

Лабораторная работа №11

Модель системы массового обслуживания $M|M|1$

Клюкин М. А.

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

- Ключин Михаил Александрович
- студент
- Российский университет дружбы народов
- 1132226431@pruf.ru
- <https://MaKYaro.github.io/ru/>



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

1. Реализовать в CPN tools модель системы массового обслуживания $M|M|1$.
2. Настроить мониторинг параметров моделирующей системы и нарисовать графики очереди.

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

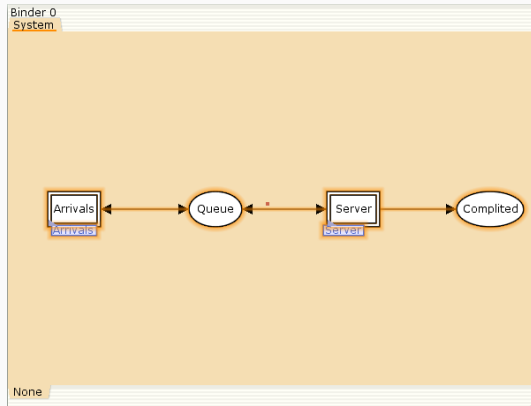


Рис. 1: Граф сети системы обработки заявок в очереди

Выполнение лабораторной работы

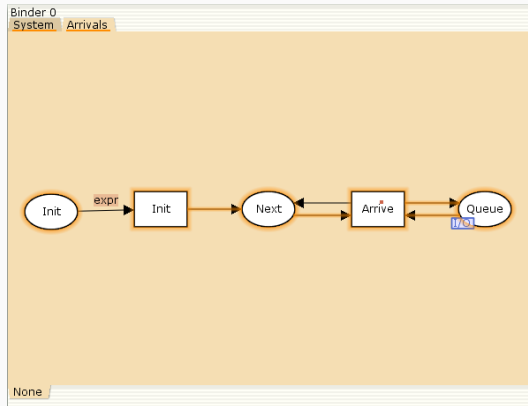


Рис. 2: Граф генератора заявок системы

Выполнение лабораторной работы

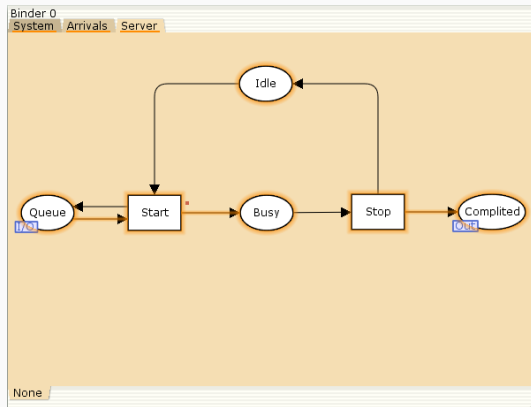


Рис. 3: Граф процесса обработки заявок на сервере системы

Выполнение лабораторной работы

```
▼ Declarations
  ▼ Standard declarations
    ▼ colset BOOL = bool;
    ▼ colset STRING = string;
  ▼ System
    ▼ colset INT = int;
    ▼ colset UNIT = unit timed;
    ▼ 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()}
```

Рис. 4: Задание деклараций системы

Выполнение лабораторной работы

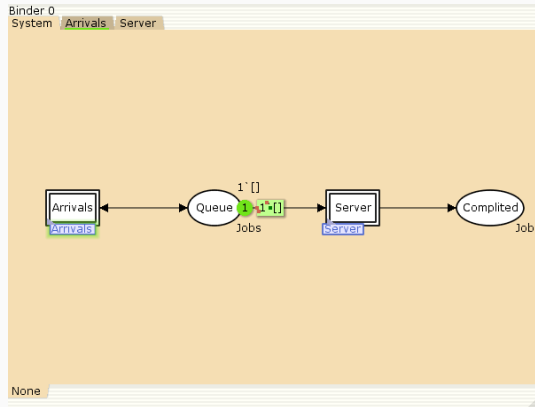


Рис. 5: Параметры элементов основного графа системы обработки заявок в очереди

Выполнение лабораторной работы

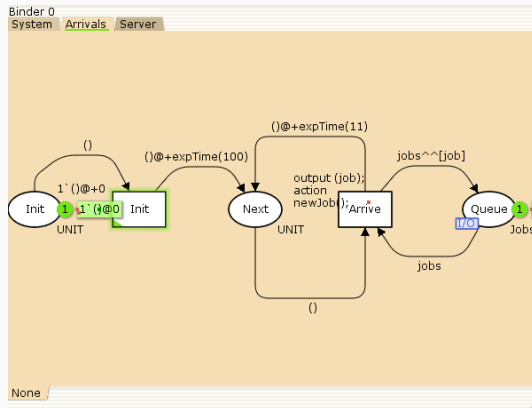


Рис. 6: Параметры элементов генератора заявок системы

Выполнение лабораторной работы

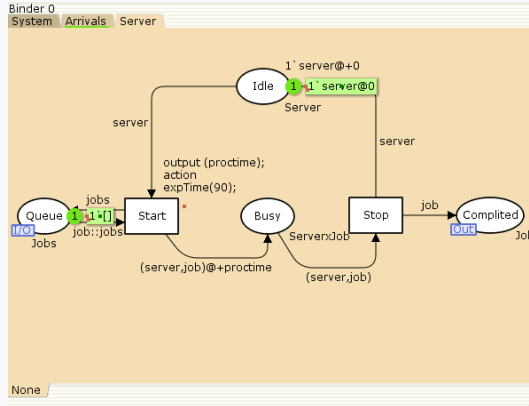


Рис. 7: Параметры элементов обработчика заявок системы

```
Binder 0
System Arrivals Server fun pred <Ostanovka>
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

```
Binder 0  
System Arrivals 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

Выполнение лабораторной работы

```

/home/openmodelica/output/logfiles/Queue_Delay.log - Mousepad
Файл  Правка  Поиск  Вид  Документ  Справка
1 #data counter step time
2 0 1 3 112
3 112 2 17 225
4 172 3 27 285
5 174 4 32 302
6 586 5 72 725
7 616 6 78 766
8 641 7 83 796
9 701 8 94 864
10 703 9 98 880
11 699 10 101 887
12 721 11 107 927
13 807 12 119 1018
14 824 13 125 1046
15 864 14 131 1100
16 899 15 136 1153
17 911 16 140 1177
18 1066 17 154 1334
19 1065 18 156 1335
20 1238 19 181 1517
21 1424 20 201 1705
22 1480 21 208 1762
23 1533 22 214 1824
24 1796 23 240 2088
25 1819 24 243 2115
26 1839 25 248 2145
27 1999 26 264 2309
28 2001 27 266 2323
29 2036 28 268 2364
30 2085 29 274 2427
31 2104 30 278 2451
32 2208 31 285 2562
33 2215 32 287 2583
34 2212 33 291 2601
--

```

Рис. 10: Файл Queue_Delay.log

Выполнение лабораторной работы

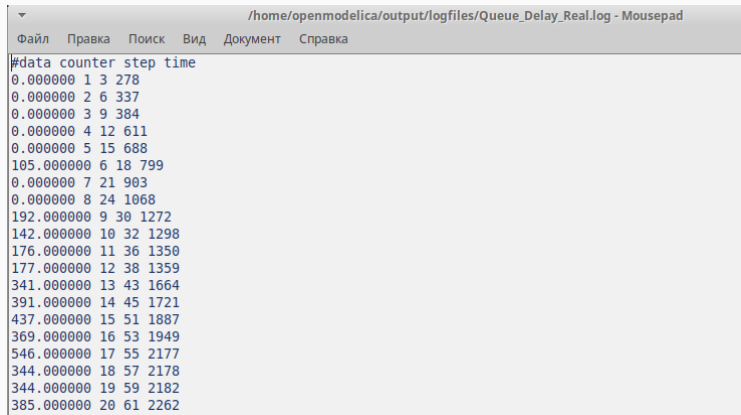


Рис. 11: График изменения задержки в очереди


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

Выполнение лабораторной работы



```

/home/openmodelica/output/logfiles/Queue_Delay_Real.log - Mousepad
Файл  Правка  Поиск  Вид  Документ  Справка
#data counter step time
0.000000 1 3 278
0.000000 2 6 337
0.000000 3 9 384
0.000000 4 12 611
0.000000 5 15 688
105.000000 6 18 799
0.000000 7 21 903
0.000000 8 24 1068
192.000000 9 30 1272
142.000000 10 32 1298
176.000000 11 36 1350
177.000000 12 38 1359
341.000000 13 43 1664
391.000000 14 45 1721
437.000000 15 51 1887
369.000000 16 53 1949
546.000000 17 55 2177
344.000000 18 57 2178
344.000000 19 59 2182
385.000000 20 61 2262
-----

```

Рис. 13: Содержимое Queue_Delay_Real.log

```
Binder 0  
System Arrivals 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

```
▼ Declarations
  ▼ globref longdelaytime = 200;
  ▼ Standard declarations
    ▼
```

Рис. 15: Определение longdelaytime в декларациях

Выполнение лабораторной работы

```

#data counter step time
0 1 3 278
0 2 6 337
0 3 9 384
0 4 12 611
0 5 15 688
0 6 18 799
0 7 21 903
0 8 24 1068
0 9 30 1272
0 10 32 1298
0 11 36 1350
0 12 38 1359
1 13 43 1664
1 14 45 1721
1 15 51 1887
1 16 53 1949
1 17 55 2177
1 18 57 2178
1 19 59 2182
1 20 61 2262
1 21 66 2526
0 22 68 2537
0 23 71 2573
1 24 75 2693

```

Рис. 16: Содержимое Long_Delay_Time.log

Выполнение лабораторной работы

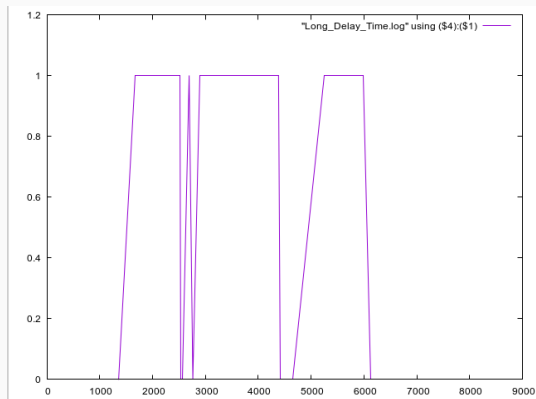


Рис. 17: Периоды времени значения задержки в очереди превышали заданное значение 200

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