

Лабораторная работа №3

Моделирование стохастических процессов

-Ендонова А.В.

11 апреля 2025 г.

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

Информация

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



Цель работы

Провести моделирование системы массового обслуживания (СМО).

Задание

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

Выполнение лабораторной работы

```
# 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
```

Выполнение лабораторной работы

```
# 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)]
```

Выполнение лабораторной работы

```
# 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
```

Выполнение лабораторной работы

```
# 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
```

Выполнение лабораторной работы

```
# 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"

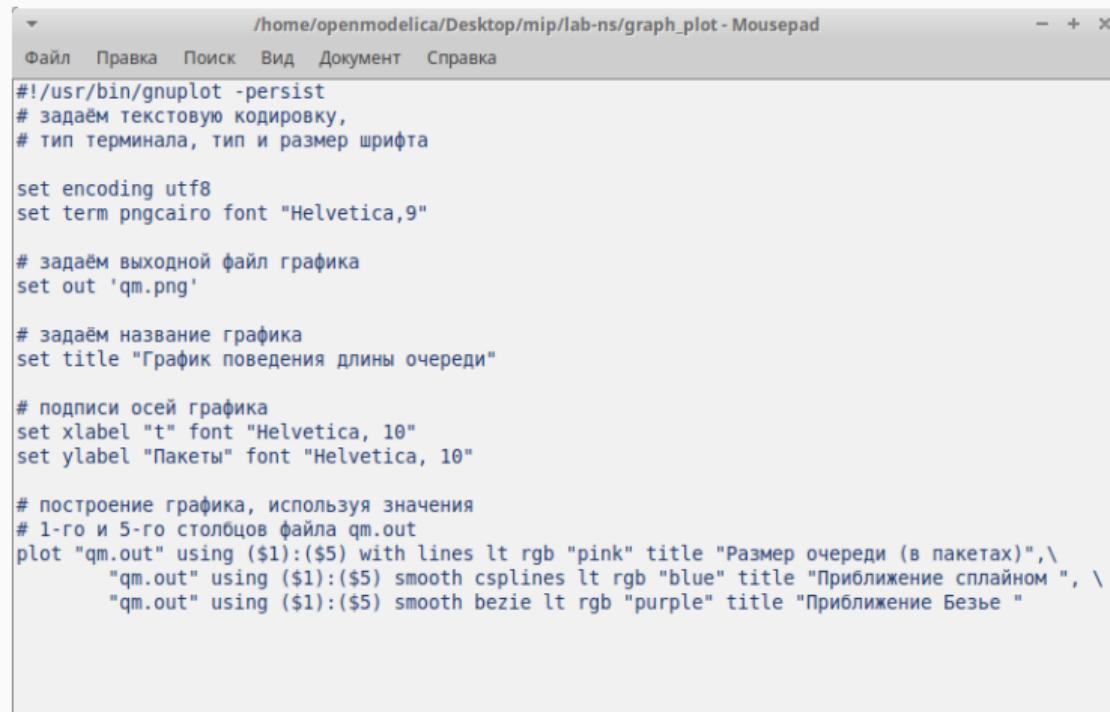
set aveq [expr $rho*$rho/(1-$rho)]
puts "Теоретическая средняя длина очереди = $aveq"
# запуск модели
$ns run
```

Выполнение лабораторной работы

```
openmodelica@openmodelica-VirtualBox:~/Desktop/mip/lab-ns$ ns lab3.tcl
Теоретическая вероятность потери = 0.0
Теоретическая средняя длина очереди = 9.090909090909090864
```

Рис. 1: Результат выполнения программы

Выполнение лабораторной работы



The screenshot shows a terminal window titled '/home/openmodelica/Desktop/mip/lab-ns/graph_plot - Mousepad'. The window contains a gnuplot script for generating a plot of queue length over time. The script includes comments in Russian explaining the configuration of the terminal, encoding, output file, title, axis labels, and the data series to be plotted.

```
#!/usr/bin/gnuplot -persist
# задаём текстовую кодировку,
# тип терминала, тип и размер шрифта

set encoding utf8
set term pngcairo font "Helvetica,9"

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

# задаём название графика
set title "График поведения длины очереди"

# подписи осей графика
set xlabel "t" font "Helvetica, 10"
set ylabel "Пакеты" font "Helvetica, 10"

# построение графика, используя значения
# 1-го и 5-го столбцов файла qm.out
plot "qm.out" using ($1):($5) with lines lt rgb "pink" title "Размер очереди (в пакетах)", \
      "qm.out" using ($1):($5) smooth csplines lt rgb "blue" title "Приближение сплайном ", \
      "qm.out" using ($1):($5) smooth bezier lt rgb "purple" title "Приближение Безье "
```

Рис. 2: Листинг программы для отрисовки графика поведения длины очереди в пакетах

Выполнение лабораторной работы

```
openmodelica@openmodelica-VirtualBox:~/Desktop/mip/lab-ns$ chmod +x graph_plot  
openmodelica@openmodelica-VirtualBox:~/Desktop/mip/lab-ns$ ./graph_plot
```

Рис. 3: Запуск программы отрисовки графика

Выполнение лабораторной работы

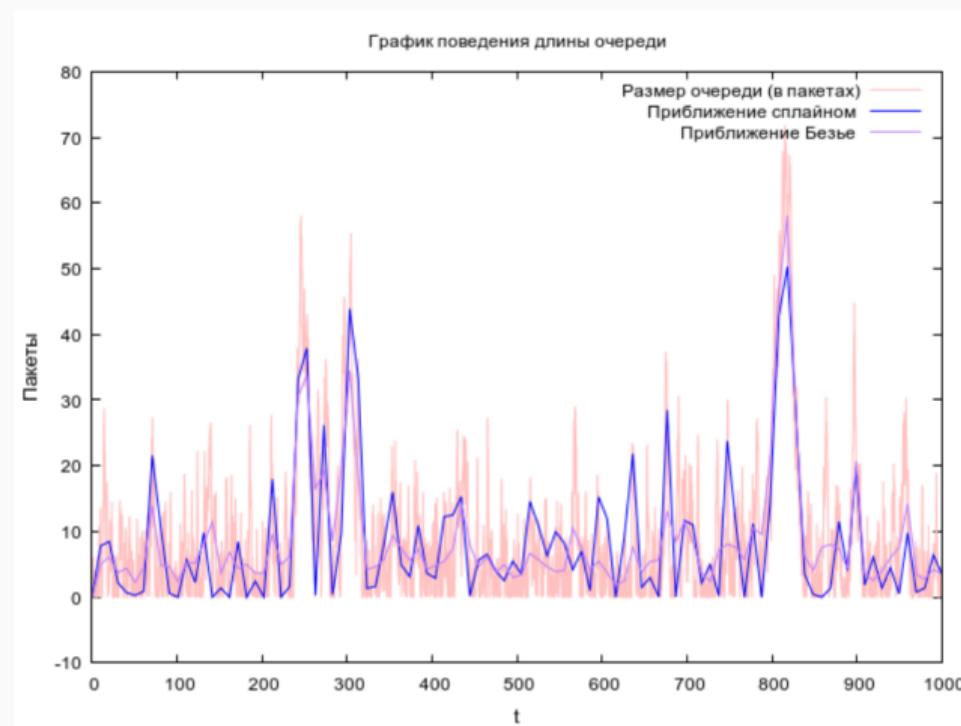


Рис. 4: График поведения длины очереди

Выводы

В процессе выполнения данной лабораторной работы я провела моделирование системы массового обслуживания (СМО).