

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

Кафедра информатики и прикладной математики

**Теория вероятности**

Лабораторная работа №1

“Исследование генераторов случайных величин”



Проверила: **Муравьёва-Витковская**

Старались: **Тихомиров В.Э.**

**Шкаруба Н.Е.**

Группа **P3218**

2016г

## Таблицы с результатами

Таблица 1

Характеристики генераторов случайных величин с равномерным распределением

Хар-ки и интервалы	RN 110						RN 900					
	10	100	1000	5000	10000	20000	10	100	1000	5000	10000	20000
Мат.ож. 500	561	513	490	494	498.367	499.142	480	525	491.252	492.895	496	497
	0.1083	0.0244	-0.0197	-0.0114	-0.0033	-0.0017	-0.0412	0.0482	-0.0178	-0.0144	-0.0072	-0.0051
С.к.о. 288, 67	205	287.59	292	287	287.949	289.132	275	317	293.747	290.379	289	289
	-0.4070	-0.0038	0.0128	-0.0071	-0.0025	0.0016	-0.0506	0.0897	0.0173	0.0059	0.0019	0.0023
К-т вар. 0,577	0.3659	0.5612	0.5964	0.5798	0.5778	0.5793	0.5722	0.6037	0.5980	0.5891	0.5826	0.5817
	-0.5769	-0.0282	0.0325	0.0049	0.0014	0.0039	-0.0084	0.0442	0.0350	0.0206	0.0096	0.0080
0-100	0	9	101	476	984	2006	1	12	119	557	1053	2076
100-200	0	9	120	534	1010	1994	0	8	93	489	1008	2025
200-300	0	9	102	548	1054	2068	1	10	99	497	972	1984
300-400	2	9	91	463	962	1935	2	9	102	496	990	1942
400-500	3	14	107	515	1019	2029	2	13	108	515	1022	2073
500-600	2	12	89	538	1039	2065	1	5	90	483	992	1948
600-700	1	8	101	510	995	1987	1	6	91	483	1004	1991
700-800	0	7	89	453	943	1916	0	5	90	507	1011	2028
800-900	1	15	104	467	1002	1962	1	16	104	495	955	1933
900-1000	1	8	96	496	992	2038	1	16	104	478	993	2000

Таблица 2

Характеристики генераторов случайных величин с экспоненциальным распределением

Хар-ки и интервалы	RN 110						RN 900					
	10	100	1000	5000	10000	20000	10	100	1000	5000	10000	20000
Мат.ож. 500	387	449	488	507	502.323	502.036	473	434.983	497.882	503.39	496	491
	-0.2908	-0.1144	-0.0251	0.0141	0.0046	0.0041	-0.0562	-0.1495	-0.0043	0.0067	-0.0077	-0.0180
С.к.о. 500	444	483	512	500	499.015	500.745	436	391.524	511.857	502.823	495	492
	-0.1250	-0.0342	0.0232	0.0010	-0.0020	0.0015	-0.1459	-0.2771	0.0232	0.0056	-0.0098	-0.0171
К-т вар. 1	1.1474	1.0776	1.0494	0.9868	0.9934	0.9974	0.9217	0.9001	1.0281	0.9989	0.9979	1.0009
	0.1284	0.0720	0.0471	-0.0134	-0.0066	-0.0026	-0.0849	-0.1110	0.0273	-0.0011	-0.0021	0.0009
0-100	5	20	184	857	1759	3569	2	21	190	891	1784	3541
100-200	0	18	153	738	1480	2972	2	16	137	725	1495	3018
200-300	1	12	123	616	1221	2396	0	9	131	619	1223	2411
300-400	1	9	96	484	939	1948	1	9	100	515	1040	2082
400-500	0	9	92	394	818	1659	1	10	80	399	802	1631
500-600	0	9	75	371	751	1382	1	7	55	318	661	1311
600-700	0	4	51	282	583	1102	1	6	58	293	577	1141
700-800	1	6	49	267	497	1005	0	5	43	226	421	880
800-900	0	2	26	155	317	691	1	7	39	182	350	673
900-1000	0	0	29	152	301	598	0	2	37	166	331	641
1000-1100	1	2	17	114	233	477	0	3	22	122	245	480
1100-1200	1	2	25	110	215	415	0	1	17	88	199	406
1200-1300	0	0	8	91	164	297	0	0	24	81	161	344
1300-1400	0	0	12	67	127	253	0	0	9	63	134	280
1400-1500	0	2	11	54	106	229	1	1	11	53	111	214
1500-1600	0	1	10	42	82	178	0	1	5	42	85	178

1600-1700	0	0	7	47	89	165	0	0	8	41	78	146
1700-1800	0	0	3	28	52	120	0	1	11	32	43	97
1800-1900	0	2	4	22	44	97	0	1	5	27	53	103
1900-2000	0	2	25	109	222	447	0	0	18	117	207	423

Таблица 3

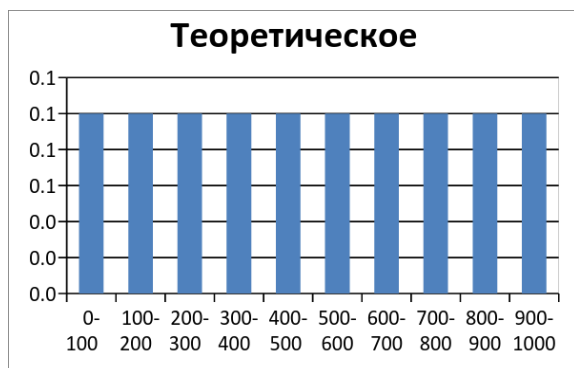
Характеристики генераторов случайных величин с распределением Эрланга

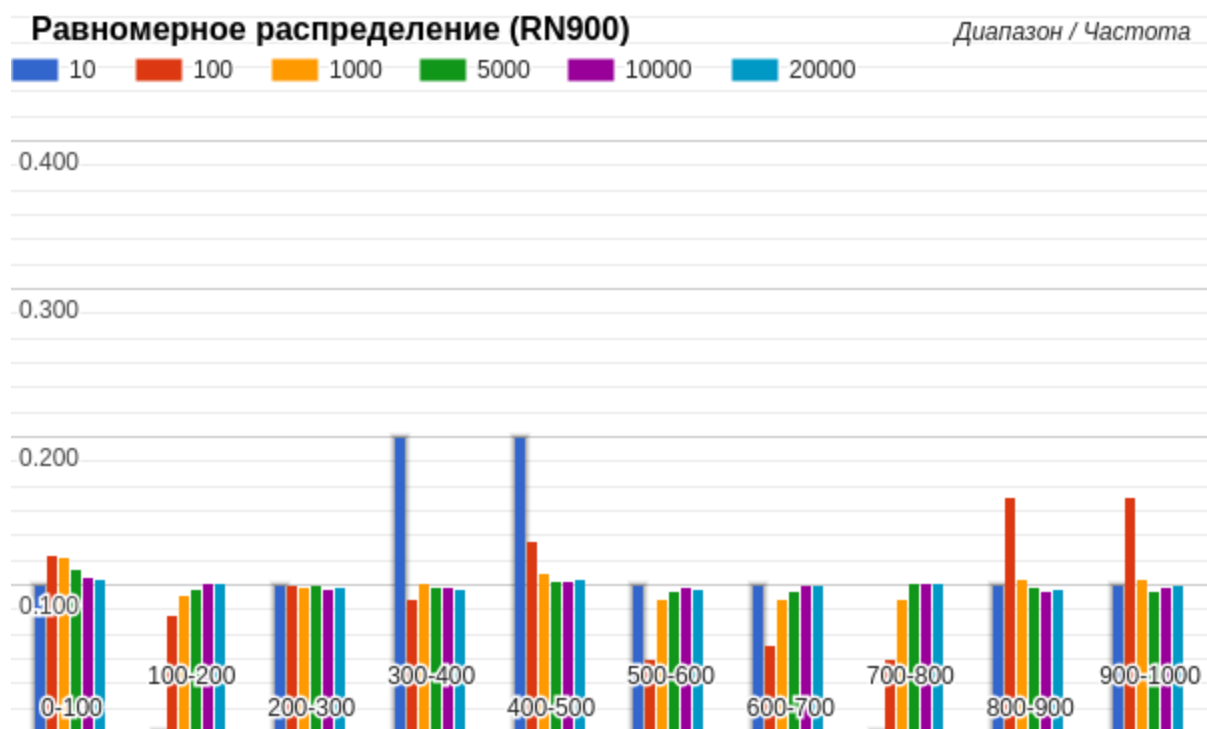
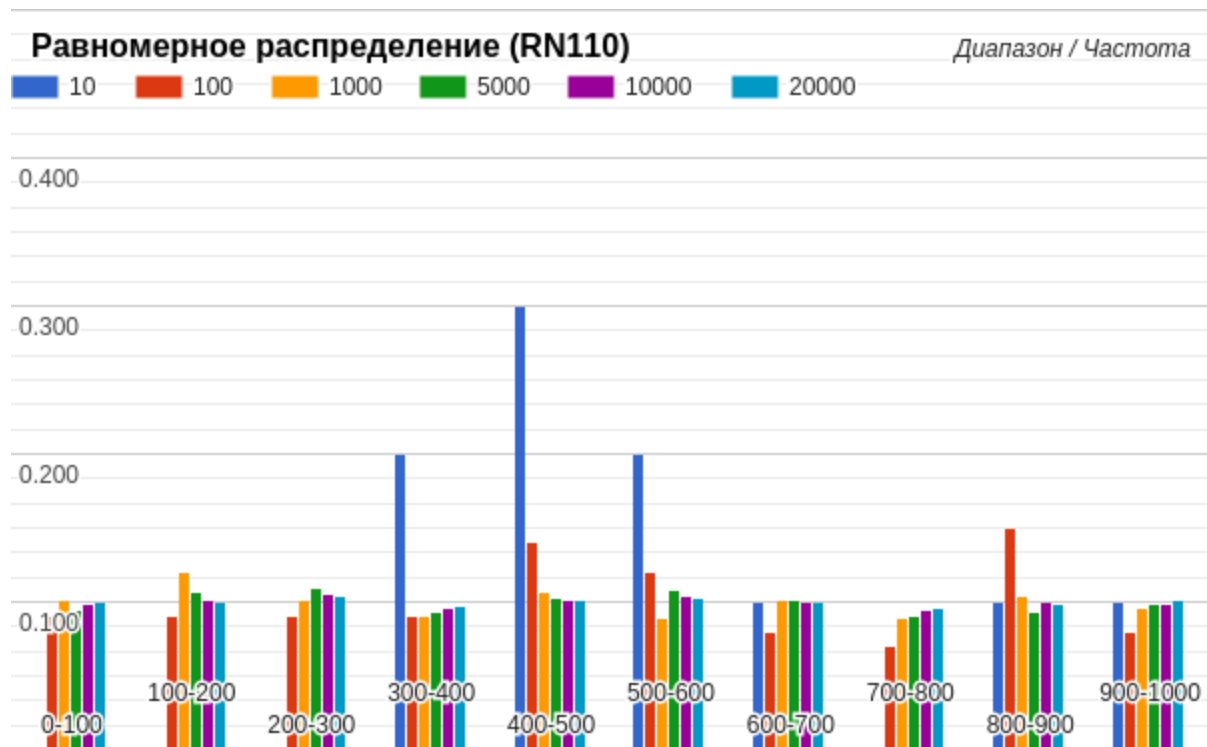
Хар-ки и интервалы		RN 110						RN 900					
		10	100	1000	5000	10000	20000	10	100	1000	5000	10000	20000
k=2	Мат.ож. 500	398,634	540,725	515,541	506,246	503,184	500,675	677,532	532,982	507,745	494.594	498.536	500.234
		0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	-0.011	-0.003	0.000
	С.к.о. 353.553	194,476	345,482	334,094	342,235	348,900	351,802	336,866	393,466	364,363	353.135	353.882	358.018
		0.998	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	-0.001	0.001	0.012
	К-т вар. 0.707	0.488	0.639	0.648	0.676	0.693	0.703	0.497	0.738	0.718	0.714	0.710	0.716
		-0.449	-0.107	-0.091	-0.046	-0.020	-0.006	-0.422	0.042	0.015	0.010	0.004	0.012
0-100		0	2	41	288	585	1206	0	7	66	327	610	1241
100-200		2	8	108	597	1244	2601	0	10	135	665	1322	2567
200-300		1	15	143	682	1405	2918	0	19	140	697	1431	2925
300-400		3	20	151	724	1414	2723	3	14	117	675	1397	2822
400-500		2	11	112	591	1180	2294	1	9	125	621	1232	2429
500-600		0	10	132	530	1073	2058	1	6	104	506	964	1906
600-700		1	5	75	403	759	1525	1	6	73	369	754	1508
700-800		1	7	61	341	656	1268	2	7	59	289	583	1187
800-900		0	9	51	232	477	946	0	7	50	240	462	897
900-1000		0	2	43	168	322	677	0	3	31	150	327	651
1000-1100		0	3	23	135	255	510	0	1	27	124	251	503
1100-1200		0	3	13	90	185	363	1	4	20	97	191	386
1200-1300		0	2	16	63	131	269	0	1	10	73	137	259
1300-1400		0	1	12	55	97	189	1	1	15	59	107	225
1400-1500		0	1	4	29	55	117	0	2	6	26	67	135
1500-1600		0	0	5	17	35	95	0	1	6	21	39	95
1600-1700		0	0	3	21	34	71	0	1	7	22	41	83
1700-1800		0	0	1	6	16	32	0	1	4	9	21	48
1800-1900		0	0	2	11	29	48	0	0	2	8	19	37
1900-2000		0	1	4	17	48	90	0	0	3	22	45	96
k=4	Мат.ож. 500	499.564	525.402	507.976	503.184	500.675	497.291	581.025	543.177	509.08	498.656	500.234	499.261
		-0.001	0.048	0.016	0.006	0.001	-0.005	0.139	0.079	0.018	-0.003	0.000	-0.001
	С.к.о. 250	262.273	221.342	242.840	246.302	248.810	246.683	348.247	277.821	246.518	248.155	252.241	249.210
		0.047	-0.129	-0.029	-0.015	-0.005	-0.013	0.282	0.100	-0.014	-0.007	0.009	-0.003
	К-т вар. 0.5	0.525	0.421	0.478	0.489	0.497	0.496	0.599	0.511	0.484	0.498	0.504	0.499
		0.048	-0.187	-0.046	-0.021	-0.006	-0.008	0.166	0.022	-0.033	-0.005	0.008	-0.002
0-100		0	0	6	34	79	195	0	0	6	50	105	176
100-200		0	3	60	334	685	1363	2	9	65	338	691	1398
200-300		3	10	133	684	1419	2874	0	11	142	744	1432	2814
300-400		1	21	181	881	1767	3576	2	16	155	866	1776	3573
400-500		2	17	170	863	1680	3322	1	12	188	855	1700	3458
500-600		1	15	145	709	1411	2861	2	17	138	672	1330	2706
600-700		2	16	122	553	1070	2057	0	10	114	498	1008	2031
700-800		0	5	62	368	743	1494	0	9	68	385	764	1506
800-900		0	6	50	226	433	893	0	4	39	238	476	948

900-1000		0	4	33	138	307	594	2	3	37	150	291	557
1000-1100		1	2	21	87	170	331	0	2	20	85	180	361
1100-1200		0	0	2	53	106	191	0	5	18	58	112	211
1200-1300		0	0	6	30	51	101	1	1	6	25	54	108
1300-1400		0	1	5	19	34	66	0	1	3	20	36	74
1400-1500		0	0	3	12	25	43	0	0	0	8	19	36
1500-1600		0	0	1	5	9	19	0	0	0	4	10	20
1600-1700		0	0	0	2	5	9	0	0	1	2	6	8
1700-1800		0	0	0	0	2	5	0	0	0	1	3	5
1800-1900		0	0	0	2	2	4	0	0	0	1	1	2
1900-2000		0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	6	8
k=5	Мат.ож. 500	527.504	512.884	507.346	500.881	498.587	497.296	544.118	555.844	504.444	499.508	502.041	500.22
		0.052	0.025	0.014	0.002	-0.003	-0.005	0.081	0.100	0.009	-0.001	0.004	0.000
	С.к.о. 223.607	194.242	201.422	214.655	218.745	222.007	222.007	255.116	228.07	224.675	221.862	225.757	223.345
		-0.151	-0.110	-0.042	-0.022	-0.007	-0.007	0.124	0.020	0.005	-0.008	0.010	-0.001
	К-т вар. 0.44	0.368	0.393	0.423	0.437	0.445	0.446	0.469	0.410	0.445	0.444	0.450	0.446
		-0.195	-0.120	-0.040	-0.008	0.012	0.014	0.062	-0.072	0.012	0.009	0.022	0.015
0-100		0	0	2	12	28	62	0	0	3	19	38	70
100-200		0	1	36	225	497	1018	1	8	51	232	486	995
200-300		1	13	125	652	1321	2613	1	9	129	637	1261	2532
300-400		2	15	193	932	1880	3794	1	13	198	990	1945	3813
400-500		1	30	187	956	1913	3824	1	12	168	955	1876	3833
500-600		3	15	171	812	1542	3120	3	15	163	775	1562	3149
600-700		1	10	112	563	1090	2149	0	16	104	534	1086	2181
700-800		1	5	70	371	761	1507	1	13	86	376	738	1433
800-900		1	4	49	216	435	866	1	5	41	220	443	896
900-1000		0	5	29	125	263	516	1	7	26	117	247	510
1000-1100		0	1	15	68	131	255	0	2	13	72	154	280
1100-1200		0	1	4	28	61	126	0	0	10	35	81	146
1200-1300		0	0	5	22	43	76	0	0	4	16	34	77
1300-1400		0	0	1	10	19	41	0	0	3	12	25	49
1400-1500		0	0	1	5	9	19	0	0	0	4	12	19
1500-1600		0	0	0	2	3	8	0	0	1	2	4	5
1600-1700		0	0	0	1	2	3	0	0	0	2	4	4
1700-1800		0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	4
1800-1900		0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0
1900-2000		0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	2	4

## Гистограммы распределений:

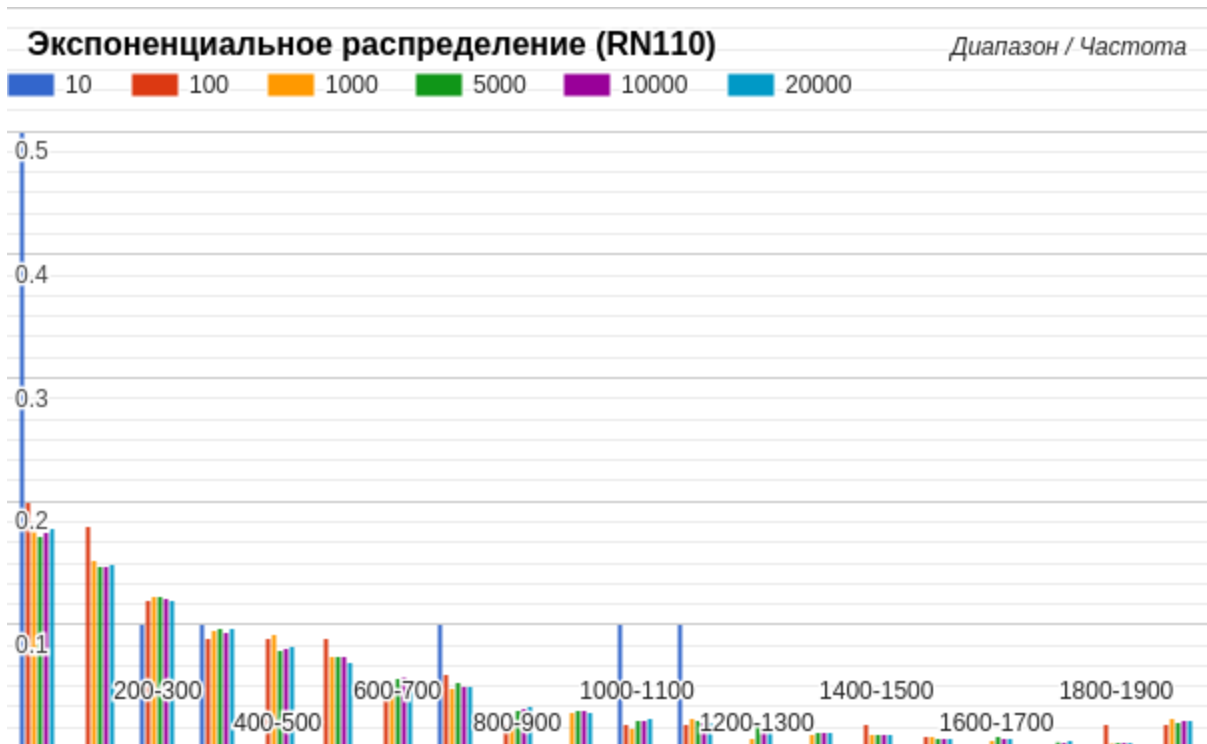
- Равномерное распределение

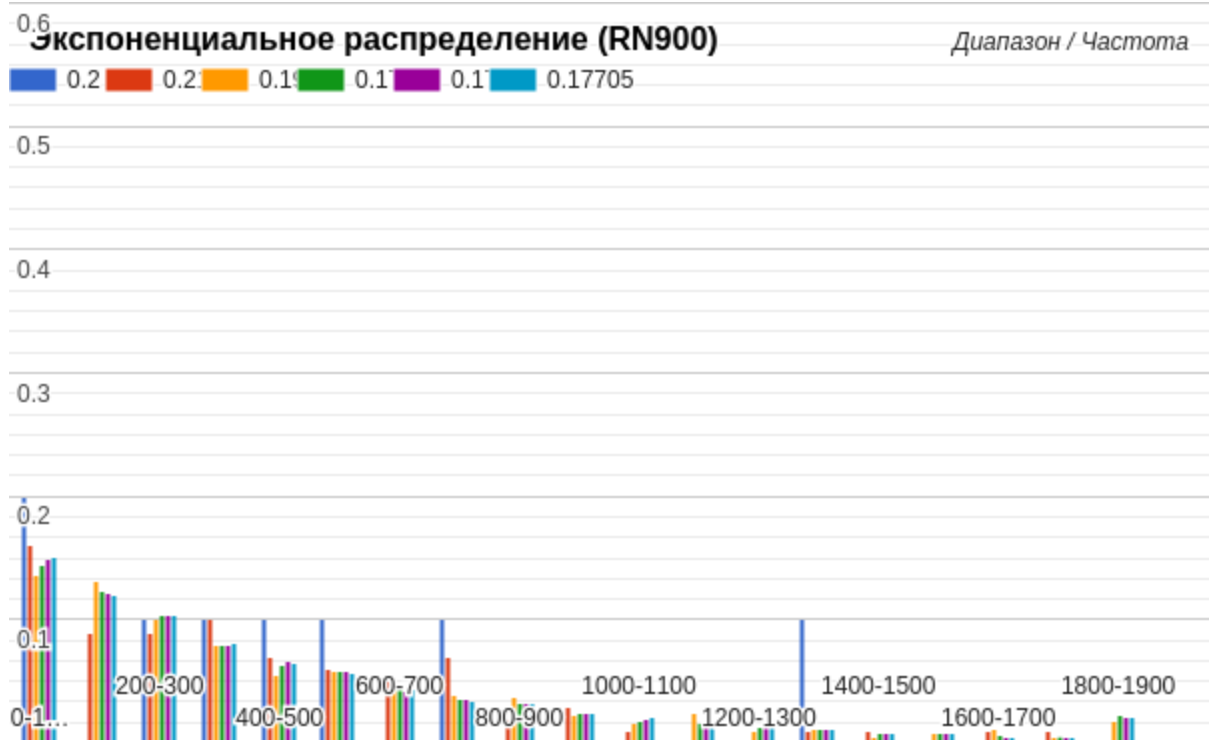




Оба генератора выдают весьма схожие с теоретическими значениями результаты.

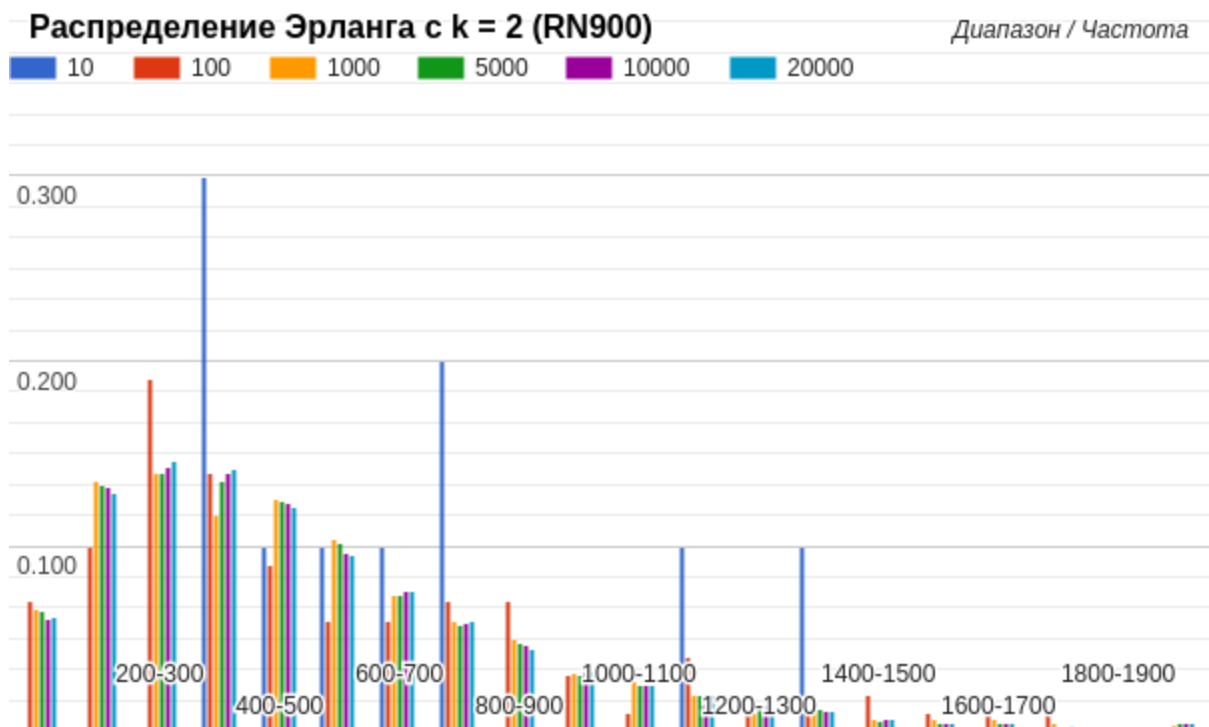
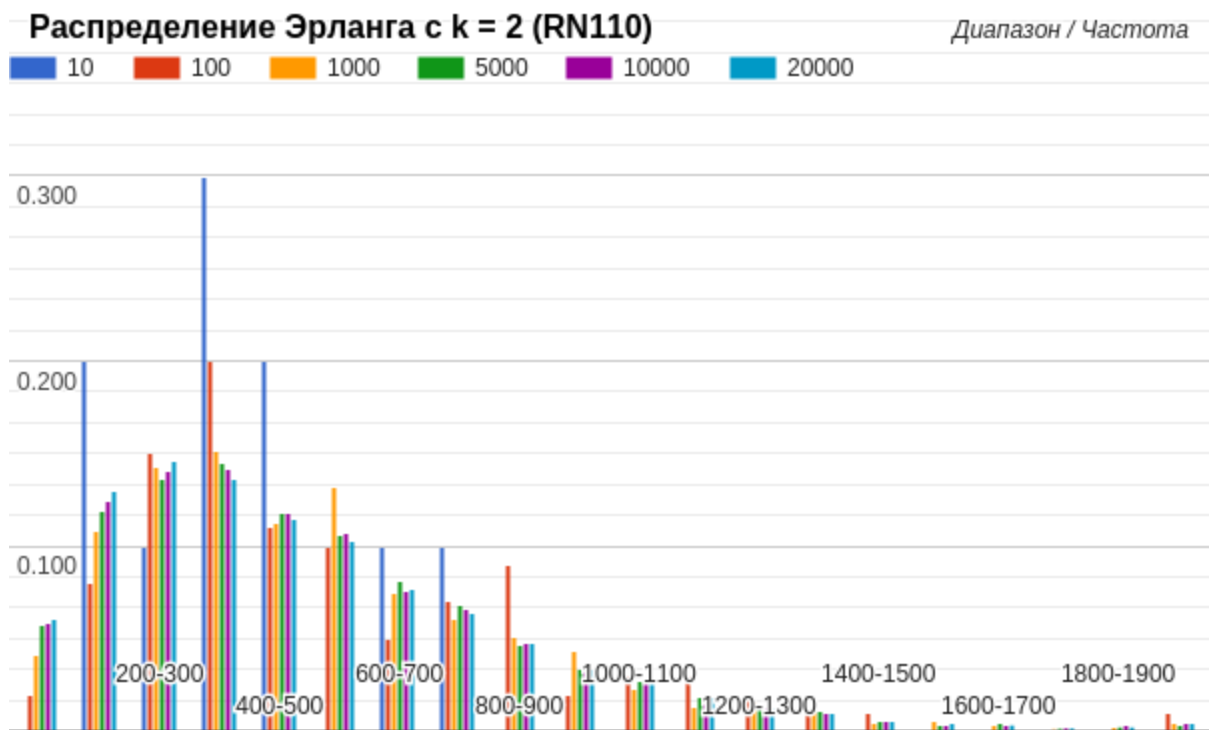
- Экспоненциальное распределение





Как видно, RN900 выдаёт более ровные результаты, чем RN110, по экспоненциальному распределению, всё очень похоже на теорию.

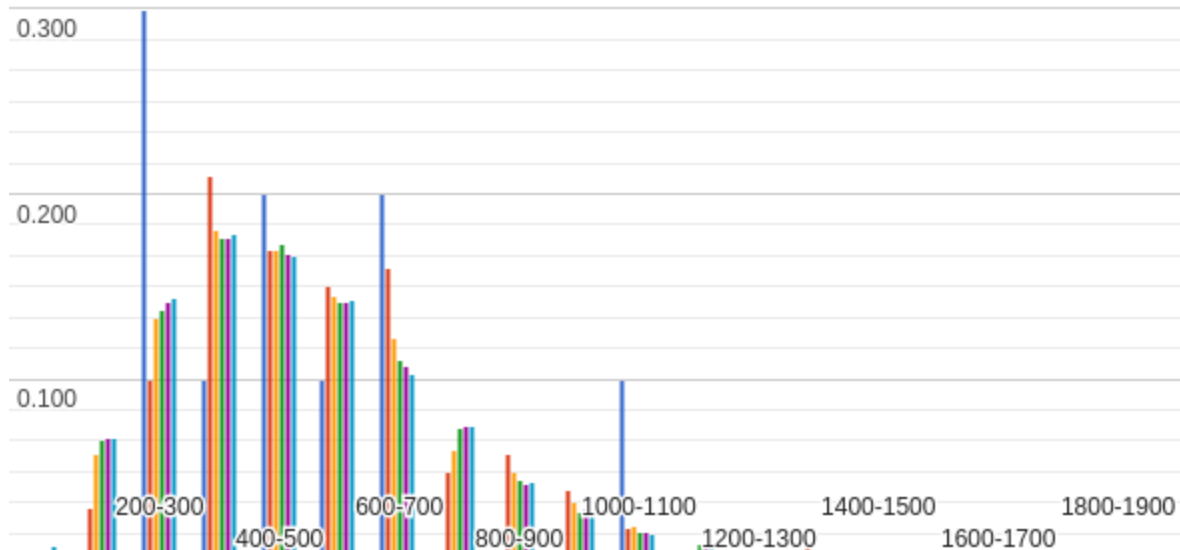
- Распределение Эрланга





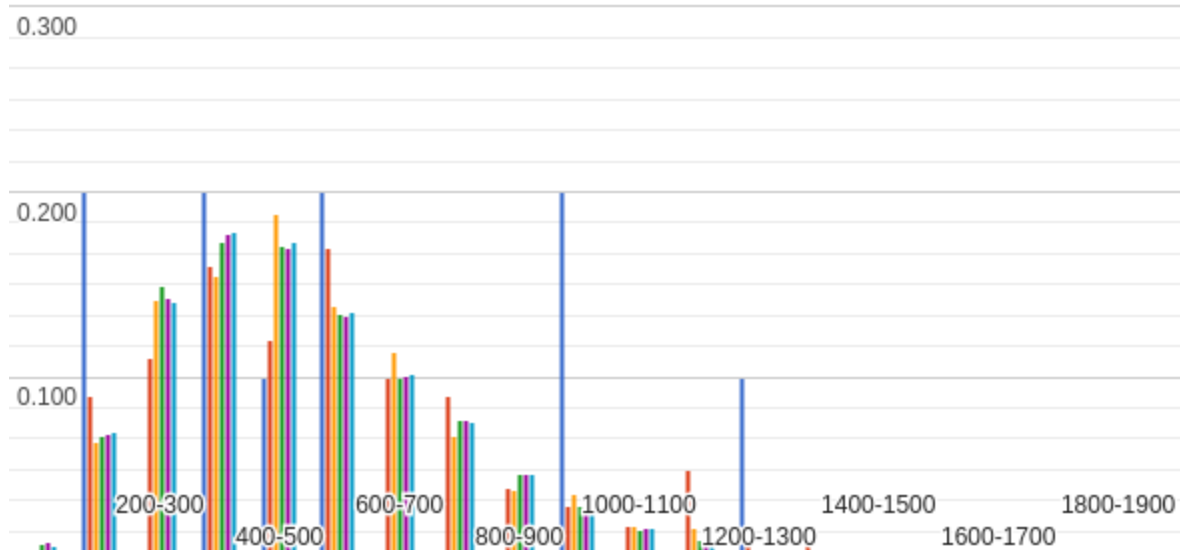
### Распределение Эрланга с $k = 4$ (RN110)

Диапазон / Частота



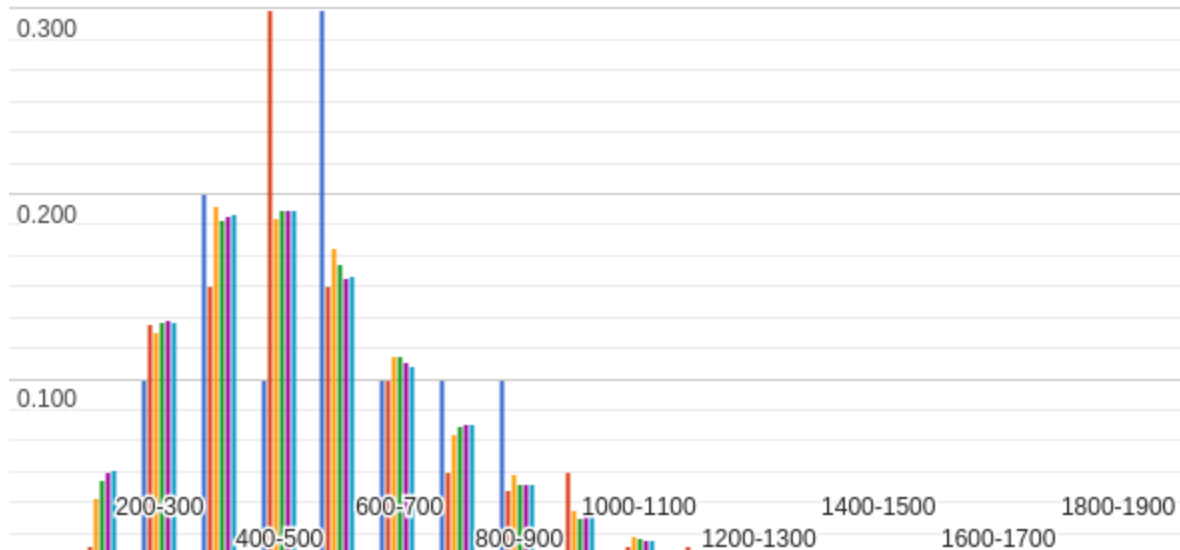
Распределение Эрланга с  $k = 4$  (RN900)

Диапазон / Частота



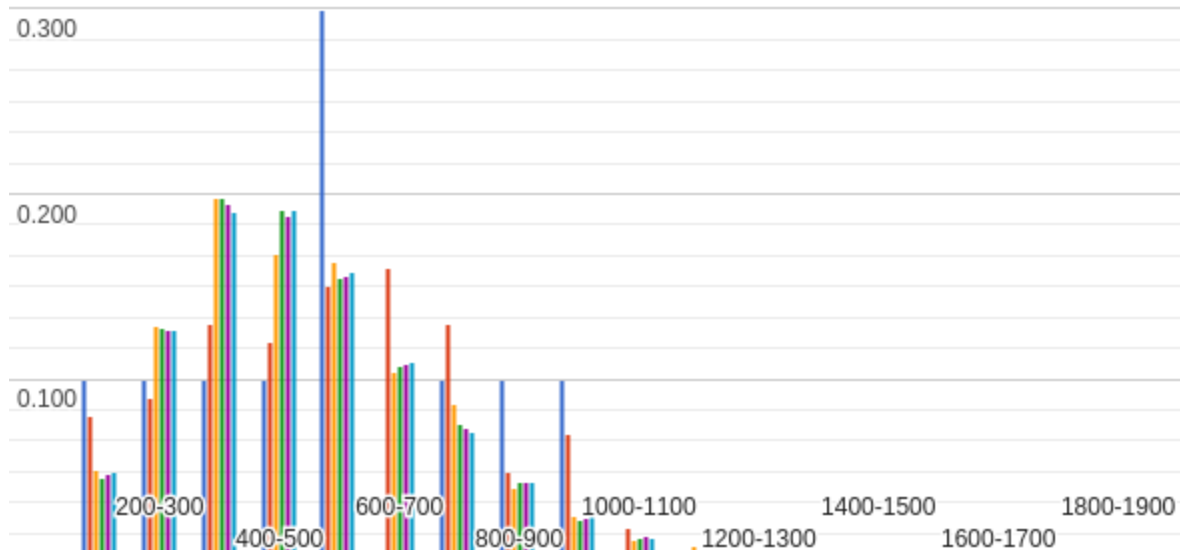
Распределение Эрланга с  $k = 5$  (RN110)

Диапазон / Частота



Распределение Эрланга с  $k = 5$  (RN900)

Диапазон / Частота



## **Выводы:**

Сравнивая размеры выборки случайных величин, начиная с которого параметры генератора сохраняют приемлемую стабильность, можно сделать вывод, что **генератор RN900 лучший**.

Доказательство:

При равномерном распределении RN110 при выборке всего-лишь 100 элементов выдаёт погрешность мат.ожидания 0.02, что допустимо.

При равномерном распределении RN900 при выборке 1000 элементов выдаёт погрешность мат.ожидания 0.02, что допустимо.

**RN110 выдаёт лучшие результаты.**

При экспоненциальном распределении RN110 при выборке 5000 элементов выдаёт погрешность 0.01, что допустимо.

При экспоненциальном распределении RN900 при выборке всего-лишь 1000 элементов выдаёт погрешность мат.ожидания меньшую, чем 0.01, что допустимо.

**RN900 выдаёт лучшие результаты.**

При распределении Эрланга RN110 при выборке 5000 элементов выдаёт погрешность мат.ожидания 0.01, что допустимо.

При распределении Эрланга RN900 при выборке 1000 элементов выдаёт погрешность мат.ожидания 0.01, что допустимо.

При распределении Эрланга RN110 при выборке 1000 элементов выдаёт погрешность мат.ожидания 0.01, что допустимо.

При распределении Эрланга RN900 при выборке 1000 элементов выдаёт погрешность мат.ожидания 0.02, что допустимо.

При распределении Эрланга RN110 при выборке 1000 элементов выдаёт погрешность мат.ожидания 0.01, что допустимо.

При распределении Эрланга RN900 при выборке 1000 элементов выдаёт погрешность мат.ожидания 0.01, что допустимо.

**RN900 выдаёт лучшие результаты.**