

# **Лабораторная работа № 3**

**Имитационное моделирование**

Королёв Иван

# Содержание

<b>1</b>	<b>Цель работы</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Задание</b>	<b>6</b>
2.1	Реализация модели на NS-2 . . . . .	6
2.2	График в GNUplot . . . . .	6
<b>3</b>	<b>Теоретическое введение</b>	<b>7</b>
3.1	Предварительные сведения. $M   M   1$ . . . . .	7
3.2	Предварительные сведения. $M   M   n   R$ . . . . .	7
<b>4</b>	<b>Выполнение лабораторной работы</b>	<b>8</b>
4.1	Реализация модели $M   M   1$ на NS-2 . . . . .	8
4.2	Результат работы модели . . . . .	10
4.3	Написание кода для построения графика в GNUplot . . . . .	10
4.4	График средней длины очереди . . . . .	11
<b>5</b>	<b>Выводы</b>	<b>12</b>
	<b>Список литературы</b>	<b>13</b>

# Список иллюстраций

4.1	Реализация модели на NS-2 . . . . .	9
4.2	Реализация модели на NS-2 . . . . .	10
4.3	Результат работы модели . . . . .	10
4.4	GNUplot . . . . .	10
4.5	График средней длины очереди . . . . .	11

## **Список таблиц**

# 1 Цель работы

Необходимо освоить навык моделирования стохастических процессов и закрепить навык построения графиков в GNUplot

## **2 Задание**

### **2.1 Реализация модели на NS-2**

### **2.2 График в GNUpot**

## 3 Теоретическое введение

### 3.1 Предварительные сведения. $M | M | 1$

$M | M | 1$  - 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  $\mu$ .

### 3.2 Предварительные сведения. $M | M | n | R$

$M | M | n | R$  - — однолинейная СМО с накопителем конечной ёмкости  $R$ . Поступающий поток заявок — пуассоновский с интенсивностью  $\lambda$ . Времена обслуживания заявок — независимые в совокупности случайные величины, распределённые по экспоненциальному закону с параметром  $\mu$

## 4 Выполнение лабораторной работы

### 4.1 Реализация модели М | М | 1 на NS-2

На данном скриншоте изображена реализация модели на NS-2. Создается объект Simulator, файл для регистрации событий, задаем параметры системы, размер очереди и длительность эксперимента. Задаем узлы и соединяем их симплексным соединением, добавляем ограничение на размер очереди, указываем распределения интервалов времени поступления пакетов и размера пакетов. Добавляем мониторинг очереди, процедуру завершения трассировки и процедуру для случайного генерирования пакетов. (рис. 4.1).



```

1 set ns [new Simulator]
2
3 set tf [open out.tr w]
4 $ns trace-all $tf
5
6 set lambda 30.0
7 set mu 33.0
8
9 set qsize 100000
10
11 set duration 1000.0
12
13 set n1 [$ns node]
14 set n2 [$ns node]
15 set link [$ns simplex-link $n1 $n2 100kb 0ms DropTail]
16
17 $ns queue-limit $n1 $n2 $qsize
18
19 set InterArrivalTime [new RandomVariable/Exponential]
20 $InterArrivalTime set avg_ [expr 1/$lambda]
21 set pktSize [new RandomVariable/Exponential]
22 $pktSize set avg_ [expr 100000.0/(8*$mu)]
23
24 set src [new Agent/UDP]
25 $src set packetSize_ 100000
26 $ns attach-agent $n1 $src
27
28 set sink [new Agent/Null]
29 $ns attach-agent $n2 $sink
30 $ns connect $src $sink
31
32 set qmon [$ns monitor-queue $n1 $n2 [open qm.out w] 0.1]
33 $link queue-sample-timeout
34
35 proc finish {} {
36     global ns tf
37     $ns flush-trace
38     close $tf
39     exit 0
40 }
41
42 proc sendpacket {} {
43     global ns src InterArrivalTime pktSize
44     set time [$ns now]
45     $ns at [expr $time + [$InterArrivalTime value]] "sendpacket"
46     set bytes [expr round ([$pktSize value])]
47     $src send $bytes
48 }
49
50

```

Рис. 4.1: Реализация модели на NS-2

Добавляем ат-события рассчитываем загрузки системы и вероятности потери пакетов, запускаем модель. (рис. 4.2).

```

49
50 $ns at 0.0001 "sendpacket"
51 $ns at $duration "finish"
52
53 set rho [expr $lambda/$mu]
54 set ploss [(expr (1-$rho)*pow($rho,$qsize)/(1-pow($rho,($qsize+1)))]
55 puts "Теоретическая вероятность потери = $ploss"
56
57 set aveq [expr $rho*$rho/(1-$rho)]
58 puts "Теоретическая средняя длина очереди = $aveq"
59
60 $ns run

```

Рис. 4.2: Реализация модели на NS-2

## 4.2 Результат работы модели

Модель показала, что теоретическая вероятность потери пакетов = 0.0, теоретическая средняя длина очереди = 9.09 (рис. 4.3).

```

openmodelica@openmodelica-VirtualBox:~/mip/lab-ns/lab03$ ns example.tcl
Теоретическая вероятность потери = 0.0
Теоретическая средняя длина очереди = 9.0909090909090864
openmodelica@openmodelica-VirtualBox:~/mip/lab-ns/lab03$

```

Рис. 4.3: Результат работы модели

## 4.3 Написание кода для построения графика в GNUplot

Создал отдельный файл для построения графика. Задаем текстовую кодировку, тип терминала, тип и размер шрифта. Задаем выходной файл графика, стиль линии, подписи осей. Построения графика, используя значения 1-го и 5-го столбцов файла qm.out. (рис. 4.4)

```

1 #!/usr/bin/gnuplot persist
2 # задаем текстовую кодировку,
3 # тип терминала, тип и размер шрифта
4
5 set encoding utf8
6 set term pdfcairo font "Arial,9"
7
8 set out "qm.pdf"
9
10 set title "График средней длины очереди"
11
12 set style line 2
13
14 set xlabel "t"
15 set ylabel "Пакегов"
16
17 plot "qm.out" using ($1):($5) with lines title "Размер очереди (в пакетах)", "qm.out" using ($1):($5) smooth splines title "Приближение сплайном", "qm.out" using ($1):($5) smooth bezier title "Приближение Безье"
18

```

Рис. 4.4: GNUplot

## 4.4 График средней длины очереди

График средней длины очереди (рис. 4.5)

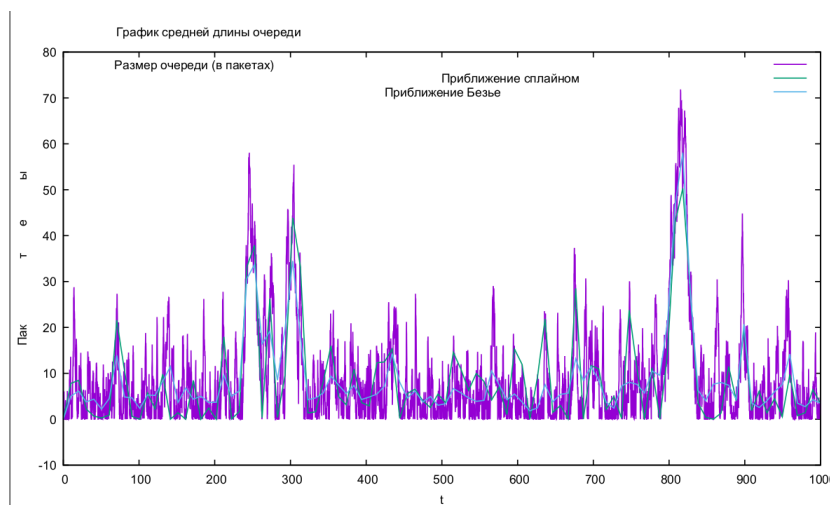


Рис. 4.5: График средней длины очереди

## 5 Выводы

Освоил навык моделирования стохастических процессов и закрепил навык построения графиков в GNUplot

## **Список литературы**