



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 ИУ «Информатика и системы управления»

КАФЕДРА ИУ-7 «Программное обеспечение эвм и информационные технологии»

ОТЧЕТ

По лабораторной работе №7

«Моделирование простейшего прибора обслуживания»

По курсу «Моделирование»

Студент

Группа

Преподаватель

Т. А. Казаева

ИУ7-76Б

И. В. Рудаков

2022 г.

1. ЗАДАНИЕ

Смоделировать систему, состоящую из генератора, памяти, и обслуживающего аппарата.

Генератор подает сообщения, распределенные по равномерному закону, они приходят в память и выбираются на обработку по нормальному (Гауссовому) закону.

Количество заявок конечно и задано. Предусмотреть случай, когда обработанная заявка возвращается обратно в очередь.

2. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ФОРМАЛИЗАЦИЯ

2.1 ЗАКОНЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

2.1.1 НЕПРЕРЫВНОЕ РАВНОМЕРНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ

Говорят, что случайная величина X имеет непрерывное равномерное распределение на отрезке $[a, b]$, если её функция плотности имеет вид (2.1):

$$f_X(x) = \begin{cases} \frac{1}{b-a}, & x \in [a, b] \\ 0, & x \notin [a, b] \end{cases}. \quad (2.1)$$

Обозначается: $X \sim U[a, b]$.

Функция распределения равномерной случайной величины $X \sim U[a, b]$ (2.2):

$$F_X(x) \equiv \mathbb{P}(X \leq x) = \begin{cases} 0, & x < a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x < b \\ 1, & x \geq b \end{cases}. \quad (2.2)$$

2.1.2 НОРМАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ

Говорят, что случайная величина X имеет нормальное распределение с параметрами μ и σ^2 ($\sigma^2 > 0$), если её функция плотности имеет вид (2.3):

$$f_X(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}, x \in \mathbb{R} \quad (2.3)$$

Обозначается: $X \sim N(\mu, \sigma^2)$.

Функция распределения нормальной случайной величины $X \sim N(\mu, \sigma^2)$:

$$\frac{1}{2} \left[1 + \operatorname{erf} \left(\frac{x-\mu}{\sigma\sqrt{2}} \right) \right], \quad (2.4)$$

где

$$\operatorname{erf}(x) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^x e^{-t^2} dt. \quad (2.5)$$

2.2 GPSS

GPSS (англ. General Purpose Simulation System — система моделирования общего назначения) — язык моделирования используемый для имитационного моделирования различных систем, в основном систем массового обслуживания. Динамическим элементом модели является транзакт — абстрактный объект, который перемещается между статическими элементами, воспроизводя различные события реального моделируемого объекта. В процессе работы модели накапливается статистика, автоматически выводимая по завершении процесса моделирования. Статические элементы модели: источники транзактов, устройства, очереди и другие.

3. РЕЗУЛЬТАТ

3.1 РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

На рисунках 3.1, 3.2, 3.3 и 3.4 приведены результаты работы программы. Параметры: $N(0, 0.2)$, $U[1, 10]$.

NAME	VALUE
DEVICE	10001.000
GOBACK	8.000
MAXQUEUELEN	10005.000
NUMOFRETURNED	10002.000
NUMPROCESSED	10003.000
NUMREQUESTSEXIT	10004.000
OUT	10.000
PROCESSED	6.000
QDEVICE	10000.000
REENTER	2.000

LABEL	LOC	BLOCK TYPE	ENTRY COUNT	CURRENT COUNT	RETRY
	1	GENERATE	1000	0	0
REENTER	2	QUEUE	1248	0	0
	3	SEIZE	1248	0	0
	4	DEPART	1248	0	0
	5	ADVANCE	1248	0	0
PROCESSED	6	RELEASE	1248	0	0
	7	TRANSFER	1248	0	0
GOBACK	8	SAVEVALUE	248	0	0
	9	TRANSFER	248	0	0
OUT	10	SAVEVALUE	1000	0	0
	11	SAVEVALUE	1000	0	0
	12	SAVEVALUE	1000	0	0
	13	SAVEVALUE	1000	0	0
	14	TERMINATE	1000	0	0

FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE. TIME	AVAIL.	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
DEVICE	1248	0.228	0.986	1	0	0	0	0	0

QUEUE	MAX CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE.(-0)	RETRY	
QDEVICE	2	0	1248	1191	0.006	0.026	0.560	0

SAVEVALUE	RETRY	VALUE
NUMOFRETURNED	0	248.000
NUMPROCESSED	0	1248.000
NUMREQUESTSEXIT	0	1000.000
MAXQUEUELEN	0	2.000

FEC XN	PRI	BDT	ASSEM	CURRENT	NEXT	PARAMETER	VALUE
1001	0	5401.845	1001	0	1		

Рис. 3.1: Результат при обработке 1000 заявок и 20% повторений

NAME		VALUE	
DEVICE		10001.000	
GOBACK		8.000	
MAXQUEUELEN		10005.000	
NUMOFRETURNED		10002.000	
NUMPROCESSED		10003.000	
NUMREQUESTSEXIT		10004.000	
OUT		10.000	
PROCESSED		6.000	
QDEVICE		10000.000	
REENTER		2.000	

LABEL	LOC	BLOCK TYPE	ENTRY COUNT	CURRENT COUNT	RETRY
REENTER	1	GENERATE	1000	0	0
	2	QUEUE	1658	0	0
	3	SEIZE	1658	0	0
	4	DEPART	1658	0	0
	5	ADVANCE	1658	0	0
PROCESSED	6	RELEASE	1658	0	0
	7	TRANSFER	1658	0	0
GOBACK	8	SAVEVALUE	658	0	0
	9	TRANSFER	658	0	0
OUT	10	SAVEVALUE	1000	0	0
	11	SAVEVALUE	1000	0	0
	12	SAVEVALUE	1000	0	0
	13	SAVEVALUE	1000	0	0
	14	TERMINATE	1000	0	0

FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE. TIME	AVAIL.	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
DEVICE	1658	0.309	1.002	1	0	0	0	0	0

QUEUE	MAX	CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE.(-0)	RETRY
QDEVICE	3	0	1658	1524	0.018	0.060	0.738	0

SAVEVALUE	RETRY	VALUE
NUMOFRETURNED	0	658.000
NUMPROCESSED	0	1658.000
NUMREQUESTSEXIT	0	1000.000
MAXQUEUELEN	0	3.000

FEC XN	PRI	BDT	ASSEM	CURRENT	NEXT	PARAMETER	VALUE
1001	0	5382.288	1001	0	1		

Рис. 3.2: Результат при обработке 1000 заявок и 40% повторений

NAME		VALUE	
DEVICE		10001.000	
GOBACK		8.000	
MAXQUEUELEN		10005.000	
NUMOFRETURNED		10002.000	
NUMPROCESSED		10003.000	
NUMREQUESTSEXIT		10004.000	
OUT		10.000	
PROCESSED		6.000	
QDEVICE		10000.000	
REENTER		2.000	

LABEL	LOC	BLOCK TYPE	ENTRY COUNT	CURRENT COUNT	RETRY
REENTER	1	GENERATE	1003	0	0
	2	QUEUE	2664	2	0
	3	SEIZE	2662	1	0
	4	DEPART	2661	0	0
	5	ADVANCE	2661	0	0
PROCESSED	6	RELEASE	2661	0	0
	7	TRANSFER	2661	0	0
GOBACK	8	SAVEVALUE	1661	0	0
	9	TRANSFER	1661	0	0
OUT	10	SAVEVALUE	1000	0	0
	11	SAVEVALUE	1000	0	0
	12	SAVEVALUE	1000	0	0
	13	SAVEVALUE	1000	0	0
	14	TERMINATE	1000	0	0

FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE. TIME	AVAIL.	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
DEVICE	2662	0.485	0.998	1	1001	0	0	0	2

QUEUE	MAX	CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE.(-0)	RETRY
QDEVICE	6	3	2664	1966	0.149	0.306	1.170	0

SAVEVALUE	RETRY	VALUE
NUMOFRETURNED	0	1661.000
NUMPROCESSED	0	2661.000
NUMREQUESTSEXIT	0	1000.000
MAXQUEUELEN	0	6.000

CEC XN	PRI	M1	ASSEM	CURRENT	NEXT	PARAMETER	VALUE
1001	0	5470.282	1001	3	4		

Рис. 3.3: Результат при обработке 1000 заявок и 60% повторений

NAME		VALUE
DEVICE		10001.000
GOBACK		8.000
MAXQUEUELEN		10005.000
NUMOFRETURNED		10002.000
NUMPROCESSED		10003.000
NUMREQUESTSEXIT		10004.000
OUT		10.000
PROCESSED		6.000
QDEVICE		10000.000
REENTER		2.000

LABEL	LOC	BLOCK TYPE	ENTRY COUNT	CURRENT COUNT	RETRY
REENTER	1	GENERATE	1000	0	0
	2	QUEUE	4917	0	0
	3	SEIZE	4917	0	0
	4	DEPART	4917	0	0
	5	ADVANCE	4917	0	0
PROCESSED	6	RELEASE	4917	0	0
	7	TRANSFER	4917	0	0
GOBACK	8	SAVEVALUE	3917	0	0
	9	TRANSFER	3917	0	0
OUT	10	SAVEVALUE	1000	0	0
	11	SAVEVALUE	1000	0	0
	12	SAVEVALUE	1000	0	0
	13	SAVEVALUE	1000	0	0
	14	TERMINATE	1000	0	0

FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE. TIME	AVAIL.	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
DEVICE	4917	0.872	0.999	1	0	0	0	0	0

QUEUE	MAX CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE. (-0)	RETRY	
QDEVICE	14	0	4917	1115	2.316	2.655	3.433	0

SAVEVALUE	RETRY	VALUE
NUMOFRETURNED	0	3917.000
NUMPROCESSED	0	4917.000
NUMREQUESTSEXIT	0	1000.000
MAXQUEUELEN	0	14.000

FEC XN	PRI	BDT	ASSEM	CURRENT	NEXT	PARAMETER	VALUE
1001	0	5636.989	1001	0	1		

Рис. 3.4: Результат при обработке 1000 заявок и 80% повторений

4. ПРОГРАММНЫЙ КОД

```
1 GENERATE ( uniform (1 ,1 ,10) )
2 reenter  QUEUE qDevice
3          SEIZE device
4          DEPART qDevice
5          ADVANCE ( Normal(1,1,0.2))
6
7 processed RELEASE device
8          TRANSFER 200,goback,out
9
10 goback  SAVEVALUE NUMOFRETURNED,N$goback
11         TRANSFER,reenter
12
13 out     SAVEVALUE NUMOFRETURNED,N$goback
14         SAVEVALUE NUMPROCESSED,N$processed
15         SAVEVALUE NUMREQUESTSEXIT,N$out
16         SAVEVALUE MAXQUEUELEN,QM$qDevice
17         TERMINATE 1
18
19         START 1000
```
