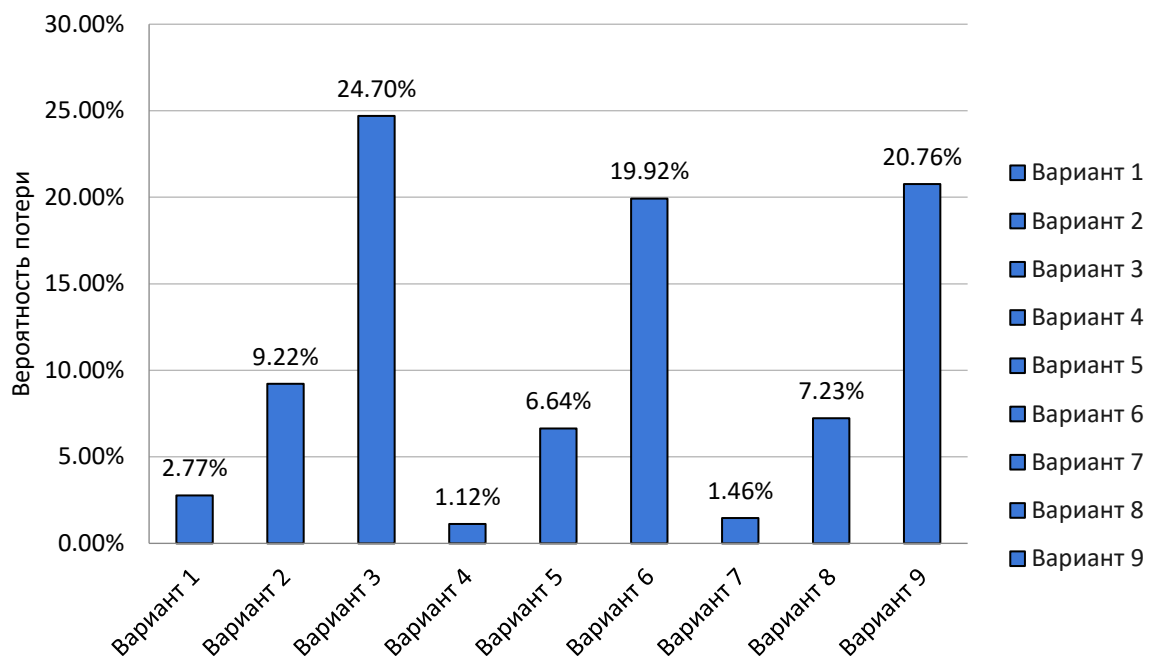


Рисунок 2. Вероятность потери

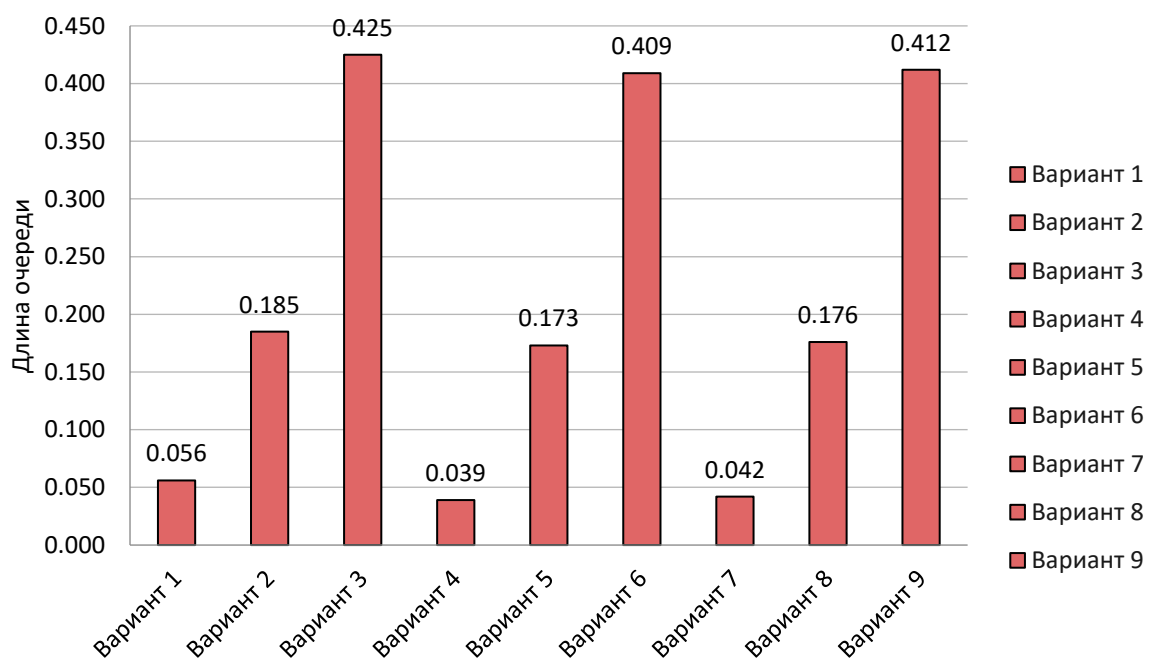


Рисунок 3. Длина очереди

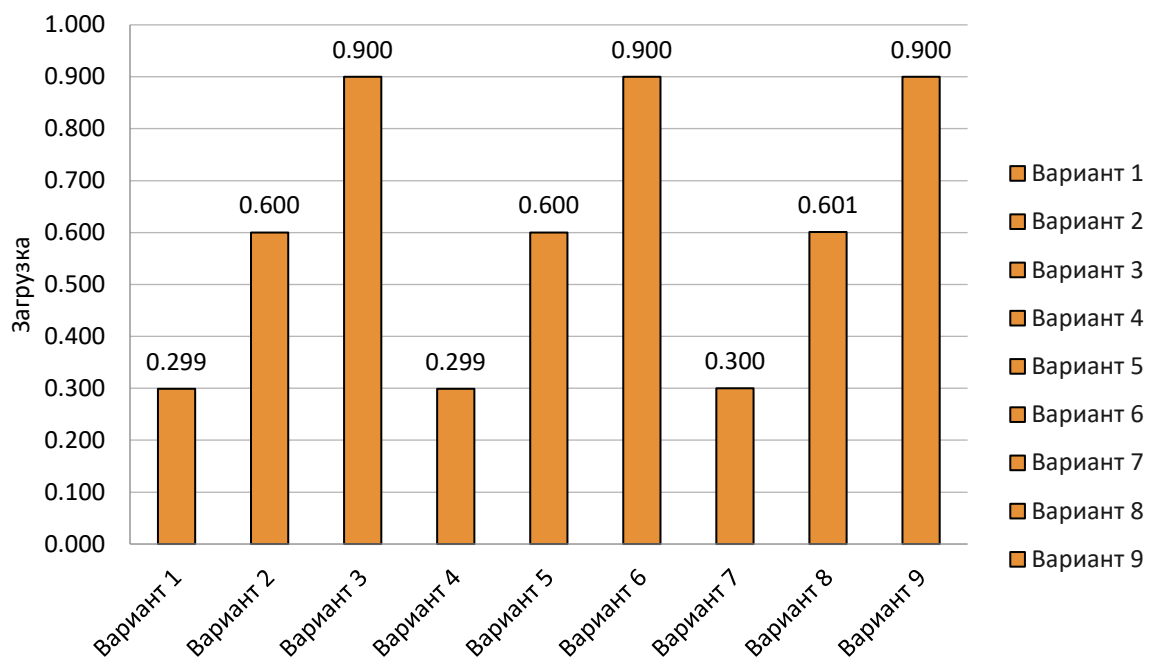


Рисунок 4. Загрузка

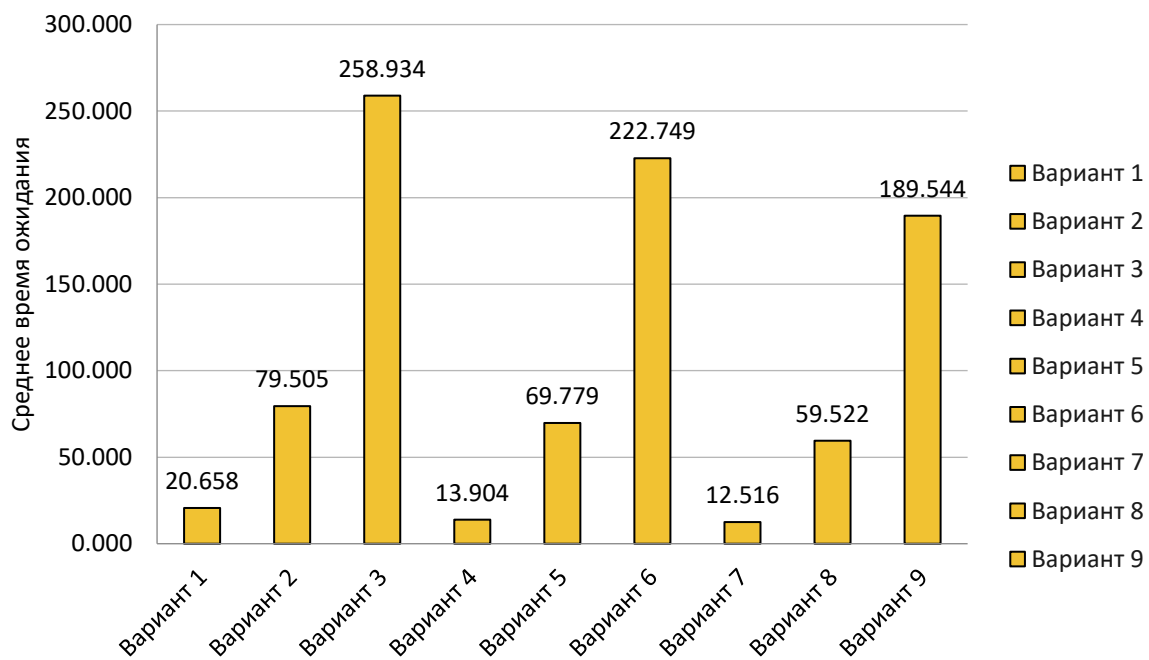


Рисунок 5. Среднее время ожидания

3. Вывод

Итак, согласно проведённым экспериментам, можно сделать вывод, что такие характеристики, как вероятность потери, длина очереди и среднее время ожидания напрямую зависят от загрузки. Объяснить это можно тем, что с увеличением времени обслуживания СМО успевает обрабатывать всё меньше и меньше заявок, соответственно очередь и время ожидания растут, а заявкам просто не находится места и они вынуждены теряться, не проходя обработку на приборах.