



Міністерство освіти і науки України  
Національний технічний університет України  
“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”  
Факультет інформатики та обчислювальної техніки  
Кафедра автоматики та управління в технічних системах

**Лабораторна робота №6**  
**Моделювання системи масового обслуговування виду**  
 **$M/M/c:FIFO/\infty/\infty$**

Виконала

студентка групи IT-91:

Луцай Катерина

Перевірив:

Нестерук А..

Київ 2022

**Мета:** Ознайомлення з методикою вирішення задач моделювання систем масового обслуговування виду M/M/c:FIFO/∞/∞

Варіант 15:

$$\lambda = 1/17.5 = 0.057$$

$$\mu = 1/7.5 = 0.133$$

$$c = 3$$

$$\begin{aligned}
 & \text{M/M/c:GD/}\infty/\infty \\
 & U = \frac{\lambda}{c\mu} \quad \mu_n = \begin{cases} n\mu, n \leq c \\ c\mu, n > c \end{cases} \quad \rho = \frac{\lambda}{\mu} \\
 & p_n = \begin{cases} \frac{\rho^n}{n!} p_0, n \leq c \\ \frac{\rho^n}{c!c^{n-c}} p_0, n > c \end{cases} \quad p_0 = \left\{ \sum_{n=0}^{c-1} \frac{\rho^n}{n!} + \frac{\rho^c}{c!(1-\rho/c)} \right\}^{-1}, \frac{\rho}{c} < 1 \\
 & L_q = \frac{\rho^{c+1}}{(c-1)!(c-\rho)^2} p_0 = \frac{c\rho}{(c-\rho)^2} p_c \\
 & L_s = L_q + \rho \quad W_q = \frac{L_q}{\lambda} \quad W_s = W_q + \frac{1}{\mu} \\
 & \rho < 1 \quad p_0 \approx 1 - \rho \quad L_q \approx \rho^{c+1} / c^2 \\
 & \rho/c \approx 1 \quad p_0 \approx [(c-\rho)(c-1)!] / c^c \quad L_q \approx \rho / (c-\rho)
 \end{aligned}$$

## 1. Аналітичні розрахунки

Виконайте аналітичні розрахунки основних параметрів СМО виду M/M/3:FIFO/∞/∞ згідно обраного варіанту за наведеними вище формулами: коефіцієнт використання пристрою, середній час перебування вимог в пристрої обслуговування, середня довжина черги, середній час перебування в черзі, середня кількість вимог в системі, середній час перебування вимог в системі.

## 2. Моделювання систем масового обслуговування виду в GPSS.

Використовуючи загально цільову систему моделювання GPSS побудуйте модель системи масового обслуговування типу M/M/3:FIFO/∞/∞. Визначте основні характеристики системи: коефіцієнт використання пристрою, середній час перебування вимог в пристрої обслуговування, середня довжина черги, середній час перебування в черзі, середня кількість вимог в системі, середній час перебування вимог в системі. Лістинг GPSS симуляції:

```
Utility1 Storage 3
GENERATE (Poisson(1, 17.5))
ENTER System1
TRANSFER BOTH,,Lost
QUEUE Queue1
ENTER Utility1
DEPART Queue1
SEIZE Server1
ADVANCE (Poisson(1, 7.5))
RELEASE Server1
LEAVE Utility1
LEAVE System1
TERMINATE 1
Lost TERMINATE 1
START 1000
```

Звіт симуляції:

NAME	VALUE
LOST	13.000
QUEUE1	10002.000
SERVER1	10003.000
SYSTEM1	10000.000
UTILITY1	10001.000

LABEL	LOC	BLOCK TYPE	ENTRY COUNT	CURRENT COUNT	RETRY
	1	GENERATE	1001	0	0
	2	ENTER	1001	0	0
	3	TRANSFER	1001	0	0
	4	QUEUE	1001	0	0
	5	ENTER	1001	0	0
	6	DEPART	1001	0	0
	7	SEIZE	1001	1	0
	8	ADVANCE	1000	0	0
	9	RELEASE	1000	0	0
	10	LEAVE	1000	0	0
	11	LEAVE	1000	0	0
	12	TERMINATE	1000	0	0
LOST	13	TERMINATE	0	0	0

FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE. TIME	AVAIL.	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
SERVER1	1001	0.430	7.466	1	1001	0	0	0	0

QUEUE	MAX	CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE. (-0)	RETRY
QUEUE1	1	0	1001	1001	0.000	0.000	0.000	0

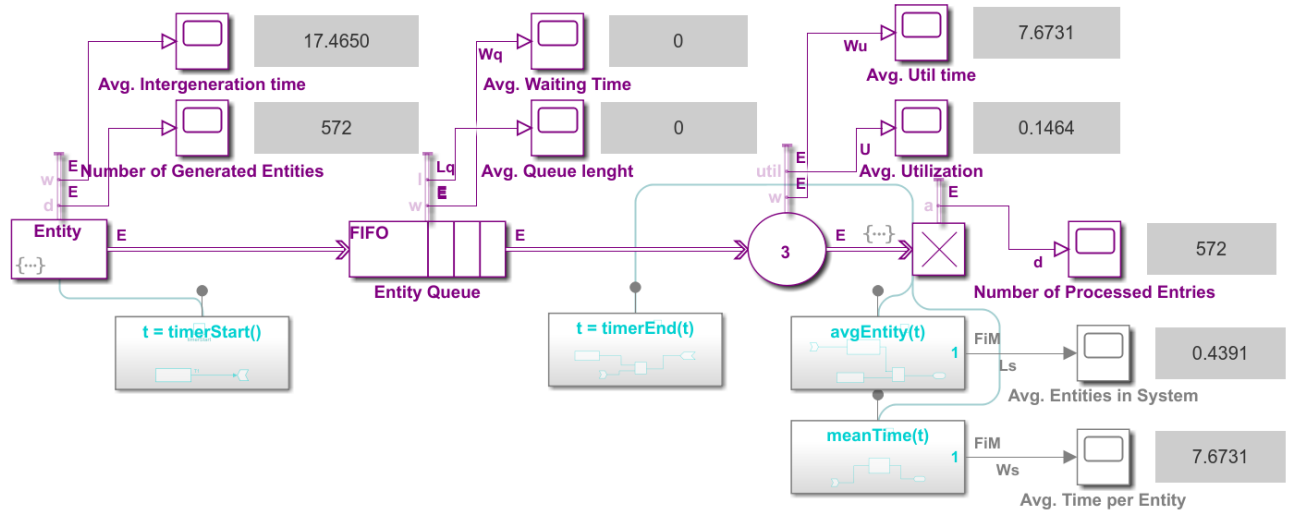
STORAGE	CAP.	REM.	MIN.	MAX.	ENTRIES	AVL.	AVE.C.	UTIL.	RETRY	DELAY
SYSTEM1	10	9	0	2	1001	1	0.433	0.043	0	0
UTILITY1	3	2	0	2	1001	1	0.433	0.144	0	0

3. Моделювання систем масового обслуговування виду в Matlab /Simulink / SimEvents.

Використовуючи пакет візуального блочного імітаційного моделювання Simulink матричної системи Matlab побудуйте модель системи масового обслуговування типу М/М/3:FIFO/ $\infty$ / $\infty$ . Визначте основні характеристики системи: коефіцієнт використання пристрою, середній час перебування вимог в пристрої обслуговування, середня довжина черги, середній час перебування в черзі, середня кількість вимог в системі, середній час перебування вимог в системі.

Симуляція Matlab:

## M/M/3:FIFO/ $\infty/\infty$ System



### Entity Generator

Generate entities using intergeneration times from dialog or upon arrival of events. Optionally, specify entity types as anonymous, structured, or bus.

Entity generation Entity type Event actions Statistics

Generation method: Time-based

Time source: MATLAB action

Intergeneration time action:

```
1 dt = poissrnd(17.5, 1);
```

### Queue

Store messages or entities in a queue. The block can queue items based on arrival order or priority. The item at the head of the queue departs when the downstream block is ready to accept it. You can specify the queue capacity.

Main Event actions Statistics

☐ Overwrite the oldest element if queue is full

Capacity: Inf

Queue type: FIFO

Entity arrival source: Input port

### Entity Server

Serve multiple entities independently for a period of time and then attempt to output each entity through the output port. If the output port is blocked, the pending entity stays in this block until the port becomes unblocked. You can specify the service time, which is the duration of service, via a parameter, attribute, or signal.

When the block permits preemption, an entity in the server can depart early through a second port.

Main Event actions Preemption Statistics

Capacity: 3

Service time source: MATLAB action

Service time action:

```
1 dt = poissrnd(7.5, 1);
```

### Entity Terminator

Accept and destroy entities.

Event actions Statistics

Event actions

Entry action:

Called after entity has entered this block.  
To access attribute use: entity.Attribute1

```
1 elapsedTime = timerEnd(entity.Timer);
2 meanTime(elapsedTime);
3 avgEntity(elapsedTime);
```

Entity structure

entity

Attribut

Timer

Service..

entitySys

id

Порівняння даних:

Характеристики СМО	Аналітичні розрахунки	GPSS	Matlab
Коефіцієнт використання пристрою, $U$	0.1429	0.144	0.1464
Середній час перебування вимог у пристрої обслуговування, $W_u$	7.5	7.466	7.6731
Середня довжина черги, $L_q$	0.0017	0	0
Середній час перебування у черзі, $W_q$	0.0289	0	0
Середня кількість вимог у системі, $L_s$	0.4303	0.433	0.4391
Середній час перебування вимог у системі, $W_s$	7.5289	7.466	7.6731

**Висновки:** було використано GPSS та Matlab для симуляції системи масового обслуговування виду  $M/M/3:FIFO/\infty/\infty..$