



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Московский государственный технический университет
имени Н. Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»
(МГТУ им. Н. Э. Баумана)

ФАКУЛЬТЕТ «Информатика и системы управления»

КАФЕДРА «Программное обеспечение ЭВМ и информационные технологии»

ОТЧЕТ

по лабораторной работе №6

по курсу «Моделирование»

на тему: «Моделирование работы системы массового обслуживания с
использованием GPSS»

Вариант № 7

Студент ИУ7-72Б
(Группа)

(Подпись, дата)

Е. О. Карпова
(И. О. Фамилия)

Преподаватель

(Подпись, дата)

И. В. Рудаков
(И. О. Фамилия)

2023 г.

1 Теоретический раздел

1.1 Используемые распределения

В качестве распределения генератора используется равномерное распределение. В качестве распределения обслуживающего аппарата используется распределение Эрланга.

1.1.1 Равномерное распределение

Говорят, что случайная величина X имеет равномерное распределение на отрезке $[a, b]$, если её функция плотности имеет вид:

$$f_X(x) = \begin{cases} \frac{1}{b-a}, x \in [a, b] \\ 0, x \notin [a, b] \end{cases}$$

Значения случайной величины с двух сторон ограничены и в границах интервала имеют одинаковую вероятность. В данном интервале плотность вероятности постоянна.

Функция распределения:

$$F_X(x) = \begin{cases} 0, x < a \\ \frac{x-a}{b-a}, a \leq x < b \\ 1, x \geq b \end{cases}$$

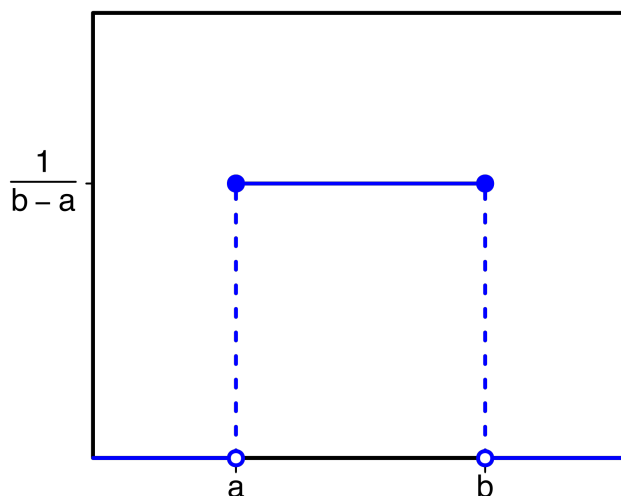


Рисунок 1.1 – Функция плотности равномерного распределения

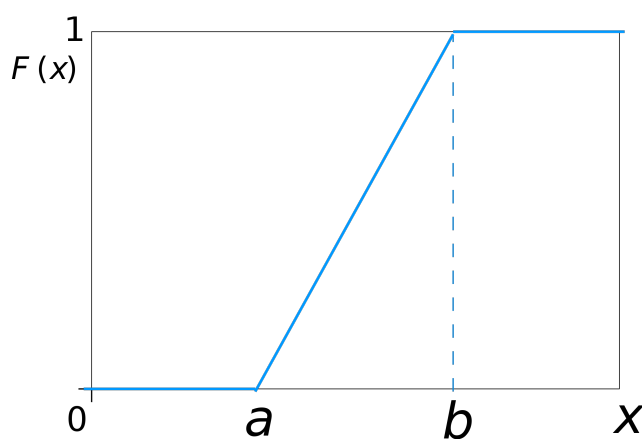


Рисунок 1.2 – Функция распределения равномерного распределения

1.1.2 Распределение Эрланга

Распределение Эрланга является непрерывным распределением, ограниченным снизу. Оно представляет собой особый случай Гамма распределения, где параметр k может принимать только положительные целые значения.

Функция распределения:

$$F_X(x) = 1 - \sum_{i=0}^{k-1} \frac{1}{i!} e^{-\lambda x} (\lambda x)^i$$

Плотность распределения:

$$f_X(x) = \frac{\lambda^k x^{k-1} e^{-\lambda x}}{(k-1)!}$$

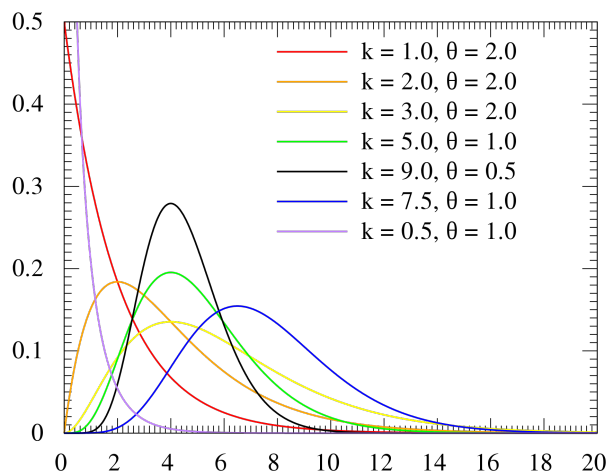


Рисунок 1.3 – Функция плотности распределения Эрланга

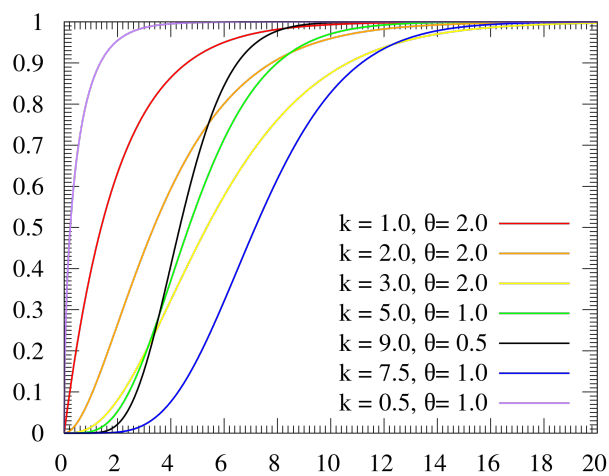


Рисунок 1.4 – Функция распределения распределения Эрланга

1.2 GPSS

Система GPSS World — мощная универсальная среда моделирования как дискретных, так и непрерывных процессов, предназначенная для профессио-

нального моделирования самых разнообразных процессов и систем. Эта система явилась следующим шагом развития системы GPSS/PC (1984 год), ориентированной на DOS. Обе системы разработаны специалистами фирмы Minuteman Software (основана в 1982 году) под руководством Спрингера Кокса. Сначала система GPSS World появилась в 1994 году с ориентацией на OS/2 фирмы IBM, и только в 2000 году она была реализована под ОС Windows фирмы Microsoft.

С помощью этой системы, например, можно эффективно моделировать как производственные, так и непроизводственные процессы: функционирование торговых и увеселительных заведений, портов, уличное движение, проведение военных действий, работу редакций, учреждений и сети Internet, различных систем массового обслуживания и т. д. Система имеет большой набор команд для управления процессом моделирования, которые можно как использовать в интерактивном режиме, так и включать в модель. Обеспечена возможность проведения экспериментов, сгенерированных системой, пользовательских и оптимизационных. В системе GPSSW реализована процедура визуализации процесса функционирования модели с использованием методов мультипликации.

Система GPSSW имеет новый высокоскоростной транслятор, работающий в сотни раз быстрее его предшественников. Для быстрого исправления ошибок используется полноэкранный текстовый редактор.

2 Практический раздел

2.1 Листинги кода

В листинге 2.1 представлен код разработанной программы.

Листинг 2.1 – Код программы на языке GPSS

```
1      GENERATE (UNIFORM(1,1,10))
2
3  IN   QUEUE PROCESS_QUEUE
4      SEIZE PROCESS_DEVICE
5      DEPART PROCESS_QUEUE
6      ADVANCE (GAMMA(1,0,0.3,9))
7
8      RELEASE PROCESS_DEVICE
9      TRANSFER .40,OUT,REENTER
10
11     REENTER TRANSFER ,IN
12
13 OUT SAVEVALUE NUM_RETURNED,N$REENTER
14     SAVEVALUE NUM_PROCESSED,N$OUT
15     SAVEVALUE QUEUE_LEN,QM$PROCESS_QUEUE
16
17     TERMINATE 1
18
19     START 1000
```

2.2 Результаты работы программы

В листингах 2.2–2.4 представлена работа разработанной программы.

Листинг 2.2 – Результат работы программы для процента возврата 0%

```
1  GPSS World Simulation Report – model.47.1
2  Monday, December 11, 2023 02:27:43
3
4  START TIME  END TIME  BLOCKS  FACILITIES  STORAGES
5  0.000      5481.635    12      1          0
6
7  NAME      VALUE
8  IN      2.000
```

9	NUM_PROCESSED	10003.000							
10	NUM_RETURNED	10002.000							
11	OUT	9.000							
12	PROCESS_DEVICE	10001.000							
13	PROCESS_QUEUE	10000.000							
14	QUEUE_LEN	10004.000							
15	REENTER	8.000							
16									
17	LABEL	LOC	BLOCK TYPE	ENTRY	<u>COUNT</u>	CURRENT	<u>COUNT</u>	RETRY	
18	1	1	GENERATE	1000		0		0	
19	<u>IN</u>	2	QUEUE	1000		0		0	
20	3	3	SEIZE	1000		0		0	
21	4	4	DEPART	1000		0		0	
22	5	5	ADVANCE	1000		0		0	
23	6	6	RELEASE	1000		0		0	
24	7	7	TRANSFER	1000		0		0	
25	REENTER	8	TRANSFER	0		0		0	
26	OUT	9	SAVEVALUE	1000		0		0	
27	10	10	SAVEVALUE	1000		0		0	
28	11	11	SAVEVALUE	1000		0		0	
29	12	12	TERMINATE	1000		0		0	
30									
31	FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE.	<u>TIME</u>	AVAIL.	OWNER	PEND	INTER
	RETRY DELAY								
32	PROCESS_DEVICE	1000	0.484	2.654		1	0	0	0
	0 0								
33									
34	QUEUE	<u>MAX</u> CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE.	CONT.	AVE.	<u>TIME</u>	
	AVE.(−0) RETRY								
35	PROCESS_QUEUE	2	0	1000	785		0.049		
	0.270 1.255 0								
36									
37	SAVEVALUE	RETRY	<u>VALUE</u>						
38	NUM_RETURNED	0	0						
39	NUM_PROCESSED	0	1000.000						
40	QUEUE_LEN	0	2.000						
41									
42	FEC XN	PRI	BDT	ASSEM	CURRENT	<u>NEXT</u>	PARAMETER	<u>VALUE</u>	
43	1001	0	5482.847	1001	0	1			

Листинг 2.3 – Результат работы программы для процента возврата 50%

```

1 GPSS World Simulation Report – model.48.1
2
3 Monday, December 11, 2023 02:28:27
4
5 START TIME END TIME BLOCKS FACILITIES STORAGES
6 0.000 5597.762 12 1 0
7
8 NAME VALUE
9 IN 2.000
10 NUM_PROCESSED 10003.000
11 NUM_RETURNED 10002.000
12 OUT 9.000
13 PROCESS_DEVICE 10001.000
14 PROCESS_QUEUE 10000.000
15 QUEUE_LEN 10004.000
16 REENTER 8.000
17
18 LABEL LOC BLOCK TYPE ENTRY COUNT CURRENT COUNT RETRY
19 1 1 GENERATE 1024 0 0
20 IN 2 QUEUE 2051 23 0
21 3 3 SEIZE 2028 1 0
22 4 4 DEPART 2027 0 0
23 5 5 ADVANCE 2027 0 0
24 6 6 RELEASE 2027 0 0
25 7 7 TRANSFER 2027 0 0
26 REENTER 8 TRANSFER 1027 0 0
27 OUT 9 SAVEVALUE 1000 0 0
28 10 10 SAVEVALUE 1000 0 0
29 11 11 SAVEVALUE 1000 0 0
30 12 12 TERMINATE 1000 0 0
31
32 FACILITY ENTRIES UTIL. AVE. TIME AVAIL. OWNER PEND INTER
   RETRY DELAY
33 PROCESS_DEVICE 2028 0.969 2.675 1 1004 0 0
   0 23
34

```



```

35 QUEUE          MAX CONT. ENTRY ENTRY(0) AVE.CONT. AVE.TIME
    AVE.(−0) RETRY
36 PROCESS_QUEUE  29          24      2051      100      10.967
    29.931      31.465  0
37
38 SAVEVALUE      RETRY VALUE
39 NUM_RETURNED  0          1027.000
40 NUM_PROCESSED 0          1000.000
41 QUEUE_LEN     0          29.000
42
43 CEC XN    PRI  M1          ASSEM  CURRENT NEXT  PARAMETER VALUE
44 1004      0    5486.446  1004    3        4
45
46 FEC XN    PRI  BDT          ASSEM  CURRENT NEXT  PARAMETER VALUE
47 1025      0    5601.366  1025    0        1XT  PARAMETER VALUE
48 1025      0    5601.366  1025    0        1

```

Листинг 2.4 – Результат работы программы для процента возврата 90%

```

1 GPSS World Simulation Report — model.49.1
2   Monday, December 11, 2023 02:28:47
3
4 START TIME END TIME  BLOCKS   FACILITIES  STORAGES
5 0.000      26852.247  12       1          0
6
7 NAME          VALUE
8 IN           2.000
9 NUM_PROCESSED 10003.000
10 NUM_RETURNED 10002.000
11 OUT          9.000
12 PROCESS_DEVICE 10001.000
13 PROCESS_QUEUE 10000.000
14 QUEUE_LEN    10004.000
15 REENTER      8.000
16
17 LABEL        LOC  BLOCK TYPE  ENTRY COUNT CURRENT COUNT RETRY
18 1            1    GENERATE  4894      0          0
19 IN          2    QUEUE     13801     3893       0
20 3            3    SEIZE     9908      1          0
21 4            4    DEPART    9907      0          0

```

22	5	5	ADVANCE	9907	0	0		
23	6	6	RELEASE	9907	0	0		
24	7	7	TRANSFER	9907	0	0		
25	REENTER	8	TRANSFER	8907	0	0		
26	OUT	9	SAVEVALUE	1000	0	0		
27	10	10	SAVEVALUE	1000	0	0		
28	11	11	SAVEVALUE	1000	0	0		
29	12	12	TERMINATE	1000	0	0		
30								
31	FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE. <u>TIME</u>	AVAIL.	OWNER	PEND	INTER
	RETRY DELAY							
32	PROCESS_DEVICE	9908	1.000	2.709	1	497	0	0
	0	3893						
33								
34	QUEUE	<u>MAX</u> CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE.CONT.	AVE. <u>TIME</u>		
	AVE.(−0)	RETRY						
35	PROCESS_QUEUE	3894	3894	13801	3	1940.897		
	3776.353	3777.174	0					
36								
37	SAVEVALUE	RETRY	<u>VALUE</u>					
38	NUM_RETURNED	0	8907.000					
39	NUM_PROCESSED	0	1000.000					
40	QUEUE_LEN	0	3894.000					
41								
42	CEC XN	PRI	M1	ASSEM	CURRENT	<u>NEXT</u>	PARAMETER	<u>VALUE</u>
43	497	0	2646.265	497	3	4		
44								
45	FEC XN	PRI	BDT	ASSEM	CURRENT	<u>NEXT</u>	PARAMETER	<u>VALUE</u>
46	4895	0	26855.792	4895	0	1		