



Московский ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции и ордена Трудового  
Красного Знамени государственный технический университет  
имени Н.Э. Баумана

---

Факультет «Робототехники и комплексной автоматизации»  
Кафедра «Компьютерные системы автоматизации производства»

Отчет по лабораторной работе №1 «Разработка имитационной модели производственного  
участка на языке GPSS»

по дисциплине: «Моделирование технологических производственных процессов»

Вариант №6

Группа: РК9-84Б  
Студент: Масный Д.И.  
Преподаватель: Зудина О.В.

## Исходные данные

Таблица 1 Исходные данные

№ варианта	Количество станков	Интервал между прибытием заготовок, закон экс., $\tau_1$ , сек.	Время обработки на первом станке $t_1$ , сек.	Время обработки на втором станке $t_2$ , сек.	Время обработки на третьем станке $t_3$ , сек.	Время захвата роботом заготовки $\tau_2$ , сек.
6	2	150	Э (20)	Н (9, 1)	-	14

## Исходный код модели на языке GPSS

```

START 75 ; СТАРТ И УСТ ТЕРМ СЧ В 75
RMULT 7575461,1326465,5599941 ; БАЗЫ ГЕНЕРАТОРОВ
GENERATE (EXPONENTIAL(1,0,150)),,75 ; ГЕНЕРАЦИЯ Т. ПО ЭКСП ЗАКОНУ С М 150

QUEUE ROB1 ; НАЧАЛО СБОРА СТАТИСТИКИ РОБОТА1
SEIZE ROBOT1 ; ЗАХВАТ РОБОТА1 (ОЧЕРЕДЬ)
DEPART ROB1 ; КОНЕЦ СБОРА СТАТИСТИКИ РОБОТА1
ADVANCE 14,1 ; ЗАХВАТ ЗАГОТОВКИ
ADVANCE 8 ; ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ЗАГОТОВКИ ИЗ НАКОПИТЕЛЯ К СТАНКУ
ADVANCE 14,1 ; ОСВОБОЖДЕНИЕ ЗАГОТОВКИ
ADVANCE 8 ; ПЕРЕМЕЩЕНИЕ СХВАТА ОТ СТАНКА К НАКОПИТЕЛЮ
RELEASE ROBOT1 ; ОСВОБОЖДЕНИЕ РОБОТА1

QUEUE STAN1 ; НАЧАЛО СБОРА СТАТИСТИКИ СТАНКА1
SEIZE STANOK1 ; ЗАХВАТ СТАНКА1 (ОЧЕРЕДЬ)
DEPART STAN1 ; КОНЕЦ СБОРА СТАТИСТИКИ СТАНКА1
ADVANCE (EXPONENTIAL(2,0,20)); ОБРАБОТКА НА СТАНКЕ1 ПО ЭКСП ЗАКОНУ С МО 20
RELEASE STANOK1 ; ОСВОБОЖДЕНИЕ СТАНКА1

QUEUE ROB2 ; НАЧАЛО СБОРА СТАТИСТИКИ РОБОТА2
SEIZE ROBOT2 ; ЗАХВАТ РОБОТА2 (ОЧЕРЕДЬ)
DEPART ROB2 ; КОНЕЦ СБОРА СТАТИСТИКИ РОБОТА2
ADVANCE 14,1 ; ЗАХВАТ ЗАГОТОВКИ
ADVANCE 8 ; ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ЗАГОТОВКИ ИЗ НАКОПИТЕЛЯ К СТАНКУ
ADVANCE 14,1 ; ОСВОБОЖДЕНИЕ ЗАГОТОВКИ
ADVANCE 8 ; ПЕРЕМЕЩЕНИЕ СХВАТА ОТ СТАНКА К НАКОПИТЕЛЮ
RELEASE ROBOT2 ; ОСВОБОЖДЕНИЕ РОБОТА2

QUEUE STAN2 ; НАЧАЛО СБОРА СТАТИСТИКИ СТАНКА2
SEIZE STANOK2 ; ЗАХВАТ СТАНКА2 (ОЧЕРЕДЬ)
DEPART STAN2 ; КОНЕЦ СБОРА СТАТИСТИКИ СТАНКА2
ADVANCE (ABS(NORMAL(2,9,1))); ОБРАБОТКА НА СТАНКЕ2 ПО НОРМ ЗАКОНУ С М 9 И Д 1
RELEASE STANOK2 ; ОСВОБОЖДЕНИЕ СТАНКА2

QUEUE ROB3 ; НАЧАЛО СБОРА СТАТИСТИКИ РОБОТА3
SEIZE ROBOT3 ; ЗАХВАТ РОБОТА3 (ОЧЕРЕДЬ)
DEPART ROB3 ; КОНЕЦ СБОРА СТАТИСТИКИ РОБОТА3
ADVANCE 14,1 ; ЗАХВАТ ЗАГОТОВКИ
ADVANCE 8 ; ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ЗАГОТОВКИ ИЗ НАКОПИТЕЛЯ К СТАНКУ
ADVANCE 14,1 ; ОСВОБОЖДЕНИЕ ЗАГОТОВКИ
ADVANCE 8 ; ПЕРЕМЕЩЕНИЕ СХВАТА ОТ СТАНКА К НАКОПИТЕЛЮ
RELEASE ROBOT3 ; ОСВОБОЖДЕНИЕ РОБОТА3

TERMINATE 1 ; ДЕКРЕМЕНТАЦИЯ ТЕРМИНАЛЬНОГО СЧЕТЧИКА НА 1 ВЫХОД ТР ИЗ ;
; МОДЕЛИ

```

## Результаты прогонов модели

RMULT 7575461,1326465,5599941

START TIME		END TIME	BLOCKS	FACILITIES	STORAGES				
0.000		11417.705	36	5	0				
FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE. TIME	AVAIL.	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
ROBOT1	75	0.289	43.978	1	0	0	0	0	0
STANOK1	75	0.139	21.206	1	0	0	0	0	0
ROBOT2	75	0.290	44.171	1	0	0	0	0	0
STANOK2	75	0.060	9.060	1	0	0	0	0	0
ROBOT3	75	0.289	44.005	1	0	0	0	0	0
QUEUE	MAX	CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE.(-0)	RETRY	
ROB1	2	0	75	53	0.054	8.272	28.198	0	
STAN1	2	0	75	69	0.018	2.787	34.842	0	
ROB2	2	0	75	53	0.053	8.131	27.718	0	
STAN2	1	0	75	75	0.000	0.000	0.000	0	
ROB3	1	0	75	61	0.001	0.181	0.971	0	

## Рисунок 1 Результаты прогона №1

RMULT 3351864,4416709,3672842

START TIME		END TIME	BLOCKS	FACILITIES	STORAGES				
0.000		10166.786	36	5	0				
FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE. TIME	AVAIL.	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
ROBOT1	75	0.325	44.007	1	0	0	0	0	0
STANOK1	75	0.140	19.014	1	0	0	0	0	0
ROBOT2	75	0.326	44.135	1	0	0	0	0	0
STANOK2	75	0.066	9.001	1	0	0	0	0	0
ROBOT3	75	0.325	44.108	1	0	0	0	0	0
QUEUE	MAX	CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE.(-0)	RETRY	
ROB1	2	0	75	55	0.048	6.448	24.179	0	
STAN1	2	0	75	69	0.014	1.844	23.056	0	
ROB2	2	0	75	54	0.044	5.996	21.416	0	
STAN2	1	0	75	75	0.000	0.000	0.000	0	
ROB3	1	0	75	67	0.002	0.250	2.346	0	

## Рисунок 2 Результаты прогона №2

RMULT 5380170,2228673,8456144

START TIME		END TIME	BLOCKS	FACILITIES	STORAGES				
0.000		12812.663	36	5	0				
FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE. TIME	AVAIL.	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
ROBOT1	75	0.258	44.072	1	0	0	0	0	0
STANOK1	75	0.093	15.858	1	0	0	0	0	0
ROBOT2	75	0.257	43.919	1	0	0	0	0	0
STANOK2	75	0.052	8.958	1	0	0	0	0	0
ROBOT3	75	0.257	43.854	1	0	0	0	0	0
QUEUE	MAX	CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE.(-0)	RETRY	
ROB1	2	0	75	52	0.035	5.958	19.428	0	
STAN1	1	0	75	75	0.000	0.000	0.000	0	
ROB2	1	0	75	55	0.027	4.561	17.103	0	
STAN2	1	0	75	75	0.000	0.000	0.000	0	
ROB3	1	0	75	61	0.002	0.351	1.879	0	

Рисунок 3 Результаты прогона №3

RMULT 5454397,5518473,4554175

START TIME		END TIME		BLOCKS	FACILITIES	STORAGES			
0.000		7427.267		36	5	0			
FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE. TIME	AVAIL.	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
ROBOT1	75	0.444	43.990	1	0	0	0	0	0
STANOK1	75	0.198	19.613	1	0	0	0	0	0
ROBOT2	75	0.445	44.099	1	0	0	0	0	0
STANOK2	75	0.090	8.939	1	0	0	0	0	0
ROBOT3	75	0.444	44.008	1	0	0	0	0	0
QUEUE	MAX	CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE.(-0)	RETRY	
ROB1	2	0	75	46	0.119	11.777	30.457	0	
STAN1	1	0	75	74	0.002	0.215	16.159	0	
ROB2	1	0	75	52	0.037	3.712	12.103	0	
STAN2	1	0	75	75	0.000	0.000	0.000	0	
ROB3	1	0	75	65	0.002	0.245	1.838	0	

Рисунок 4 Результаты прогона №4

RMULT 9601820,5665707,1467643

START TIME		END TIME		BLOCKS	FACILITIES	STORAGES			
0.000		9407.669		36	5	0			
FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE. TIME	AVAIL.	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
ROBOT1	75	0.352	44.145	1	0	0	0	0	0
STANOK1	75	0.193	24.160	1	0	0	0	0	0
ROBOT2	75	0.352	44.137	1	0	0	0	0	0
STANOK2	75	0.072	9.085	1	0	0	0	0	0
ROBOT3	75	0.350	43.847	1	0	0	0	0	0
QUEUE	MAX	CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE.(-0)	RETRY	
ROB1	3	0	75	50	0.089	11.126	33.377	0	
STAN1	1	0	75	66	0.019	2.426	20.215	0	
ROB2	2	0	75	50	0.046	5.768	17.305	0	
STAN2	1	0	75	75	0.000	0.000	0.000	0	
ROB3	1	0	75	63	0.001	0.123	0.770	0	

Рисунок 5 Результаты прогона №5

RMULT 6248912,1007440,3730845

START TIME		END TIME		BLOCKS	FACILITIES	STORAGES			
0.000		11012.511		36	5	0			
FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE. TIME	AVAIL.	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
ROBOT1	75	0.299	43.950	1	0	0	0	0	0
STANOK1	75	0.133	19.530	1	0	0	0	0	0
ROBOT2	75	0.299	43.856	1	0	0	0	0	0
STANOK2	75	0.063	9.195	1	0	0	0	0	0
ROBOT3	75	0.300	44.011	1	0	0	0	0	0
QUEUE	MAX	CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE.(-0)	RETRY	
ROB1	1	0	75	60	0.031	4.495	22.477	0	
STAN1	1	0	75	71	0.013	1.912	35.850	0	
ROB2	1	0	75	65	0.021	3.057	22.927	0	
STAN2	1	0	75	75	0.000	0.000	0.000	0	
ROB3	1	0	75	70	0.001	0.122	1.829	0	

Рисунок 6 Результаты прогона №6

RMULT 9922278,5128223,3006408

START TIME		END TIME		BLOCKS	FACILITIES	STORAGES			
0.000		11991.790		36	5	0			
FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE. TIME	AVAIL.	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
ROBOT1	75	0.276	44.149	1	0	0	0	0	0
STANOK1	75	0.138	22.050	1	0	0	0	0	0
ROBOT2	75	0.275	43.993	1	0	0	0	0	0
STANOK2	75	0.056	9.017	1	0	0	0	0	0
ROBOT3	75	0.274	43.820	1	0	0	0	0	0
QUEUE	MAX	CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE.(-0)	RETRY	
ROB1	2	0	75	62	0.032	5.131	29.600	0	
STAN1	1	0	75	72	0.007	1.080	27.001	0	
ROB2	2	0	75	66	0.020	3.240	27.001	0	
STAN2	1	0	75	75	0.000	0.000	0.000	0	
ROB3	1	0	75	68	0.001	0.141	1.510	0	

Рисунок 7 Результаты прогона №7

RMULT 3069711,9028286,3741243

START TIME		END TIME		BLOCKS	FACILITIES	STORAGES			
0.000		14230.962		36	5	0			
FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE. TIME	AVAIL.	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
ROBOT1	75	0.232	43.987	1	0	0	0	0	0
STANOK1	75	0.120	22.849	1	0	0	0	0	0
ROBOT2	75	0.232	43.961	1	0	0	0	0	0
STANOK2	75	0.047	8.861	1	0	0	0	0	0
ROBOT3	75	0.231	43.885	1	0	0	0	0	0
QUEUE	MAX	CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE.(-0)	RETRY	
ROB1	2	0	75	62	0.025	4.672	26.956	0	
STAN1	1	0	75	71	0.003	0.477	8.937	0	
ROB2	2	0	75	61	0.019	3.619	19.389	0	
STAN2	1	0	75	75	0.000	0.000	0.000	0	
ROB3	1	0	75	69	0.001	0.159	1.990	0	

Рисунок 8 Результаты прогона №8

RMULT 4359019,5196492,6154236

START TIME		END TIME		BLOCKS	FACILITIES	STORAGES			
0.000		10367.990		36	5	0			
FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE. TIME	AVAIL.	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
ROBOT1	75	0.318	43.944	1	0	0	0	0	0
STANOK1	75	0.157	21.746	1	0	0	0	0	0
ROBOT2	75	0.318	43.955	1	0	0	0	0	0
STANOK2	75	0.065	8.989	1	0	0	0	0	0
ROBOT3	75	0.318	43.997	1	0	0	0	0	0
QUEUE	MAX	CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE.(-0)	RETRY	
ROB1	4	0	75	44	0.155	21.384	51.736	0	
STAN1	2	0	75	68	0.010	1.401	15.015	0	
ROB2	2	0	75	52	0.057	7.935	25.874	0	
STAN2	1	0	75	75	0.000	0.000	0.000	0	
ROB3	1	0	75	59	0.002	0.317	1.485	0	

Рисунок 9 Результаты прогона №9

RMULT 2903123,6424208,1021441

START TIME		END TIME		BLOCKS	FACILITIES	STORAGES			
0.000		9502.685		36	5	0			
FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE. TIME	AVAIL.	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
ROBOT1	75	0.346	43.827	1	0	0	0	0	0
STANOK1	75	0.168	21.306	1	0	0	0	0	0
ROBOT2	75	0.346	43.842	1	0	0	0	0	0
STANOK2	75	0.072	9.125	1	0	0	0	0	0
ROBOT3	75	0.346	43.864	1	0	0	0	0	0
QUEUE	MAX	CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE.(-0)	RETRY	
ROB1	2	0	75	53	0.069	8.769	29.895	0	
STAN1	1	0	75	71	0.009	1.154	21.647	0	
ROB2	2	0	75	49	0.058	7.377	21.280	0	
STAN2	1	0	75	75	0.000	0.000	0.000	0	
ROB3	1	0	75	59	0.002	0.283	1.327	0	

Рисунок 10 Результаты прогона №10

RMULT 7861315,1625147,4904568

START TIME		END TIME		BLOCKS	FACILITIES	STORAGES			
0.000		11553.406		36	5	0			
FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE. TIME	AVAIL.	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
ROBOT1	75	0.284	43.751	1	0	0	0	0	0
STANOK1	75	0.131	20.116	1	0	0	0	0	0
ROBOT2	75	0.285	43.979	1	0	0	0	0	0
STANOK2	75	0.057	8.817	1	0	0	0	0	0
ROBOT3	75	0.286	44.130	1	0	0	0	0	0
QUEUE	MAX	CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE.(-0)	RETRY	
ROB1	2	0	75	57	0.048	7.358	30.659	0	
STAN1	1	0	75	73	0.001	0.197	7.377	0	
ROB2	1	0	75	62	0.017	2.573	14.846	0	
STAN2	1	0	75	75	0.000	0.000	0.000	0	
ROB3	1	0	75	66	0.001	0.201	1.676	0	

Рисунок 11 Результаты прогона №11

RMULT 6322817,6374231,3238999

START TIME		END TIME		BLOCKS	FACILITIES	STORAGES			
0.000		10004.583		36	5	0			
FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE. TIME	AVAIL.	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
ROBOT1	75	0.330	43.955	1	0	0	0	0	0
STANOK1	75	0.135	18.010	1	0	0	0	0	0
ROBOT2	75	0.330	44.009	1	0	0	0	0	0
STANOK2	75	0.066	8.800	1	0	0	0	0	0
ROBOT3	75	0.330	43.988	1	0	0	0	0	0
QUEUE	MAX	CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE.(-0)	RETRY	
ROB1	2	0	75	47	0.102	13.558	36.317	0	
STAN1	1	0	75	73	0.002	0.294	11.032	0	
ROB2	2	0	75	56	0.032	4.296	16.959	0	
STAN2	1	0	75	75	0.000	0.000	0.000	0	
ROB3	1	0	75	66	0.002	0.272	2.266	0	

Рисунок 12 Результаты прогона №12

RMULT 259325,723060,9270916

START TIME		END TIME		BLOCKS	FACILITIES	STORAGES			
0.000		10862.644		36	5	0			
FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE. TIME	AVAIL.	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
ROBOT1	75	0.302	43.685	1	0	0	0	0	0
STANOK1	75	0.156	22.645	1	0	0	0	0	0
ROBOT2	75	0.303	43.946	1	0	0	0	0	0
STANOK2	75	0.063	9.195	1	0	0	0	0	0
ROBOT3	75	0.304	44.071	1	0	0	0	0	0
QUEUE	MAX	CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE.(-0)	RETRY	
ROB1	2	0	75	53	0.054	7.868	26.823	0	
STAN1	2	0	75	65	0.034	4.904	36.781	0	
ROB2	2	0	75	52	0.046	6.714	21.895	0	
STAN2	1	0	75	75	0.000	0.000	0.000	0	
ROB3	1	0	75	63	0.002	0.348	2.173	0	

Рисунок 13 Результаты прогона №13

RMULT 8607589,3306126,1417961

START TIME		END TIME		BLOCKS	FACILITIES	STORAGES			
0.000		10554.676		36	5	0			
FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE. TIME	AVAIL.	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
ROBOT1	75	0.313	44.049	1	0	0	0	0	0
STANOK1	75	0.139	19.535	1	0	0	0	0	0
ROBOT2	75	0.312	43.840	1	0	0	0	0	0
STANOK2	75	0.064	9.028	1	0	0	0	0	0
ROBOT3	75	0.312	43.898	1	0	0	0	0	0
QUEUE	MAX	CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE.(-0)	RETRY	
ROB1	2	0	75	56	0.046	6.531	25.780	0	
STAN1	1	0	75	73	0.004	0.558	20.912	0	
ROB2	2	0	75	58	0.025	3.460	15.267	0	
STAN2	1	0	75	75	0.000	0.000	0.000	0	
ROB3	1	0	75	66	0.002	0.259	2.154	0	

Рисунок 14 Результаты прогона №14

RMULT 5080535,8350615,7092961

START TIME		END TIME		BLOCKS	FACILITIES	STORAGES			
0.000		8820.960		36	5	0			
FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE. TIME	AVAIL.	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
ROBOT1	75	0.376	44.173	1	0	0	0	0	0
STANOK1	75	0.181	21.306	1	0	0	0	0	0
ROBOT2	75	0.374	44.041	1	0	0	0	0	0
STANOK2	75	0.077	9.089	1	0	0	0	0	0
ROBOT3	75	0.373	43.921	1	0	0	0	0	0
QUEUE	MAX	CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE.(-0)	RETRY	
ROB1	2	0	75	53	0.070	8.206	27.975	0	
STAN1	1	0	75	69	0.007	0.782	9.778	0	
ROB2	1	0	75	53	0.041	4.864	16.581	0	
STAN2	1	0	75	75	0.000	0.000	0.000	0	
ROB3	1	0	75	61	0.003	0.315	1.687	0	

Рисунок 15 Результаты прогона №15

RMULT 6302674,266369,5736686

START TIME		END TIME		BLOCKS	FACILITIES	STORAGES			
0.000		12508.463		36	5	0			
FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE. TIME	AVAIL.	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
ROBOT1	75	0.265	44.167	1	0	0	0	0	0
STANOK1	75	0.115	19.247	1	0	0	0	0	0
ROBOT2	75	0.265	44.197	1	0	0	0	0	0
STANOK2	75	0.054	9.001	1	0	0	0	0	0
ROBOT3	75	0.265	44.158	1	0	0	0	0	0
QUEUE	MAX	CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE.(-0)	RETRY	
ROB1	2	0	75	55	0.040	6.635	24.881	0	
STAN1	1	0	75	73	0.007	1.120	41.992	0	
ROB2	1	0	75	62	0.016	2.592	14.957	0	
STAN2	1	0	75	75	0.000	0.000	0.000	0	
ROB3	1	0	75	67	0.001	0.108	1.017	0	

Рисунок 16 Результаты прогона №16



RMULT 9400815,9281367,5860990

START TIME		END TIME		BLOCKS	FACILITIES	STORAGES			
0.000		14447.729		36	5	0			
FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE. TIME	AVAIL.	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
ROBOT1	75	0.228	43.965	1	0	0	0	0	0
STANOK1	75	0.084	16.260	1	0	0	0	0	0
ROBOT2	75	0.228	43.969	1	0	0	0	0	0
STANOK2	75	0.047	9.057	1	0	0	0	0	0
ROBOT3	75	0.229	44.030	1	0	0	0	0	0
QUEUE	MAX	CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE.(-0)	RETRY	
ROB1	2	0	75	55	0.048	9.303	34.887	0	
STAN1	1	0	75	71	0.003	0.661	12.389	0	
ROB2	2	0	75	62	0.019	3.661	21.124	0	
STAN2	1	0	75	75	0.000	0.000	0.000	0	
ROB3	1	0	75	67	0.001	0.256	2.397	0	

Рисунок 17 Результаты прогона №17

RMULT 2740239,488506,7699200

START TIME		END TIME		BLOCKS	FACILITIES	STORAGES			
0.000		10950.515		36	5	0			
FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE. TIME	AVAIL.	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
ROBOT1	75	0.302	44.137	1	0	0	0	0	0
STANOK1	75	0.142	20.711	1	0	0	0	0	0
ROBOT2	75	0.301	43.963	1	0	0	0	0	0
STANOK2	75	0.061	8.912	1	0	0	0	0	0
ROBOT3	75	0.302	44.061	1	0	0	0	0	0
QUEUE	MAX	CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE.(-0)	RETRY	
ROB1	3	0	75	45	0.090	13.103	32.757	0	
STAN1	1	0	75	69	0.013	1.891	23.640	0	
ROB2	1	0	75	54	0.036	5.282	18.866	0	
STAN2	1	0	75	75	0.000	0.000	0.000	0	
ROB3	1	0	75	60	0.003	0.425	2.123	0	

Рисунок 18 Результаты прогона №18

RMULT 524712,3460285,2678388

START TIME		END TIME		BLOCKS	FACILITIES	STORAGES			
0.000		11670.842		36	5	0			
FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE. TIME	AVAIL.	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
ROBOT1	75	0.283	43.961	1	0	0	0	0	0
STANOK1	75	0.115	17.898	1	0	0	0	0	0
ROBOT2	75	0.283	44.037	1	0	0	0	0	0
STANOK2	75	0.058	8.977	1	0	0	0	0	0
ROBOT3	75	0.283	43.995	1	0	0	0	0	0
QUEUE	MAX	CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE.(-0)	RETRY	
ROB1	2	0	75	57	0.040	6.227	25.945	0	
STAN1	1	0	75	75	0.000	0.000	0.000	0	
ROB2	1	0	75	62	0.016	2.509	14.474	0	
STAN2	1	0	75	75	0.000	0.000	0.000	0	
ROB3	1	0	75	66	0.001	0.208	1.734	0	

Рисунок 19 Результаты прогона №19

RMULT 8235672,8630075,878568

	START TIME	END TIME	BLOCKS	FACILITIES	STORAGES					
	0.000	10916.611	36	5	0					

  

FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE. TIME	AVAIL.	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
ROBOT1	75	0.302	44.013	1	0	0	0	0	0
STANOK1	75	0.131	19.109	1	0	0	0	0	0
ROBOT2	75	0.301	43.765	1	0	0	0	0	0
STANOK2	75	0.062	9.084	1	0	0	0	0	0
ROBOT3	75	0.302	43.919	1	0	0	0	0	0

  

QUEUE	MAX	CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE.(-0)	RETRY
ROB1	2	0	75	50	0.063	9.173	27.520	0
STAN1	1	0	75	72	0.014	2.011	50.263	0
ROB2	1	0	75	60	0.021	3.086	15.432	0
STAN2	1	0	75	75	0.000	0.000	0.000	0
ROB3	1	0	75	67	0.001	0.121	1.131	0

Рисунок 20 Результаты прогона №20

## Сводная таблица результатов

Таблица 2 Загрузка станков

Номер прогона №	Станок №1	Станок №2
1	0,093	0,052
2	0,168	0,072
3	0,131	0,057
4	0,135	0,066
5	0,156	0,063
6	0,139	0,064
7	0,181	0,077
8	0,115	0,054
9	0,084	0,047
10	0,142	0,061
11	0,115	0,058
12	0,139	0,06
13	0,131	0,062
14	0,14	0,066
15	0,198	0,09
16	0,193	0,072
17	0,133	0,063
18	0,138	0,056
19	0,12	0,047
20	0,157	0,065

### Расчет оценок

Расчет оценки мат. ожидания проводится по формуле:  $\mu(N) = \frac{\sum_{i=1}^N \rho_i}{N}$ , где  $\rho_i$  - нагрузка k-го станка в i-ом прогоне. Расчет оценки дисперсии проводится по формуле:

$\sigma(N)^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (\rho_i - \mu(N))^2}{N-1}$ . Расчет проводится для N =5 и N=20.

Таблица 3 Оценка мат. ожидания и дисперсии

Станок №1	Оценка мат. ожидания	Оценка дисперсии
N = 5	$\mu(5) = 0,1366$	$\sigma(5)^2 = 0,0008243$
N = 20	$\mu(20) = 0,1404$	$\sigma(20)^2 = 0,0008643$
Станок №2	Оценка мат. ожидания	Оценка дисперсии
N = 5	$\mu(5) = 0,0620$	$\sigma(5)^2 = 0,00006$
N = 20	$\mu(20) = 0,0626$	$\sigma(20)^2 = 0,00010$

### Доверительные интервалы для загрузки станков

Доверительный интервал для k-го станка равен:

$$\theta_{(1-\alpha)}(N) = \mu(N) \pm t \cdot \sqrt{\frac{\sigma(N)^2}{N}}$$

Таблица 4 Доверительные интервалы для загрузки станков

Станок №1	N = 5	N = 20
$\theta_{90\%}(N)$	$0,1366 \pm 0,0274$	$0,1404 \pm 0,0111$
$\theta_{95\%}(N)$	$0,1366 \pm 0,0357$	$0,1404 \pm 0,0138$
Станок №2	N = 5	N = 20
$\theta_{90\%}(N)$	$0,0620 \pm 0,0074$	$0,0626 \pm 0,0039$
$\theta_{95\%}(N)$	$0,0620 \pm 0,0096$	$0,0626 \pm 0,0047$

### Вывод

В результате моделирования участка ГПС было установлено, что станки недозагружены (12%-19% на первом станке и 5%-7% на втором станке). Это связано с тем, что время транспортирования заготовки роботом выше, чем время обработки на станках (для первого станка более чем в 2 раза, для второго почти в 5 раз). Для устранения данной проблемы необходимо заменить роботов на более динамичных, время транспортировки которых будет сопоставимо с временем обработки деталей на станках, тогда загрузка станков будет выше, следовательно и загрузка всего участка ГПС возрастет.