

# Лабораторная работа №3

## Моделирование стохастических процессов

Игнатенкова Варвара Николаевна

### Содержание

1	Цель работы.....	1
2	Задание .....	1
3	Выполнение лабораторной работы.....	1
4	Выводы .....	5

### 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  $\lambda$ . Времена обслуживания заявок — независимые в совокупности случайные величины, распределённые по экспоненциальному закону с параметром  $\mu$ .

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, очередь 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.

```
set ns [new Simulator]
```

```
set tf [open out.tr w]
```

```
$ns trace-all $tf
```

```
set lambda 30.0
```

```
set mu 33.0
```

```
set qsize 100000
```

```
set duration 1000.0
```

```
set n1 [$ns node]
```

```
set n2 [$ns node]
```

```
set link [$ns simplex-link $n1 $n2 100kb 0ms DropTail]
```

```
$ns queue-limit $n1 $n2 $qsize
```

```
set InterArrivalTime [new RandomVariable/Exponential]
```

```
$InterArrivalTime set avg_ [expr 1/$lambda]
```

```
set pktSize [new RandomVariable/Exponential]
```

```
$pktSize set avg_ [expr 100000.0/(8*$mu)]
```

```
set src [new Agent/UDP]
```

```
$src set packetSize_ 100000
```

```
$ns attach-agent $n1 $src
```

```
set sink [new Agent/Null]
```

```
$ns attach-agent $n2 $sink
```

```
$ns connect $src $sink
```

```
set qmon [$ns monitor-queue $n1 $n2 [open qm.out w] 0.1]
```

```
$link queue-sample-timeout
```

```

proc finish {} {
    global ns tf
    $ns flush-trace
    close $tf
    exit 0
}

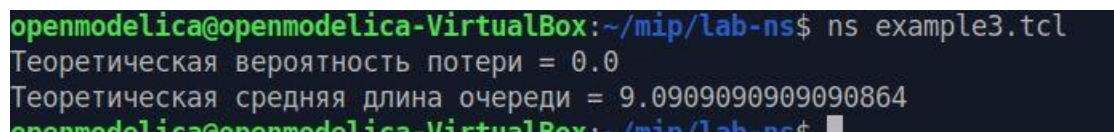
proc sendpacket {} {
    global ns src InterArrivalTime pktSize
    set time [$ns now]
    $ns at [expr $time +[$InterArrivalTime value]] "sendpacket"
    set bytes [expr round ([$pktSize value])]
    $src send $bytes
}

$ns at 0.0001 "sendpacket"
$ns at $duration "finish"

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"

```

\$ns runЗапустив эту программу, получим значения загрузки системы и вероятности потери пакетов (рис. 1).



```

openmodelica@openmodelica-VirtualBox:~/mip/lab-ns$ ns example3.tcl
Теоретическая вероятность потери = 0.0
Теоретическая средняя длина очереди = 9.0909090909090864
openmodelica@openmodelica-VirtualBox:~/mip/lab-ns$

```

Рис. 1: Результат выполнения программы

В каталоге с проектом создадим отдельный файл, например, `graph_plot` touch `graph_plot`. Откроем его на редактирование и добавим следующий код, обращая внимание на синтаксис GNUplot (рис. 2).

```
#!/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 title "Размер очереди (в пакетах)", \
"qm.out" using ($1):($5) smooth csplines title "Приближение сплайном", \
"qm.out" using ($1):($5) smooth bezier title "Приближение Безье "
```

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

Сделаем файл исполняемым. После компиляции файла с проектом, запустим скрипт в созданном файле `graph_plot` (рис. 3), который создаст файл `qm.png` с результатами моделирования (рис. 4).

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

Рис. 3: Запуск программы отрисовки графика

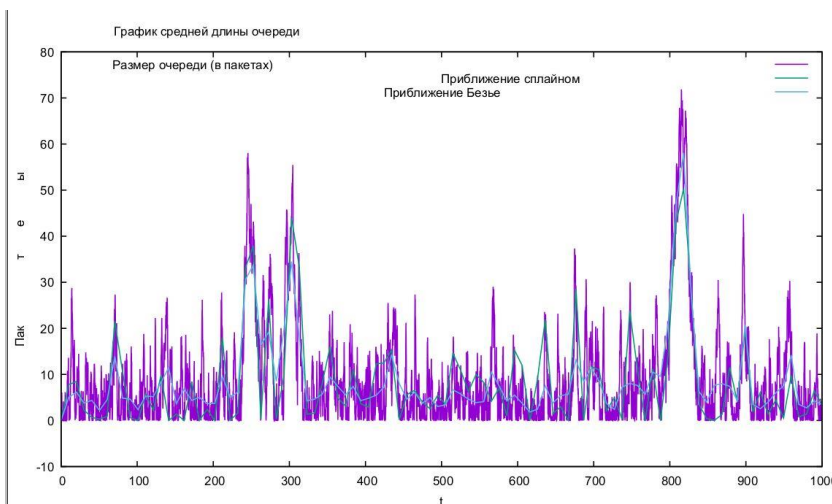


Рис. 4: График поведения длины очереди

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

## 4 Выводы

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