

# 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 №7 по дисциплине «Моделирование»

<b>Гема</b> Моделирование системы на GPSS
Студент Слепокурова М.Ф.
Группа <u>ИУ7-76Б</u>
Оценка (баллы)
Преподаватель Рудаков И.В.

#### Постановка задачи

Промоделировать систему, состоящую из источника информации (ИИ), буферной памяти (БП) и обслуживающего аппарата (ОА), используя среду компьютерного моделирования GPSS World. Источник информации генерирует заявки, время появления которых распределено по равномерному закону, а обслуживающий аппарат обрабатывает каждую из них за время, распределенное по закону Эрланга. Определить минимальный размер буферной памяти, при котором не будет потерь заявок. Учесть возможность задания вероятности повторного попадания заявок из обслуживающего аппарата в очередь.

## Теория

#### Равномерное распределение

Равномерное распределение описывает случайную величину, принимающую значения, принадлежащие некоторому промежутку конечной длины, при этом плотность вероятности в этом промежутке всюду постоянна.

Функция распределения равномерной непрерывной случайной величины имеет следующий вид:

$$F(x) = \begin{cases} 0, & x \le a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \le x \le b \\ 1, & x > b \end{cases}$$

Плотность распределения равномерной непрерывной случайной величины имеет следующий вид:

$$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{b-a}, & a \le x \le b\\ 0, & \text{иначе} \end{cases}$$

В качестве параметров по умолчанию для равномерного распределения использовались значения a=1 и b=10.

### Распределение Эрланга

Распределение Эрланга описывает непрерывную случайную величину, принимающую неотрицательные значения и представляющую собой сумму n независимых случайных величин, распределенных по одному и тому же экспоненциальному закону с параметром  $\lambda$ .

Функция распределения Эрланга непрерывной случайной величины имеет следующий вид:

$$F(x) = 1 - e^{-x/\lambda} \sum_{i=0}^{n-1} \frac{(x/\lambda)^i}{i!}$$

Плотность распределения Эрланга непрерывной случайной величины имеет следующий вид:

$$f(x) = \frac{x^{n-1}e^{-x\lambda}\lambda^n}{(n-1)!}$$

В качестве параметров по умолчанию для распределения Эрланга использовались значения n=9 и  $\lambda=0.5$ .

# Средства реализации

По условию задача была реализована на языке GPSS.

### Листинг кода

```
REENTER PROBABILITY variable 0.3
 UNIFORM LEFT variable 1
 UNIFORM RIGHT variable 10
 ERLANG RATE variable 0.5
 ERLANG SHAPE variable 9
10 DATASRC
              GENERATE (UNIFORM(1,V$UNIFORM_LEFT,V$UNIFORM_RIGHT))
 BUFMEM
              QUEUE BUFFER MEMORY
              SEIZE PROCESSOR
              DEPART BUFFER MEMORY
14 PROC
              ADVANCE (GAMMA(1,0,V$ERLANG_RATE,V$ERLANG_SHAPE))
              RELEASE PROCESSOR
15
              TRANSFER V$REENTER PROBABILITY, FINISH, BUFMEM
  FINISH
              TERMINATE 1
17
              START 10000
```

# Демонстрация работы программы

На рисунке 1 изображен пример работы программы для 10000 заявок с вероятностью повторного попадания заявки в очередь равной 0. По полученным результатам минимальный размер буферной памяти, при котором не будет потерь заявок, равен 7 ед.

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 2.87.1

Saturday, December 17, 2022 23:35:14										
	START	TIME	END	TIME BLO	OCKS F	FACILITIES S	TORAGES			
		0.000		.076		1	0			
	NA	ME		VALI	JE					
	BUFFER	MEMORY		10005.0	000					
	BUFMEM	_		2.0	000					
	DATASR	С		1.0	000					
		_RATE		10003.0	000					
	ERLANG	_SHAPE		10004.0	000					
	FINISH			8.0						
	PROC			5.0						
		SOR		10006.0						
		R_PROBABIL		10000.0						
		M_LEFT		10001.0						
	UNIFOR	M_RIGHT		10002.0	JUU					
LABEL		LOC B	LOCK TYPE	FMTD	у солил	Γ CURRENT COU	MT DETDV			
DATASRO			ENERATE		00011	0	0			
BUFMEM			UEUE		002	1	o			
		_	EIZE		001	1	0			
			EPART		000	0	o			
PROC		5 A	DVANCE		000	0	0			
		6 R	ELEASE	100	000	0	0			
		7 T	RANSFER	100	000	0	0			
FINISH			ERMINATE	100	000	0	0			
FACILITY						OWNER PEND I		DELAY		
PROCESSO	DR	10001	0.820	4.496	1	10001 0	0 0	1		
						T. AVE.TIME				
BUFFER_I	MEMORY	7	2 10002	3720	0.581	l 3.187	5.075	0		
CEC XIN	ррт	W-1	ASSEM	רווססקאיר	MEYT	PARAMETER	WALTER			
	0		0 10001		4	FARANETER	VALUE			
10001	J	51050.22	5 10001	,	-1					
FEC XN	PRI	BDT	ASSEM	CURRENT	NEXT	PARAMETER	VALUE			
10003	0	54868.24		0	1					

Рисунок 1 – Пример работы программы — 1

На рисунке 2 изображен пример работы программы для 10000 заявок с вероятностью повторного попадания заявки в очередь равной 0.1. По полученным результатам минимальный размер буферной памяти, при котором не будет потерь заявок, равен 20 ед.

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 2.88.1

Saturday, December 17, 2022 23:35:35										
	START	END	TIME	BLOCKS	FACILITI:	ES ST	TORAGES			
	0.000			4.775		1		0		
	NAM	E		Ţ	ALUE					
		- Memory			5.000					
	BUFMEM				2.000					
	DATASRO				1.000					
	ERLANG_	RATE		1000	3.000					
	ERLANG_				4.000					
	FINISH				8.000					
	PROC				5.000					
	PROCESS				16.000					
	UNIFORM	_PROBAB:	TPTIX		0.000					
	UNIFORM	_			01.000 02.000					
	ONIFORM			1000	12.000					
LABEL		LOC	BLOCK TYPE	E EN	ITRY COU	NT CURREN	T COUN	IT RETRY		
DATASRO		1	GENERATE		10004		0	0		
BUFMEM		2	QUEUE		11085		3	0		
		3	SEIZE		11082		1	0		
			DEPART		11081		0	0		
PROC		5	ADVANCE		11081		0	0		
		6	RELEASE		11081		0	0		
		7	TRANSFER		11081		0	0		
FINISH		8	TERMINATE		10000		0	0		
FACILITY		ENTRIES	UTIL. A	VE. TIM	E AVAIL	. OWNER P	END IN	ITER RETRY	DELAY	
PROCESSO		11082	0.912	4.5	11 1	10001	0	0 0	3	
QUEUE	ewopw -		ONT. ENTRY							
BUFFER_M	EMORT	20	4 11085	2081	2.0	83 10	.305	12.687	0	
CEC XN I	PRI	M1	ASSEM	I CURRE	NT NEX	T PARAME	TER	VALUE		
10001	0		518 10001							
	PRI	BDT				T PARAME	TER	VALUE		
10005	0	54835.4	106 10005	5 0	) 1					

Рисунок 2 – Пример работы программы — 2

На рисунке 3 изображен пример работы программы для 10000 заявок с вероятностью повторного попадания заявки в очередь равной 0.3. По полученным результатам минимальный размер буферной памяти, при котором не будет потерь заявок, равен 1726 ед.

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 2.89.1

Saturday, December 17, 2022 23:35:48										
	START					FACILITIES				
	C	0.000	64151	1.436	8	1	0			
	NAN	TE.		VALI	TE					
		MEMORY		10005.0						
	BUFMEM	-		2.0	000					
	DATASRO	;		1.0	000					
	ERLANG_	RATE		10003.0	000					
	ERLANG_	_		10004.0	000					
	FINISH				000					
	PROC				000					
	PROCESS			10006.0						
		R_PROBABI	ILITY	10000.0						
		LEFT		10001.0						
	UNIFORM	_RIGHI		10002.0	J00					
LABEL		LOC	BLOCK TYPE	ENTR	y comni	CURRENT C	OUNT RETRY			
DATASRO		1	GENERATE		725					
BUFMEM		2	OUEUE		997	1724	0			
		3	SEIZE	142	273	1	0			
		4	DEPART	142	272	0	0			
PROC		5	ADVANCE	142	272	0	0			
		6	RELEASE	142	272	0	0			
		7	TRANSFER	142	272	0	0			
FINISH		8	TERMINATE	100	000	0	0			
FACILITY							INTER RETRY			
PROCESSO	JR	14273	1.000	4.494	1	10480 0	0 0	1724		
QUEUE		MAX C	OMT. ENTRY E	NTRV(O)	ME CON	JT. 437F.TIM	E AVE.(-0)	RETRY		
	MEMORY	1726 1	725 15997	3 8	344.072	3384.91	3 3385.547			
								_		
CEC XN	PRI	M1	ASSEM	CURRENT	NEXT	PARAMETER	VALUE			
10480	0	57348.0	026 10480	3	4					
FEC XN	PRI	BDT				PARAMETER	VALUE			
11726	0	64152.3	217 11726	0	1					

Рисунок 3 – Пример работы программы — 3

На рисунке 4 изображен пример работы программы для 10000 заявок с вероятностью повторного попадания заявки в очередь равной 0.5. По полученным результатам минимальный размер буферной памяти, при котором не будет потерь заявок, равен 6526 ед.

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 2.90.1

Saturday, December 17, 2022 23:36:05											
	START	TIME		TIME 99.071			ACILIT:	IES	STORAG O	ES	
			3000	.5.011	Ŭ		-		J		
	NAN				VALUE						
	_	MEMORY		100	05.000						
	BUFMEM DATASRO				2.000						
		RATE		100	03.000						
	ERLANG_	_			04.000						
	FINISH	_		100	8.000						
	PROC				5.000						
	PROCESS	SOR		100	06.000	)					
	REENTER	_PROBAB:	ILITY	100	00.000	0					
	UNIFORM	I LEFT		100	01.000	)					
	UNIFORM	T_RIGHT		100	02.000	)					
LABEL			BLOCK TYPE	: E			CURREN		UNT RE		
DATASRC		1	GENERATE		1652			0		0	
BUFMEM		2 3	QUEUE		26610		·	5525		0	
		3 4	SEIZE		2008			1 0		0	
PROC		4 5	DEPART ADVANCE		20084			0		0 0	
FROC		6			20084			0		0	
		7	TRANSFER		20084			0		0	
FINISH		8	TERMINATE		10000			n		n	
		_	121111111		1000	_		_		_	
FACILITY		ENTRIES	UTIL. A	VE. TI	ME AV.	AIL.	OWNER E	PEND	INTER	RETRY	DELAY
PROCESSO	R	20085	1.000	4.	495	1	7132	0	0	0	6525
			ONT. ENTRY								RETRY
BUFFER_M	EMORY	6526 6	526 26610	3	3245	5.721	11014	4.114	1101	5.356	0
CEC VIII	DDT	17.4	ACCEI	r cunn			D 2 D 2 357	e erre ro	7727	ше	
	PRI		ASSEN 093 7132			NEA1 4	PARAMI	LIER	VAL	UŁ	
7132	U	J90/J.l	JJJ 1134	3		٦					
FEC XN	PRI	врт	ASSEN	I CURR	ENT I	VEXT	PARAMI	STER	VAL	UE	
	0		541 16527		0	1			* 1111		
	_				_	_					

Рисунок 4 – Пример работы программы — 4

На рисунке 5 изображен пример работы программы для 10000 заявок с вероятностью повторного попадания заявки в очередь равной 0.7. По полученным результатам минимальный размер буферной памяти, при котором не будет потерь заявок, равен 17381 ед.

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 2.91.1

Saturday, December 17, 2022 23:36:21										
		TIME				FACILI	TIES S			
		0.000	14950	02.866	8	1		0		
		.ME			VALUE					
		_MEMORY		100	05.000					
	BUFMEM				2.000					
	DATASR			100	1.000					
		RATE SHAPE			03.000 04.000					
	FINISH	_		100	8.000					
	PROC				5.000					
	PROCES	SOR		100	06.000					
		R_PROBAB	ILITY		00.000					
	UNIFOR	M LEFT			01.000					
		M RIGHT		100	02.000					
		_								
LABEL		LOC	BLOCK TYPE	E E	NTRY CO	UNT CURR	ENT COU	NT RETRY		
DATASRO		1	GENERATE		27380		0	0		
BUFMEM		2	QUEUE		50616		17379	0		
		3	SEIZE		33237		1	0		
		4	DEPART		33236		0	0		
PROC		5	ADVANCE		33236		0	0		
		6	RELEASE		33236		0	_		
		7	TRANSFER		33236		0	0		
FINISH		8	TERMINATE		10000		0	0		
EACTI TEN		PMTTTC		ure er	MET ATTAT:	. OIBIED	DEMD T	MTED DETES	7 1517 337	
FACILITY PROCESSO			UTIL. 1			ւ. ОШМЕК 5055			17379	
FROCESSO	/IC	33237	1.000	7.	750 1	3033	U	0 0	1/3/5	
QUEUE		MAX C	ONT. ENTRY	ENTRY	OL AVE.	CONT. AV	E.TIME	AVE. (-0)	RETRY	
BUFFER M			17380 506:							
CEC XIN	PRI	M1	ASSEI	I CURR	ENT NE	XT PARA	METER	VALUE		
5055	0	27735.	977 5055	3	4					
	PRI	BDT				XT PARA	METER	VALUE		
27381	0	149505.	669 2738:	L	0	1				

Рисунок 5 – Пример работы программы — 5

На рисунке 6 изображен пример работы программы для 10000 заявок с вероятностью повторного попадания заявки в очередь равной 0.9. По полученным результатам минимальный размер буферной памяти, при котором не будет потерь заявок, равен 71330 ед.

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 2.92.1										
	Saturday,	December	17, 202	2 23:3	6:46					
	T TIME 0.000	END T 447574.			ACILITIES 1	STORAGES O				
BUFFEI BUFMEI DATASI ERLAN( ERLAN(	RC G_RATE G_SHAPE		VALU 10005.0 2.0 1.0 10003.0	00 00 00 00 00						
FINISI PROC	H.		8.0 5.0							
	SSOR		10006.0							
REENTI	ER_PROBABILITY RM_LEFT	?	10000.0	00						
			10001.0	00						
UNIFO	RM_RIGHT		10002.0	00						
LABEL	LOC BLOC	אַ דעסד	FNTDV	COUNT	CURRENT C	OIMT PETRY				
DATASRC		RATE	813:		0					
BUFMEM	2 QUEU		1707		71329	=				
	3 SEI2		993		1					
	4 DEPA	LRT .	993	73	0	0				
PROC	5 ADVA	INCE	993	73	0	0				
	6 RELE	INCE :ASE		73	0	0				
		ISFER	993	73	0	0				
FINISH	8 TERN	IINATE	100	00	0	0				
FACILITY PROCESSOR	ENTRIES UTI 99374 1.									
QUEUE BUFFER_MEMORY	MAX CONT. 71330 71330	ENTRY EN ) 170703	TRY(O) A	VE.CON 35769.	T. AVE.TIM 793 93786	E AVE.(-0) .593 93787.	RETRY 692 O			
CEC XN PRI 47346 O	M1 259842.277	ASSEM 47346	CURRENT 3	NEXT 4	PARAMETER	VALUE				
FEC XN PRI 81331 O	BDT 447580.690		CURRENT O	NEXT 1	PARAMETER	VALUE				

Рисунок 6 – Пример работы программы — 6