

# **Лабораторная работа №11**

Модель системы массового обслуживания  $M|M|1$

---

Ендонова А.В.

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

## Информация

---

# Докладчик

---

- Ендонова Арюна Валерьевна
- студентка
- Российский университет дружбы народов
- 1132221888@pfur.ru
- <https://github.com/aryunae>



## 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.

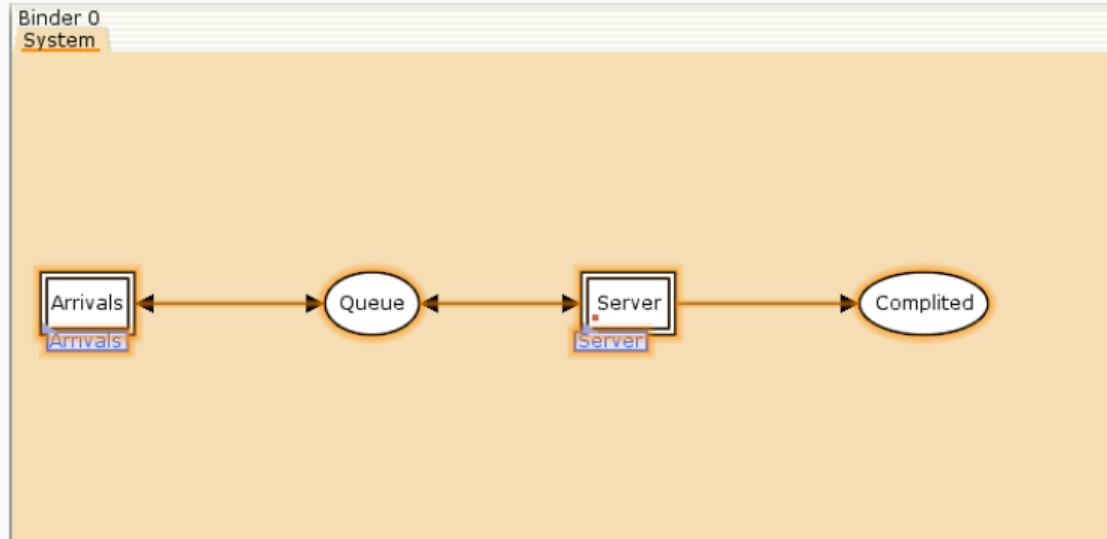
# Выполнение лабораторной работы

---

## 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.

# Выполнение лабораторной работы



**Рис. 1:** Граф сети системы обработки заявок в очереди

# Выполнение лабораторной работы

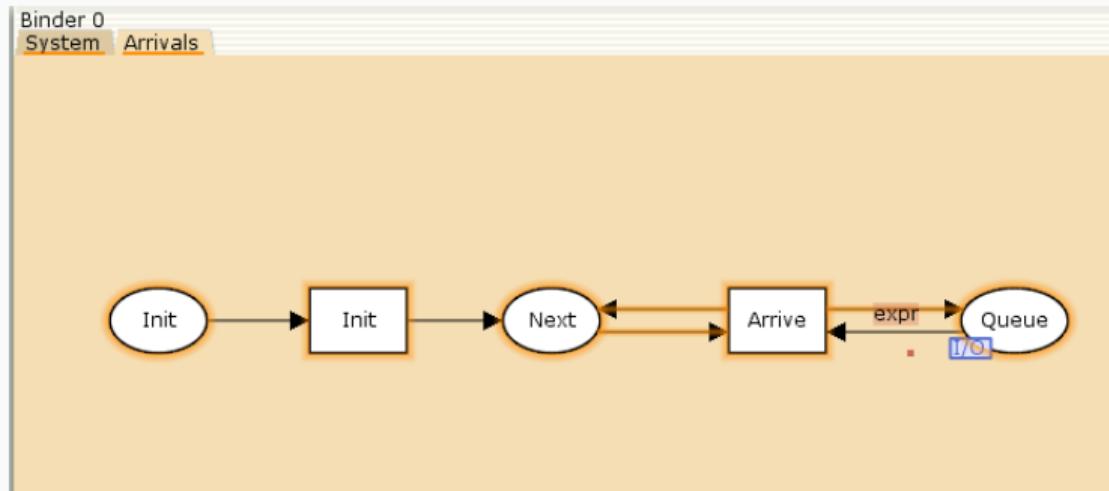


Рис. 2: Граф генератора заявок системы

# Выполнение лабораторной работы

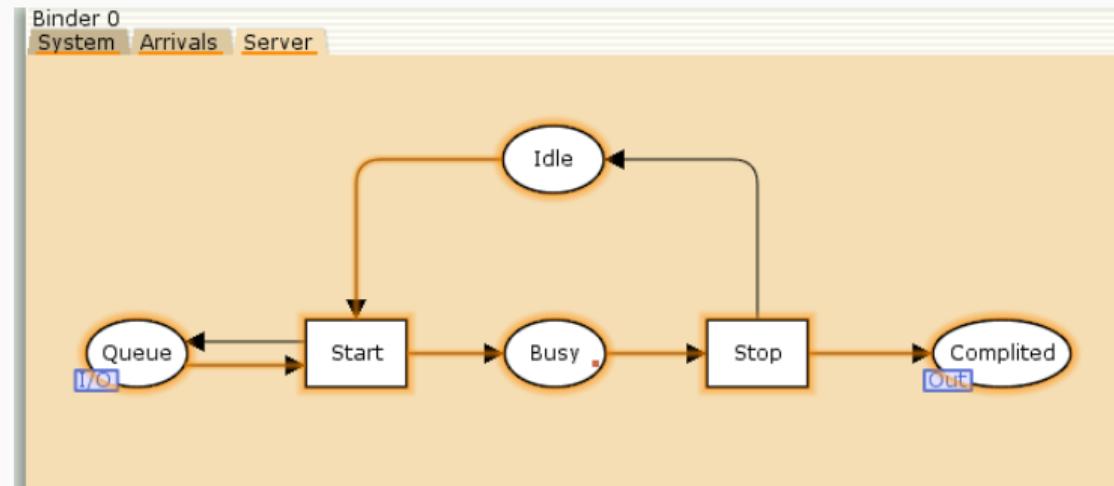


Рис. 3: Граф процесса обработки заявок на сервере системы

# Выполнение лабораторной работы



```
▼ Declarations
  ▼ Standard declarations
    ► colset BOOL
    ► 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
    ▼ 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() };

  ▼ Monitors
```

Рис. 4: Задание деклараций системы

# Выполнение лабораторной работы

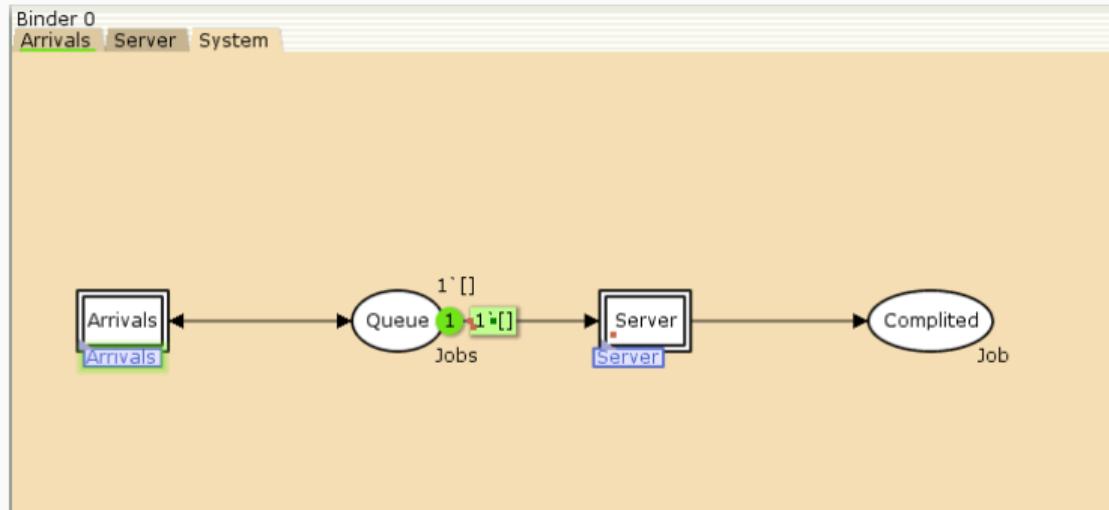


Рис. 5: Параметры элементов основного графа системы обработки заявок в очереди

# Выполнение лабораторной работы

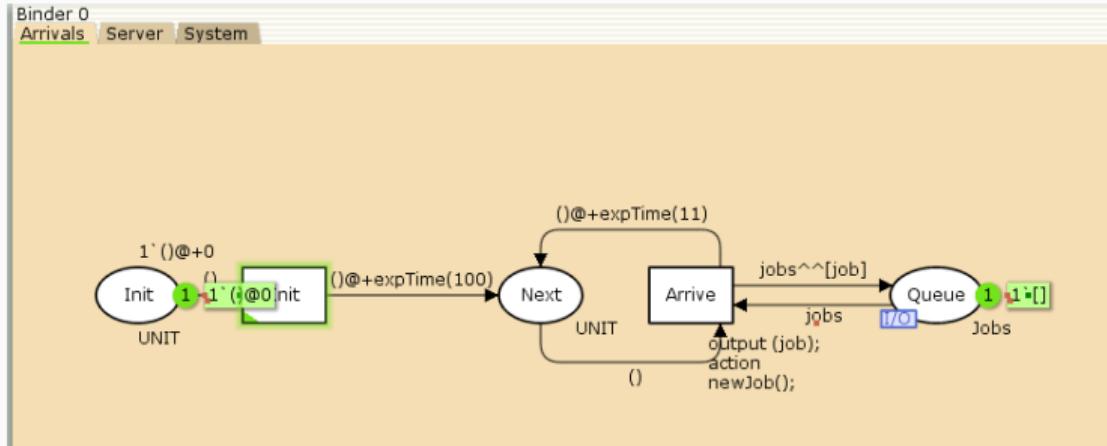


Рис. 6: Параметры элементов генератора заявок системы

# Выполнение лабораторной работы

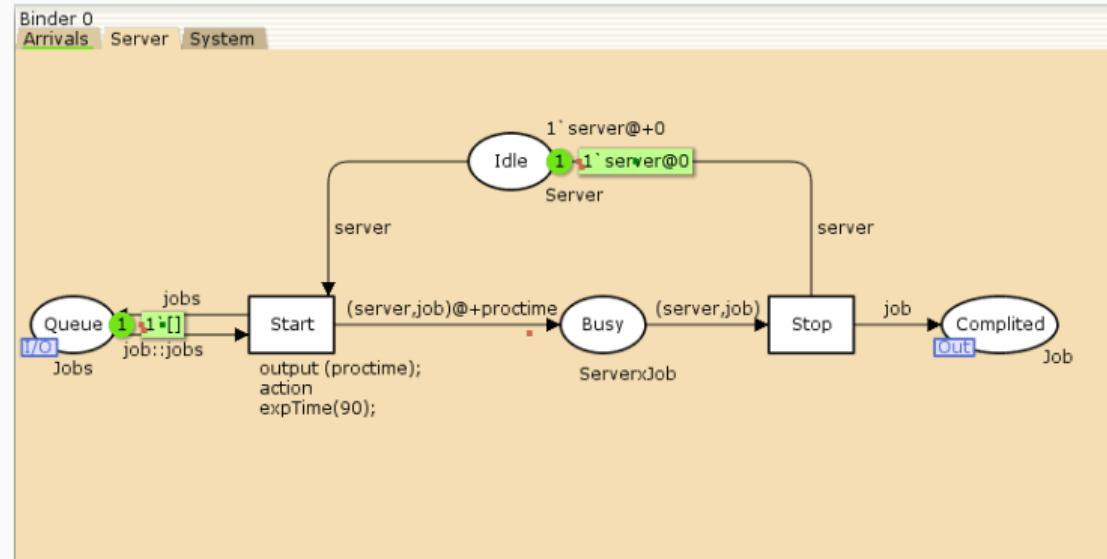
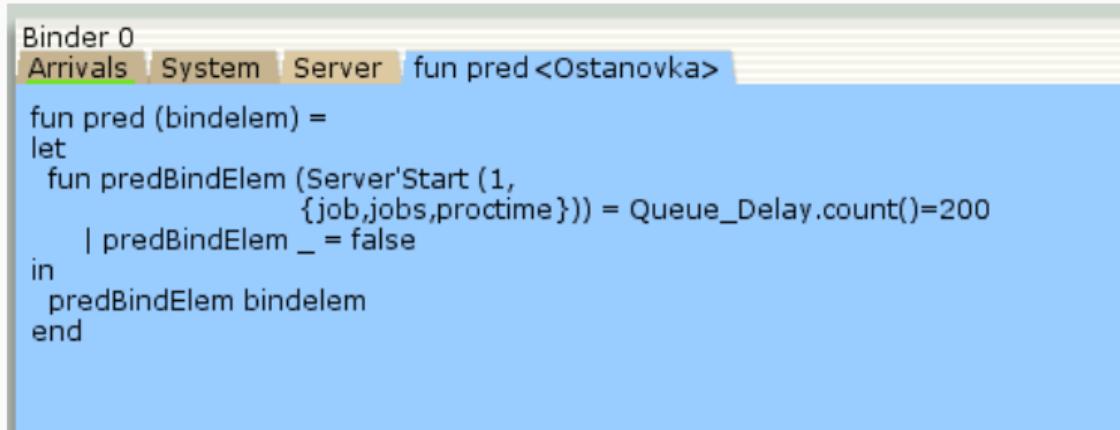


Рис. 7: Параметры элементов обработчика заявок системы

# Мониторинг параметров моделируемой системы



The screenshot shows a software interface with a tab bar at the top. The tabs are labeled 'Arrivals', 'System', 'Server', and 'fun pred <Ostanovka>'. The 'Arrivals' tab is currently selected. Below the tabs, there is a code editor window containing the following pseudocode:

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

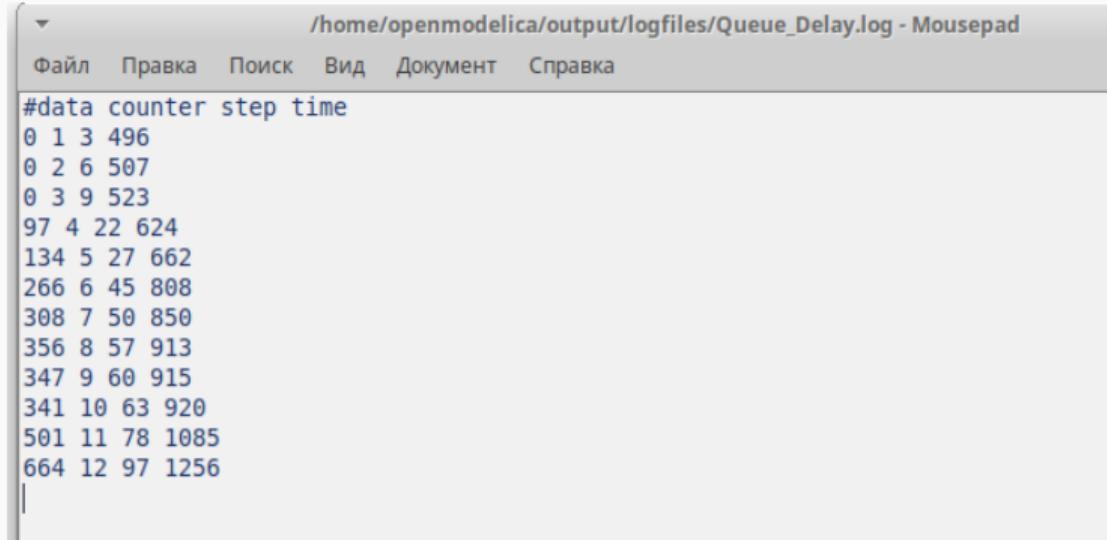
**Рис. 8:** Функция Predicate монитора Ostanovka

# Мониторинг параметров моделируемой системы

```
Binder 0
Arrivals System Server fun obs<Queue Delay>
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

# Мониторинг параметров моделируемой системы



The screenshot shows a terminal window titled '/home/openmodelica/output/logfiles/Queue\_Delay.log - Mousepad'. The window contains the following text:

```
#data counter step time
0 1 3 496
0 2 6 507
0 3 9 523
97 4 22 624
134 5 27 662
266 6 45 808
308 7 50 850
356 8 57 913
347 9 60 915
341 10 63 920
501 11 78 1085
664 12 97 1256
```

**Рис. 10:** Файл Queue\_Delay.log

## Мониторинг параметров моделируемой системы

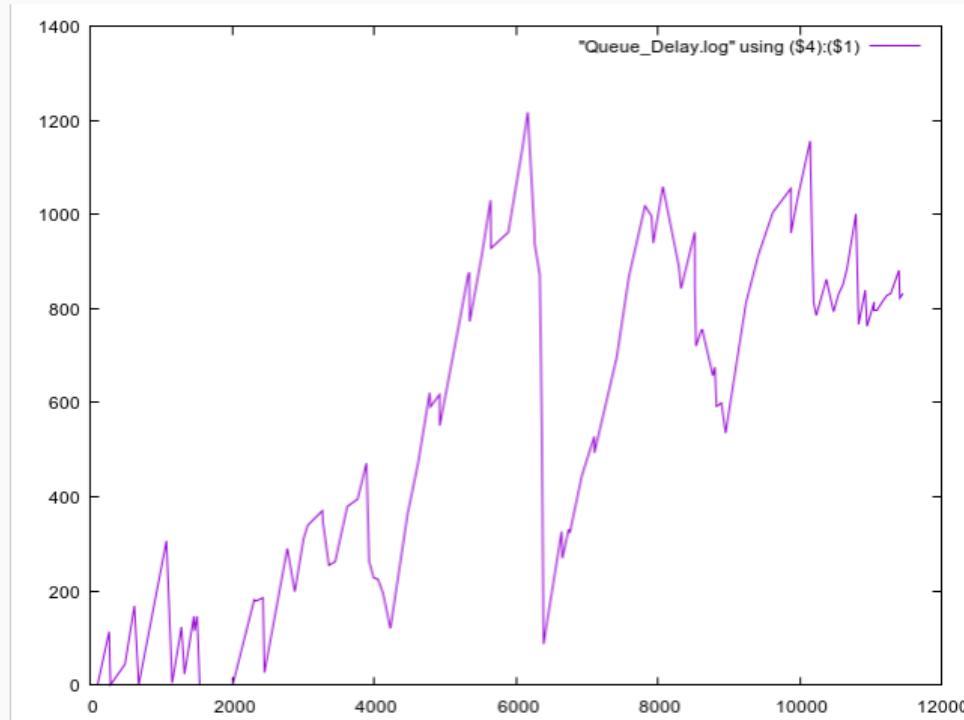


Рис. 11: График изменения задержки в очереди

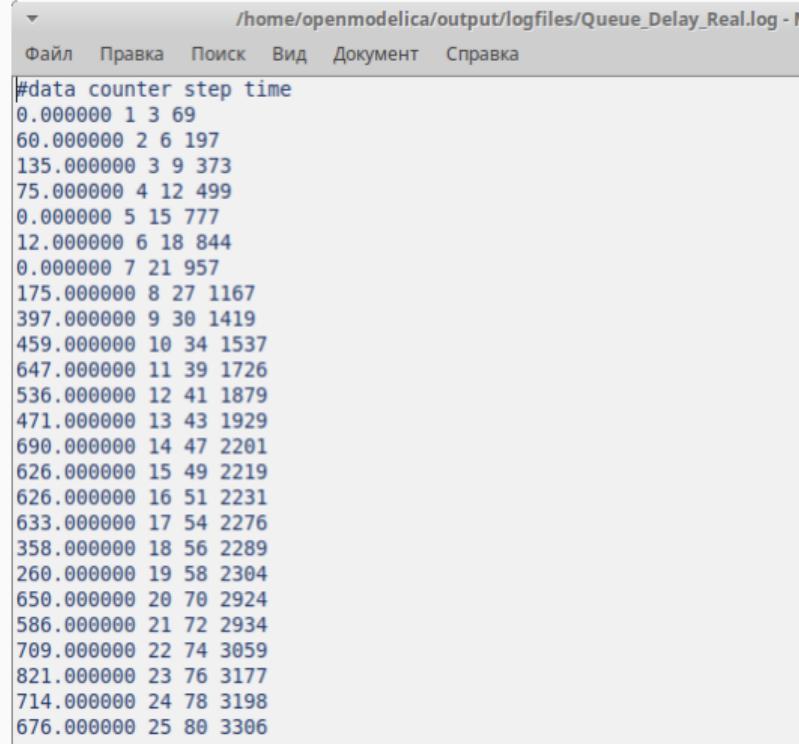
# Мониторинг параметров моделируемой системы

The screenshot shows a software interface with a title bar "Binder 0" and a menu bar with tabs: "Arrivals", "System", "Server", and "fun obs <Queue Delay Real>". The main area contains the following OCaml-like code:

```
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

# Мониторинг параметров моделируемой системы

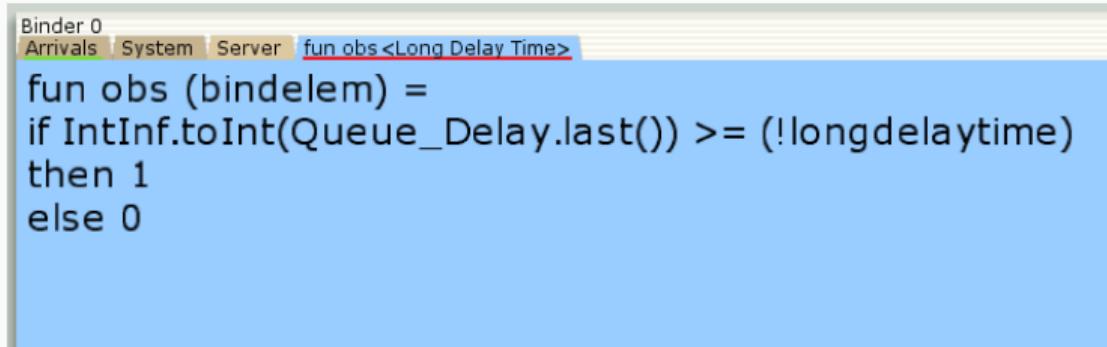


The screenshot shows a terminal window with the title bar reading "/home/openmodelica/output/logfiles/Queue\_Delay\_Real.log - M". The menu bar includes "Файл", "Правка", "Поиск", "Вид", "Документ", and "Справка". The main area displays a log file with the following content:

```
#data counter step time
0.000000 1 3 69
60.000000 2 6 197
135.000000 3 9 373
75.000000 4 12 499
0.000000 5 15 777
12.000000 6 18 844
0.000000 7 21 957
175.000000 8 27 1167
397.000000 9 30 1419
459.000000 10 34 1537
647.000000 11 39 1726
536.000000 12 41 1879
471.000000 13 43 1929
690.000000 14 47 2201
626.000000 15 49 2219
626.000000 16 51 2231
633.000000 17 54 2276
358.000000 18 56 2289
260.000000 19 58 2304
650.000000 20 70 2924
586.000000 21 72 2934
709.000000 22 74 3059
821.000000 23 76 3177
714.000000 24 78 3198
676.000000 25 80 3306
```

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

# Мониторинг параметров моделируемой системы



```
Binder 0
Arrivals System Server fun obs<Long Delay Time>
fun obs (bindelem) =
if IntInf.toInt(Queue_Delay.last()) >= (!longdelaytime)
then 1
else 0
```

Рис. 14: Функция Observer монитора Long Delay Time

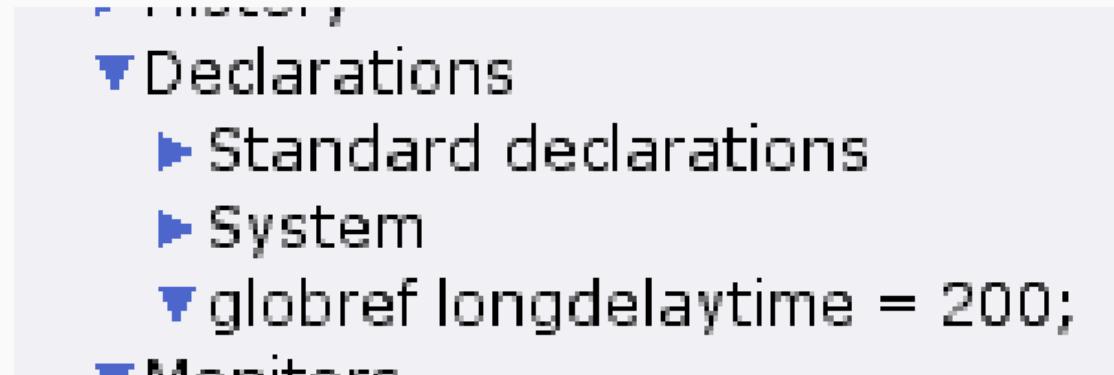


Рис. 15: Определение longdelaytime в декларациях

# Мониторинг параметров моделируемой системы

```
/home/openmodelica/output/logfiles/Long_Delay_Time.log -  
Файл Правка Поиск Вид Документ Справка  
#data counter step time  
0 1 3 36  
0 2 6 282  
0 3 9 515  
0 4 12 705  
0 5 17 826  
1 6 21 938  
0 7 24 1003  
0 8 26 1077  
0 9 28 1107  
0 10 31 1159  
0 11 34 1285  
0 12 37 1344  
0 13 39 1435  
0 14 42 1500  
0 15 45 1530  
0 16 48 1587  
0 17 51 1644  
0 18 55 1729  
0 19 57 1769  
0 20 60 1905  
0 21 63 1944  
0 22 66 2068  
1 23 74 2396  
1 24 76 2400  
1 25 81 2528  
1 26 83 2556  
1 27 87 2745
```

Рис. 16: Содержимое Long\_Delay\_Time.log

# Мониторинг параметров моделируемой системы

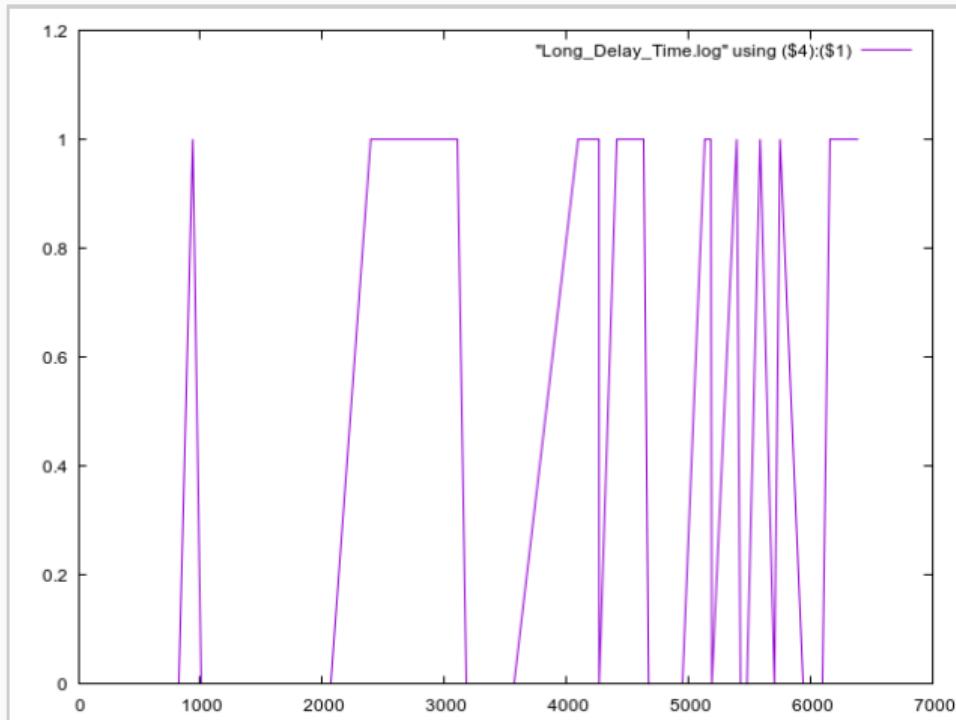


Рис. 17: Периоды времени, когда значения задержки в очереди превышали заданное значение

## Выводы

---

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