

Лабораторная работа 3

Моделирование стохастических процессов

Хватов Максим Григорьевич

Содержание

1	Цель работы	4
2	Задание	5
3	Выполнение лабораторной работы	6
4	Вывод	12

Список иллюстраций

3.1	График поведения длины очереди	9
3.2	График поведения длины очереди	10
3.3	График поведения длины очереди	11

1 Цель работы

Провести моделирование системы массового обслуживания (СМО).

2 Задание

1. Реализовать модель $M|M|1$;
2. Посчитать загрузку системы и вероятность потери пакетов;
3. Построить график изменения размера очереди.

3 Выполнение лабораторной работы

$M|M|1$ – это однолинейная СМО с накопителем бесконечной ёмкости. Поступающий поток заявок — пуассоновский с интенсивностью λ . Времена обслуживания заявок — независимые в совокупности случайные величины, распределённые по экспоненциальному закону с параметром μ .

Реализуем эту систему. Зададим параметры системы $\lambda = 30$, $\mu = 33$, размер очереди 100000, длительность эксперимента 100000. Далее задаем узлы, между которыми будут идти пакеты, и соединяем их симплексным соединением с полосой пропускания 100 Кб/с и задержкой 0 мс, очередью с обслуживанием типа DropTail. Наложим ограничения на размер очереди. Источником трафика ставим UDP-агент, приемником Null-агент. Также осуществим мониторинг очереди. Процедура `finish` закрывает файлы трассировки. Процедура `sendpack` – случайно генерирует пакеты по экспоненциальному распределению. Также в данной сценарии рассчитывается по формулам загрузка система и вероятность потери пакетов.

```
# создание объекта Simulator
set ns [new Simulator]

# открытие на запись файла out.tr для регистрации событий
set tf [open out.tr w]
$ns trace-all $tf

# задаём значения параметров системы
set lambda 30.0
set mu 33.0
```

```

# размер очереди для M|M|1 (для M|M|1|R: set qsize R)
set qsize 100000

# устанавливаем длительность эксперимента
set duration 1000.0

# задаём узлы и соединяем их симплексным соединением
# с полосой пропускания 100 Кб/с и задержкой 0 мс,
# очередью с обслуживанием типа DropTail
set n1 [$ns node]
set n2 [$ns node]

set link [$ns simplex-link $n1 $n2 100kb 0ms DropTail]
# наложение ограничения на размер очереди:
$ns queue-limit $n1 $n2 $qsize
# задаём распределения интервалов времени
# поступления пакетов и размера пакетов
set InterArrivalTime [new RandomVariable/Exponential]
$InterArrivalTime set avg_ [expr 1/$lambda]
set pktSize [new RandomVariable/Exponential]
$pktSize set avg_ [expr 100000.0/(8*$mu)]
# задаём агент UDP и присоединяем его к источнику,
# задаём размер пакета
set src [new Agent/UDP]
$src set packetSize_ 100000
$ns attach-agent $n1 $src
# задаём агент-приёмник и присоединяем его
set sink [new Agent/Null]
$ns attach-agent $n2 $sink
$ns connect $src $sink
# мониторинг очереди

```

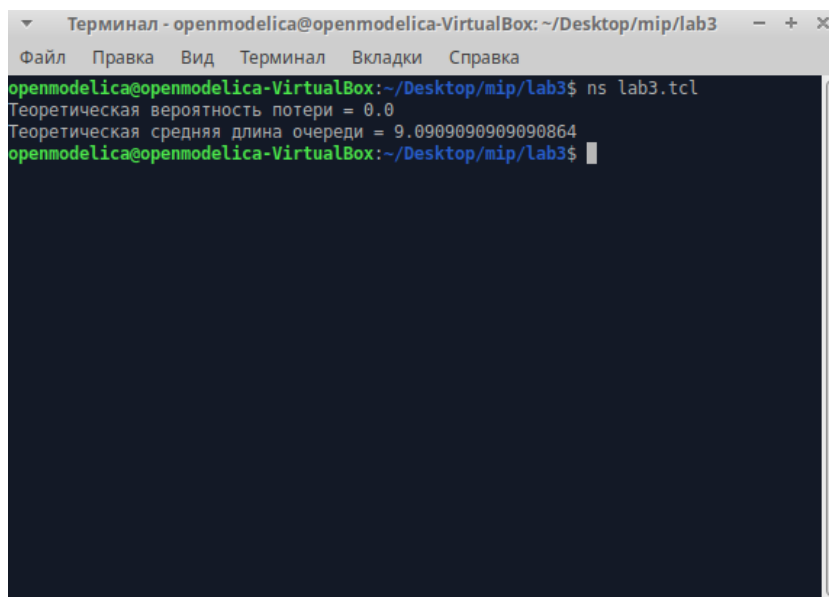
```

set qmon [$ns monitor-queue $n1 $n2 [open qm.out w] 0.1]
$link queue-sample-timeout
# процедура finish закрывает файлы трассировки
proc finish {} {
    global ns tf
    $ns flush-trace
    close $tf
    exit 0
}
# процедура случайного генерирования пакетов
proc sendpacket {} {
    global ns src InterArrivalTime pktSize
    set time [$ns now]
    $ns at [expr $time +[$InterArrivalTime value]] "sendpacket"
    set bytes [expr round ([$pktSize value])]
    $src send $bytes
}
# планировщик событий
$ns at 0.0001 "sendpacket"
$ns at $duration "finish"
# расчет загрузки системы и вероятности потери пакетов
set rho [expr $lambda/$mu]
set ploss [expr (1-$rho)*pow($rho,$qsize)/(1-pow($rho,($qsize+1)))]
puts "Теоретическая вероятность потери = $ploss"

set aveq [expr $rho*$rho/(1-$rho)]
puts "Теоретическая средняя длина очереди = $aveq"
# запуск модели
$ns run

```


Запустив эту программу, получим значения загрузки системы и вероятности потери пакетов (рис. 3.1).



```
Терминал - openmodelica@openmodelica-VirtualBox: ~/Desktop/mip/lab3
Файл  Правка  Вид  Терминал  Вкладки  Справка
openmodelica@openmodelica-VirtualBox:~/Desktop/mip/lab3$ ns lab3.tcl
Теоретическая вероятность потери = 0.0
Теоретическая средняя длина очереди = 9.0909090909090864
openmodelica@openmodelica-VirtualBox:~/Desktop/mip/lab3$
```

Рис. 3.1: График поведения длины очереди

В каталоге проекта создам файл `graph_plot` с помощью команды `touch graph_plot`, открою его на редактирование и внесу следующий код:

```
#!/usr/bin/gnuplot -persist

# задаём текстовую кодировку,
# тип терминала, тип и размер шрифта
set encoding utf8
set term pdfcairo font "Arial,9"

# задаём выходной файл графика
set out 'qm.pdf'

# задаём название графика
set title "График средней длины очереди"
```

```
# задаём стиль линии
```

```
set style line 2
```

```
# подписи осей графика
```

```
set xlabel "t"
```

```
set ylabel "Пакеты"
```

```
# построение графика, используя значения
```

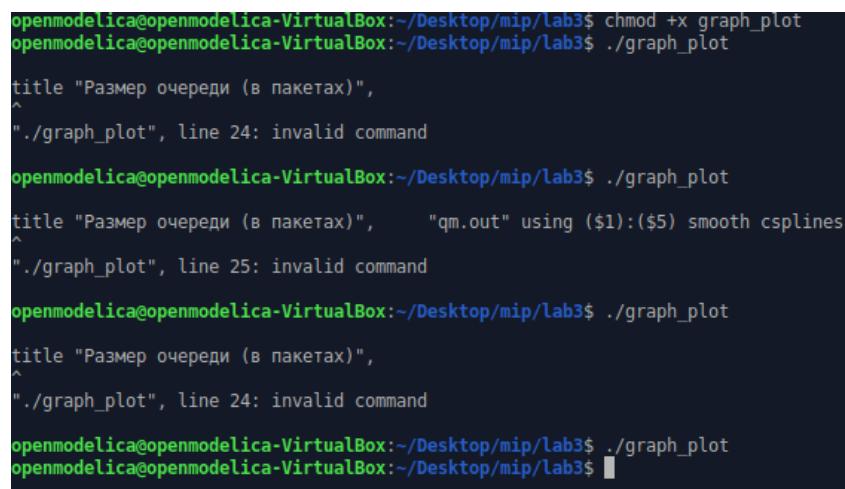
```
# 1-го и 5-го столбцов файла qm.out
```

```
plot "qm.out" using ($1):($5) with lines lt rgb "red" title "Размер очереди (в па
```

```
      "qm.out" using ($1):($5) smooth csplines lt rgb "blue" title "Приближение сп
```

```
      "qm.out" using ($1):($5) smooth bezier lt rgb "orange" title "Приближение Без
```

добавлю права на исполнение и запущу файл graph_plot (рис. 3.2)



```
openmodelica@openmodelica-VirtualBox:~/Desktop/mip/lab3$ chmod +x graph_plot
openmodelica@openmodelica-VirtualBox:~/Desktop/mip/lab3$ ./graph_plot
title "Размер очереди (в пакетах)",
^
"./graph_plot", line 24: invalid command

openmodelica@openmodelica-VirtualBox:~/Desktop/mip/lab3$ ./graph_plot
title "Размер очереди (в пакетах)",      "qm.out" using ($1):($5) smooth csplines
^
"./graph_plot", line 25: invalid command

openmodelica@openmodelica-VirtualBox:~/Desktop/mip/lab3$ ./graph_plot
title "Размер очереди (в пакетах)",
^
"./graph_plot", line 24: invalid command

openmodelica@openmodelica-VirtualBox:~/Desktop/mip/lab3$ ./graph_plot
openmodelica@openmodelica-VirtualBox:~/Desktop/mip/lab3$
```

Рис. 3.2: График поведения длины очереди

После добавления прав на выполнение файла graph_plot и выполнения его с помощью команды ./graph_plot, получаю pdf-файл с следующим графиком (рис. 3.3)

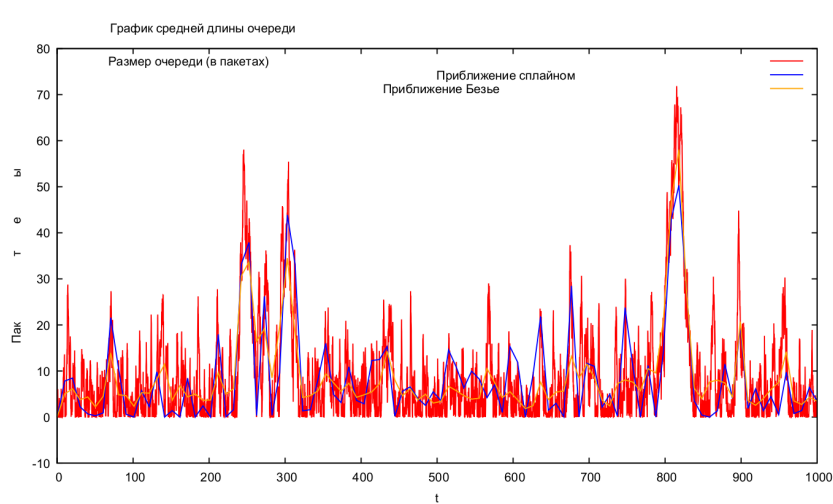


Рис. 3.3: График поведения длины очереди

На этом графике изображен размер очереди в пакетах, а также его приближение сплайном и Безье.

4 Вывод

В процессе выполнения лабораторной работы я провел моделирование системы массового обслуживания