

Лабораторная работа №11

Модель системы массового обслуживания $M|M|1$

Шуваев С. А.

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

Информация

- Шуваев сергей Александрович
- студент
- Российский университет дружбы народов
- 1032224269@pfur.ru
- <https://Grinders060050.github.io/ru/>



Цель работы

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

Задание

- Реализовать в CPN Tools модель системы массового обслуживания $M|M|1$.
- Настроить мониторинг параметров моделируемой системы и нарисовать графики очереди.

Постановка задачи

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.

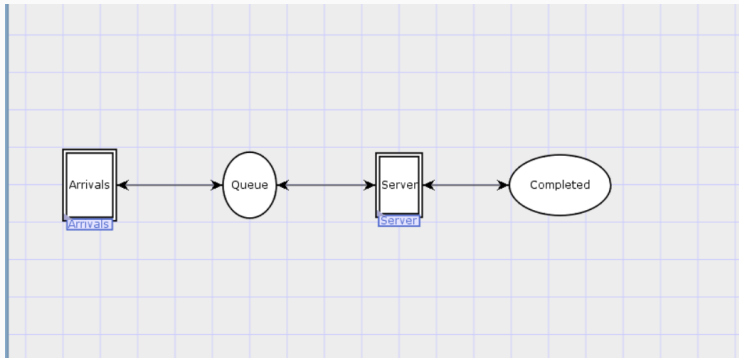


Figure 1: Граф сети системы обработки заявок в очереди

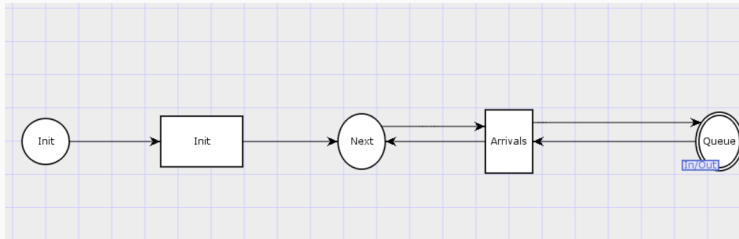


Figure 2: Граф генератора заявок системы

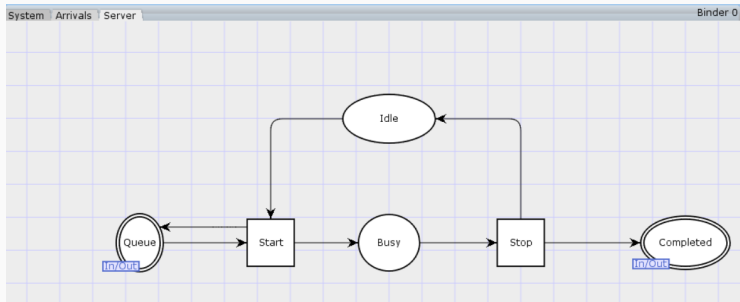


Figure 3: Граф процесса обработки заявок на сервере системы


```
▼ Declarations
  ► Standard priorities
  ▼ Standard declarations
    ► colset BOOL
    ► colset INTINF
    ▼ colset TIME = time;
    ► colset REAL
    ► colset STRING
  ▼ 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 * Job timed;
    ▼ var proctime : INT;
    ▼ var job: Job;
    ▼ var jobs: Jobs;
    ▼ fun expTime (mean: int) =
      let
        val realMean = Real.fromInt mean
        val rv = exponential((1.0/realMean))
      in
        floor (rv+0.5)
      end;
    ▼ fun intTime() = IntInf.toInt (time());
    ▼ fun newJob() = {jobType = JobType.ran(),
      AT = intTime()}
```

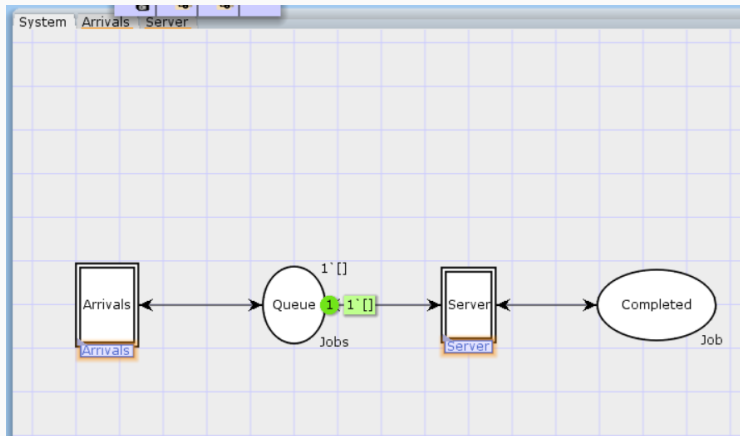


Figure 5: Параметры элементов основного графа системы обработки заявок в очереди

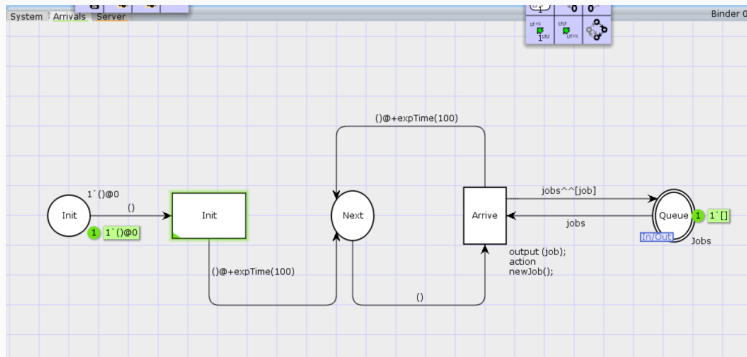


Figure 6: Параметры элементов генератора заявок системы

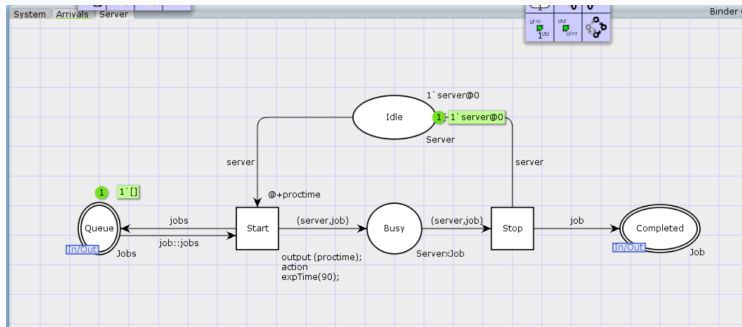


Figure 7: Параметры элементов обработчика заявок системы

```
▼ Predicate
  fun pred (bindelem) =
  let
    fun predBindElem (Server'Start (1, {job,jobs,proctime}))
      = Queue_Delay.count()=200
      | predBindElem _ = false
    in
      predBindElem bindelem
    end
```

Figure 8: Функция Predicate монитора Ostanovka

```
▼ Observer
  fun obs (bindelem) =
  let
  fun obsBindElem (Server'Start (1, {job, jobs, proctime})) = 0
  | obsBindElem _ = ~1
  in
  obsBindElem bindelem
  end
```

Figure 9: Функция Observer монитора Queue Delay

```
#data counter step time  
0 1 3 3  
0 2 6 78  
103 3 9 193  
17 4 12 317  
0 5 15 331  
224 6 19 661  
214 7 23 752  
87 8 25 785  
107 9 28 857  
174 10 31 978  
14 11 33 985  
182 12 40 1190  
301 13 42 1311  
373 14 44 1389  
414 15 48 1451
```

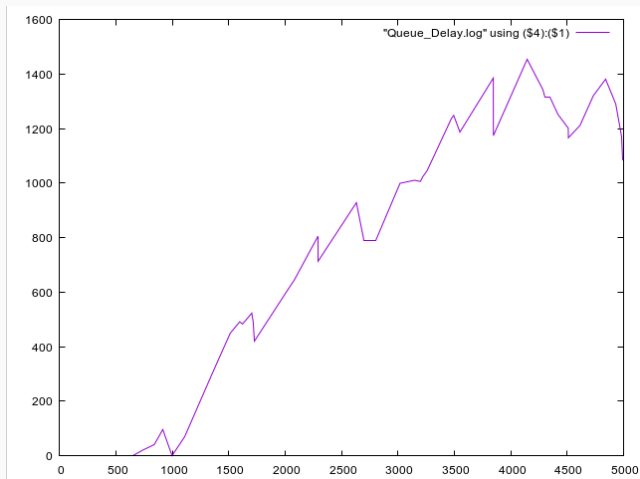


Figure 11: График изменения задержки в очереди


```
▼ 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
  ▶ Init function
```

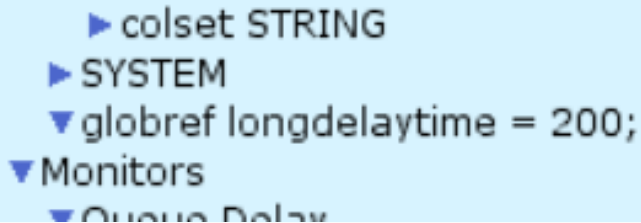
Figure 12: Функция Observer монитора Queue Delay Real

```
#data counter step time
0.000000 1 3 69
89.000000 2 6 176
188.000000 3 10 386
173.000000 4 13 490
102.000000 5 15 584
0.000000 6 18 692
0.000000 7 21 815
0.000000 8 24 933
0.000000 9 27 996
0.000000 10 30 1039
6.000000 11 33 1067
3.000000 12 36 1090
184.000000 13 41 1400
184.000000 14 43 1422
192.000000 15 46 1554
171.000000 16 50 1723
```

```
System Arrivals Server fun obs <Queue Delay Time>
```

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

Figure 14: Функция Observer монитора Long Delay Time



```
▶ colset STRING  
▶ SYSTEM  
▼ globref longdelaytime = 200;  
▼ Monitors  
▼ Queue Delay
```

Figure 15: Определение longdelaytime в декларациях

Мониторинг параметров моделируемой системы

Long_Delay_Time.log - Блокнот

Файл Правка Формат Вид Справка

#data counter step time

```
0 1 3 482
0 2 6 646
0 3 9 739
0 4 13 839
0 5 15 914
0 6 18 996
0 7 25 1108
1 8 31 1351
1 9 36 1492
1 10 38 1513
1 11 41 1596
1 12 43 1621
1 13 46 1703
1 14 48 1716
1 15 50 1726
1 16 56 2020
1 17 58 2081
1 18 66 2290
1 19 68 2291
1 20 72 2631
1 21 76 2692
1 22 78 2697
1 23 80 2806
1 24 84 3018
1 25 87 3145
1 26 90 3199
1 27 92 3218
1 28 94 3259
1 29 102 3474
1 30 104 3494
1 31 106 3549
1 32 110 3845
1 33 112 3846
1 34 117 4145
1 35 119 4284
```

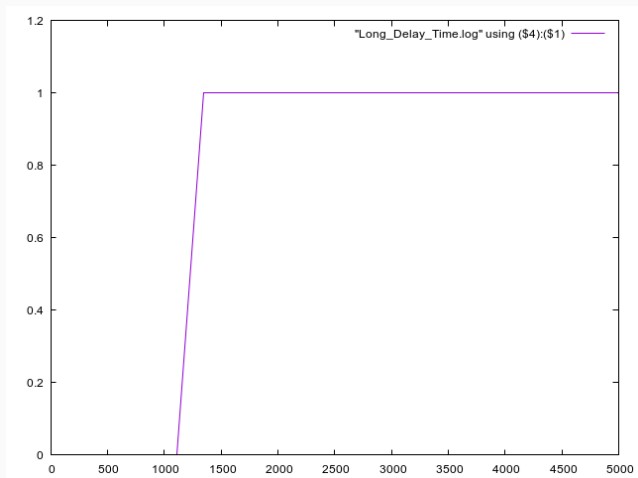


Figure 17: Периоды времени, когда значения задержки в очереди превышали заданное значение

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