

# Лабораторная работа №11

Модель системы массового обслуживания  $M|M|1$

---

Астраханцева А. А.

18 апреля 2025

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

## Информация

---

- Астраханцева Анастасия Александровна
- НФИбд-01-22, 1132226437
- Российский университет дружбы народов
- 1132226437@pfur.ru
- <https://github.com/aaastrakhantseva>



## Вводная часть

---

Реализовать модель  $M|M|1$  в CPN tools.

## Выполнение ЛР

---

В систему поступает поток заявок двух типов, распределённый по пуассоновскому закону. Заявки поступают в очередь сервера на обработку. Дисциплина очереди - FIFO. Если сервер находится в режиме ожидания (нет заявок на сервере), то заявка поступает на обработку сервером.

## Реализация модели в CPN Tools

---



# Граф сети системы обработки заявок в очереди

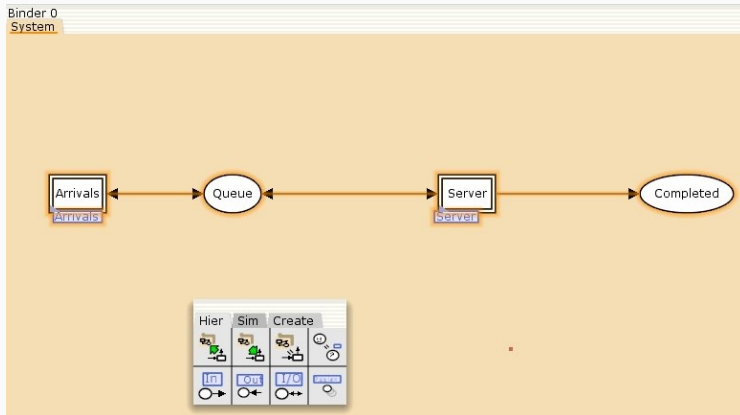


Рис. 1: Граф сети системы обработки заявок в очереди

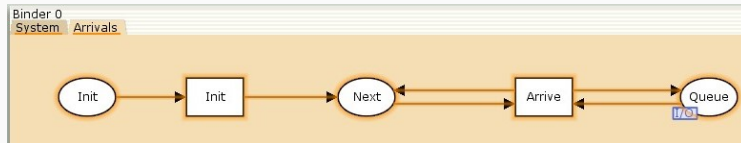


Рис. 2: Граф генератора заявок системы

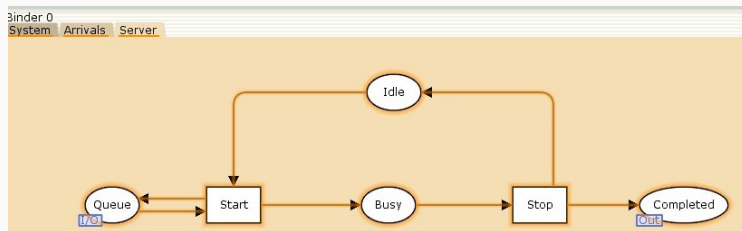


Рис. 3: Граф процесса обработки заявок на сервере системы

### ▼ Declarations

#### ▼ SYSTEM

```
▼ colset UNIT = unit timed;  
▼ colset INT = int;  
▼ colset Server = with server timed;  
▼ colset JobType = with A | B;  
▼ colset Job = record  
  jobType : JobType *  
  AT : INT;  
▼ colset Jobs = list Job;  
▼ colset ServerxJob = product Server * J  
▼ var proctime : INT;  
▼ var job : Job;  
▼ var jobs : Jobs;  
▶ fun expTime  
▼ fun intTime() = IntInf.toInt (time());  
▼ fun newJob() = {jobType = JobType.ra  
                  AT      = intTime()}
```

#### ▼ Standard declarations

```
▶ colset BOOL  
▶ colset STRING
```

## Параметры элементов основного графа системы обработки заявок в очереди

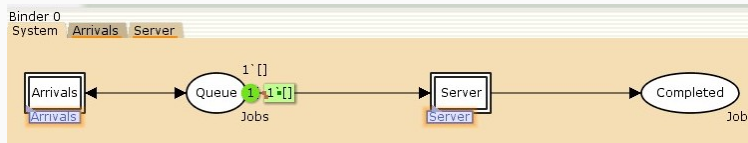


Рис. 5: Параметры элементов основного графа системы обработки заявок в очереди

# Параметры элементов генератора заявок системы

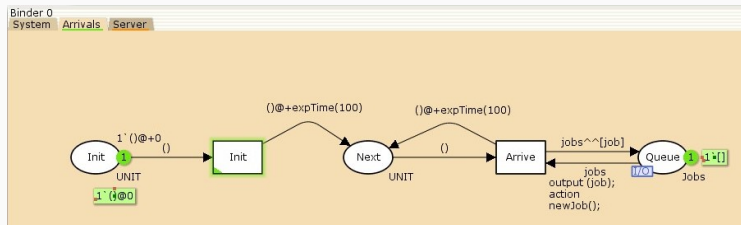


Рис. 6: Параметры элементов генератора заявок системы

# Параметры элементов обработчика заявок системы

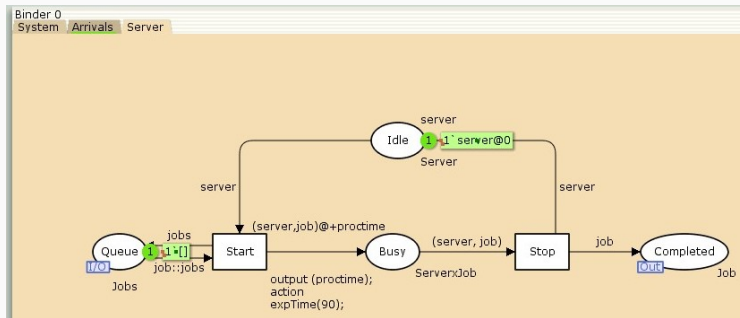


Рис. 7: Параметры элементов обработчика заявок системы

## Мониторинг параметров моделируемой системы

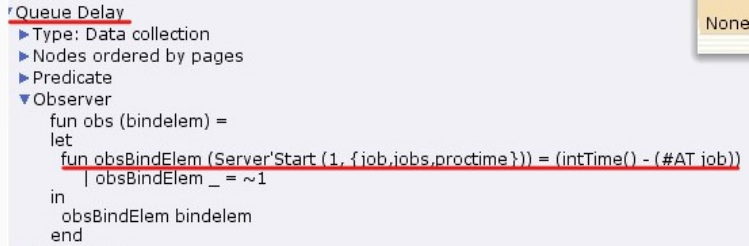
---



```
▼ Ostanovka  
  Type: Break point  
  ▶ Nodes ordered by pages  
  ▼ Predicate  
    fun pred (bindelem) =  
      let  
        fun predBindElem (Server'Start (1,  
                                     {job,jobs,proctime})) = Queue_Delay.count()=200  
          | predBindElem _ = false  
      in  
        predBindElem bindelem  
      end
```

Рис. 8: Функция Predicate монитора Ostanovka

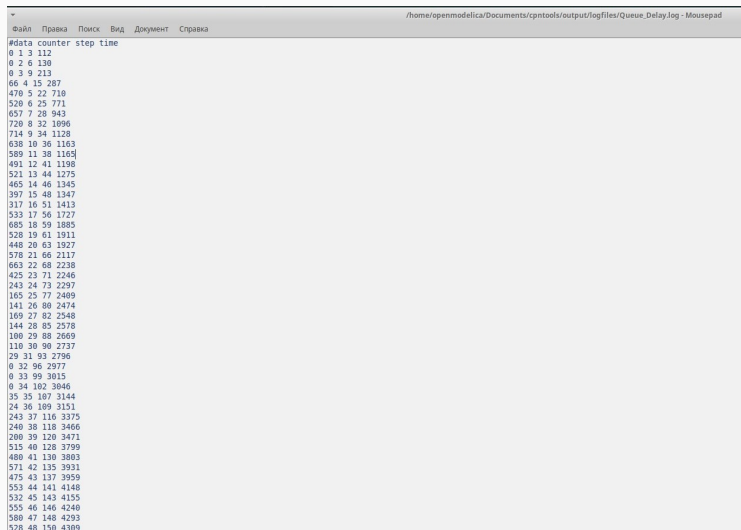
## Функция Observer монитора Queue Delay



```
Queue Delay  
▶ Type: Data collection  
▶ Nodes ordered by pages  
▶ Predicate  
▼ Observer  
  fun obs (bindelem) =  
    let  
      fun obsBindElem (Server'Start (1, {job,jobs.proctime})) = (intTime() - (#AT job))  
        | obsBindElem _ = ~1  
    in  
      obsBindElem bindelem  
    end
```

Рис. 9: Функция Observer монитора Queue Delay

# Файл Queue\_Delay.log



```

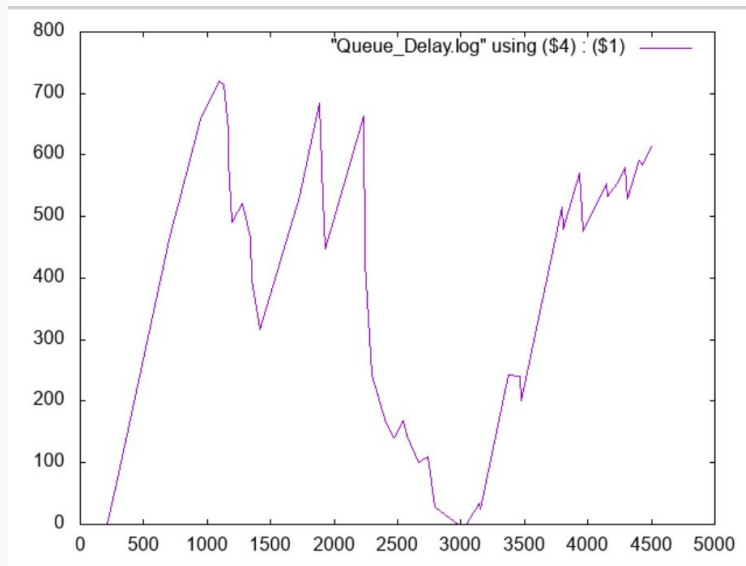
#data counter step time
0 1 3 112
0 2 6 130
0 3 9 213
66 4 15 287
470 5 22 710
520 6 25 771
657 7 28 943
720 8 32 1096
714 9 34 1128
638 10 36 1163
589 11 38 1165
491 12 41 1198
521 13 44 1275
465 14 46 1345
397 15 48 1347
317 16 51 1413
533 17 56 1727
685 18 59 1885
528 19 61 1911
448 20 63 1927
578 21 66 2117
663 22 68 2238
425 23 71 2246
243 24 73 2297
165 25 77 2409
141 26 80 2474
169 27 82 2548
144 28 85 2578
100 29 88 2669
110 30 90 2737
29 31 93 2796
0 32 96 2977
0 33 99 3015
0 34 102 3046
35 35 107 3144
24 36 109 3151
243 37 116 3375
240 38 118 3466
200 39 120 3471
515 40 128 3799
480 41 130 3803
571 42 135 3931
475 43 137 3959
553 44 141 4148
532 45 143 4155
555 46 146 4240
580 47 148 4293
528 48 150 4309

```

Рис. 10: Файл Queue\_Delay.log

```
gnuplot
set terminal png
set output "plot.png"
plot "Queue_Delay.log" using ($4):($1) with lines
quit
```

## График изменения задержки в очереди



### ▼ Queue Delay Real

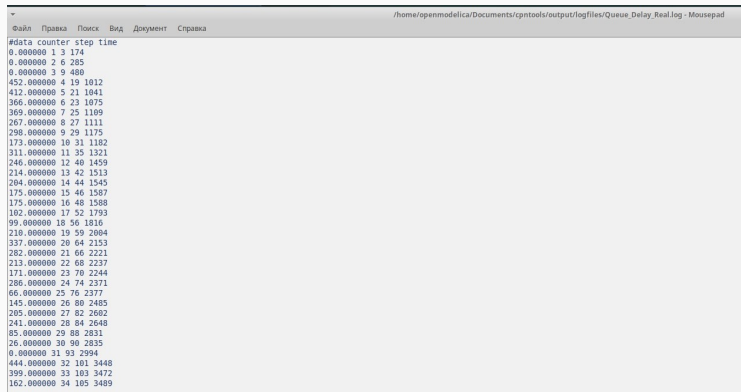
- ▶ Type: Data collection
- ▶ Nodes ordered by pages
- ▶ Predicate

### ▼ Observer

```
fun obs (bindelem) =  
  let  
    fun obsBindElem (Server'Start (1, {job,jobs,proctime})) =  
      Real.fromInt(intTime() - (#AT job))  
      | obsBindElem _ = ~1.0  
  in  
    obsBindElem bindelem  
  end
```

Рис. 12: Функция Observer монитора Queue Delay Real

# Содержимое Queue\_Delay\_Real.log



#data	counter	step	time
0.000000	1	3	174
0.000000	2	6	285
0.000000	3	9	480
452.000000	4	19	1012
412.000000	5	21	1041
366.000000	6	23	1075
369.000000	7	25	1109
267.000000	8	27	1111
298.000000	9	29	1175
173.000000	10	31	1182
311.000000	11	35	1321
246.000000	12	40	1459
214.000000	13	42	1513
204.000000	14	44	1545
175.000000	15	46	1587
175.000000	16	48	1588
102.000000	17	52	1793
99.000000	18	56	1816
210.000000	19	59	2004
337.000000	20	64	2153
282.000000	21	66	2221
213.000000	22	68	2237
171.000000	23	70	2244
286.000000	24	74	2371
66.000000	25	76	2377
145.000000	26	80	2485
205.000000	27	82	2602
241.000000	28	84	2648
85.000000	29	88	2831
26.000000	30	90	2835
0.000000	31	93	2994
444.000000	32	101	3448
399.000000	33	103	3472
162.000000	34	105	3489

Рис. 13: Содержимое Queue\_Delay\_Real.log

### ▼ Long Delay Time

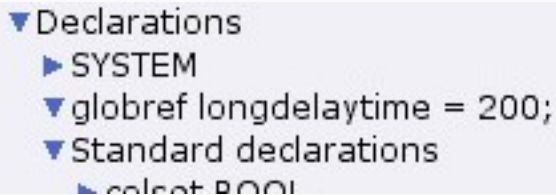
- ▶ Type: Data collection
- ▶ Nodes ordered by pages
- ▶ Predicate

### ▼ Observer

```
fun obs (bindelem) =  
  if IntInf.toInt(Queue_Delay.last()) >= (!longdelaytime)  
  then 1  
  else 0
```

Рис. 14: Функция Observer монитора Long Delay Time





```
▼ Declarations  
  ► SYSTEM  
  ▼ globref longdelaytime = 200;  
  ▼ Standard declarations  
    ► select 8001
```

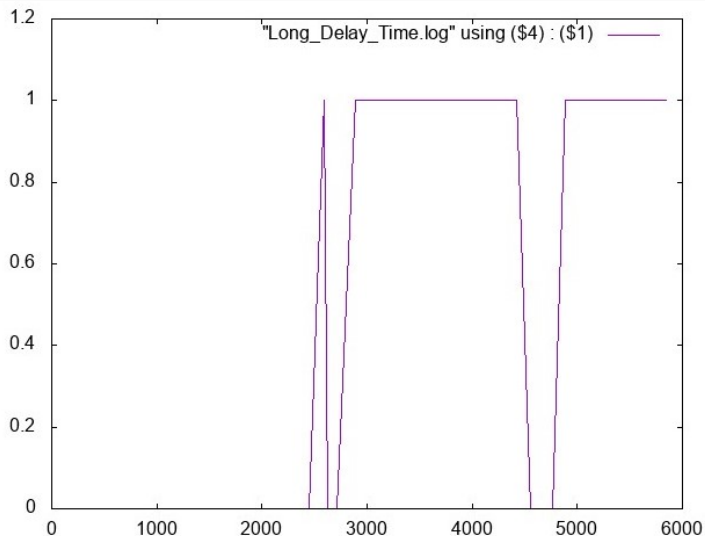
Рис. 15: Определение longdelaytime в декларациях

## Содержимое Long\_Delay\_Time.log

```
▼ /home/openmodelica/Documents/cpntools/output/logfiles/Long_Delay_Time.log - Mousep. --
Файл  Правка  Поиск  Вид  Документ  Справка
#data counter step time
0 1 3 114
0 2 6 216
0 3 9 433
0 4 12 718
0 5 15 1077
0 6 18 1160
0 7 21 1306
0 8 24 1440
0 9 28 1616
0 10 30 1619
0 11 33 1659
0 12 36 1702
0 13 41 1916
0 14 43 1987
0 15 46 2068
0 16 48 2112
0 17 53 2267
0 18 56 2328
0 19 60 2382
0 20 62 2383
0 21 64 2453
1 22 69 2587
0 23 72 2630
0 24 74 2710
1 25 79 2892
1 26 83 3127
1 27 85 3159
1 28 89 3394
1 29 91 3401
1 30 93 3423
1 31 100 3608
1 32 104 3817
1 33 106 3955
1 34 108 3966
1 35 110 3998
1 36 113 4021
1 37 115 4106
1 38 117 4183
1 39 119 4378
1 40 121 4388
1 41 123 4418
0 42 128 4560
0 43 130 4568
0 44 133 4596
0 45 137 4768
1 46 141 4891
1 47 142 5026
```

```
gnuplot
set termnal png
set output "plot2.png"
set yrange [0:1.2]
plot [0:] [0:1.2] "Long_Delay_Time.log" using ($4):($1) with lines
quit
```

## Периоды времени, когда значения задержки в очереди превышали заданное значение



В процессе выполнения данной лабораторной работы я реализовала модель системы массового обслуживания  $M|M|1$  в CPN Tools.

Спасибо за внимание!

---