

РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ

Факультет физико-математических и естественных наук

Кафедра прикладной информатики и теории вероятностей

ОТЧЕТ

ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ № 3

дисциплина: Моделирование информационных процессов

Студент: Худицкий Василий

Олегович

Группа: НКНбд-01-19

МОСКВА

2022 г.

Постановка задачи

1. Реализация модели на NS-2

Требуется смоделировать СМО $M|M|1$ с параметрами $\lambda = 30.0$, $\mu = 33.0$, с помощью сети передачи данных, состоящей из двух узлов, соединённых симплексной линией связи с полосой пропускания 100 Кб/с и задержкой 0 мс, очередь с обслуживанием типа DropTail. От одного узла к другому по протоколу UDP осуществляется передача пакетов

2. График в GNUplot.

Визуализировать результаты моделирования в NS-2 с помощью GNUplot.

Выполнение работы

1. Реализация модели на NS-2

Перешёл в директорию, в которой выполняются лабораторные работы, создал файл для реализации модели на NS-2 (рис. 1):

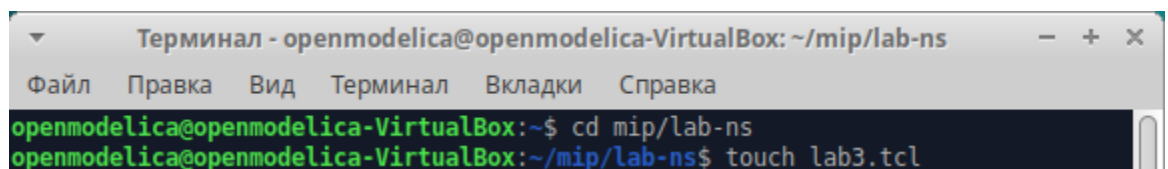


Рисунок 1 Необходимые команды в терминале

Открыл его на редактирование и добавил указанный в листинге код.

Листинг:

```
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,
# очередь 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

```

2. График в GNUplot.

В каталоге с проектом создал отдельный файл graph_plot. Открыл его на редактирование и добавил указанный в листинге код. Сделал файл исполняемым.

Запустил симуляцию модели, после чего запустил скрипт в созданном файле graph_plot(рис. 2):

```

openmodelica@openmodelica-VirtualBox:~/mip/lab-ns$ touch graph_plot
openmodelica@openmodelica-VirtualBox:~/mip/lab-ns$ chmod u+x graph_plot
openmodelica@openmodelica-VirtualBox:~/mip/lab-ns$ ns lab3.tcl
Теоретическая вероятность потери = 0.0
Теоретическая средняя длина очереди = 9.0909090909090864
openmodelica@openmodelica-VirtualBox:~/mip/lab-ns$ ./graph_plot

```

Рисунок 2 Команды в терминале для пункта 2

Скрипт создал файл qm.pdf с результатами моделирования (рис. 3):

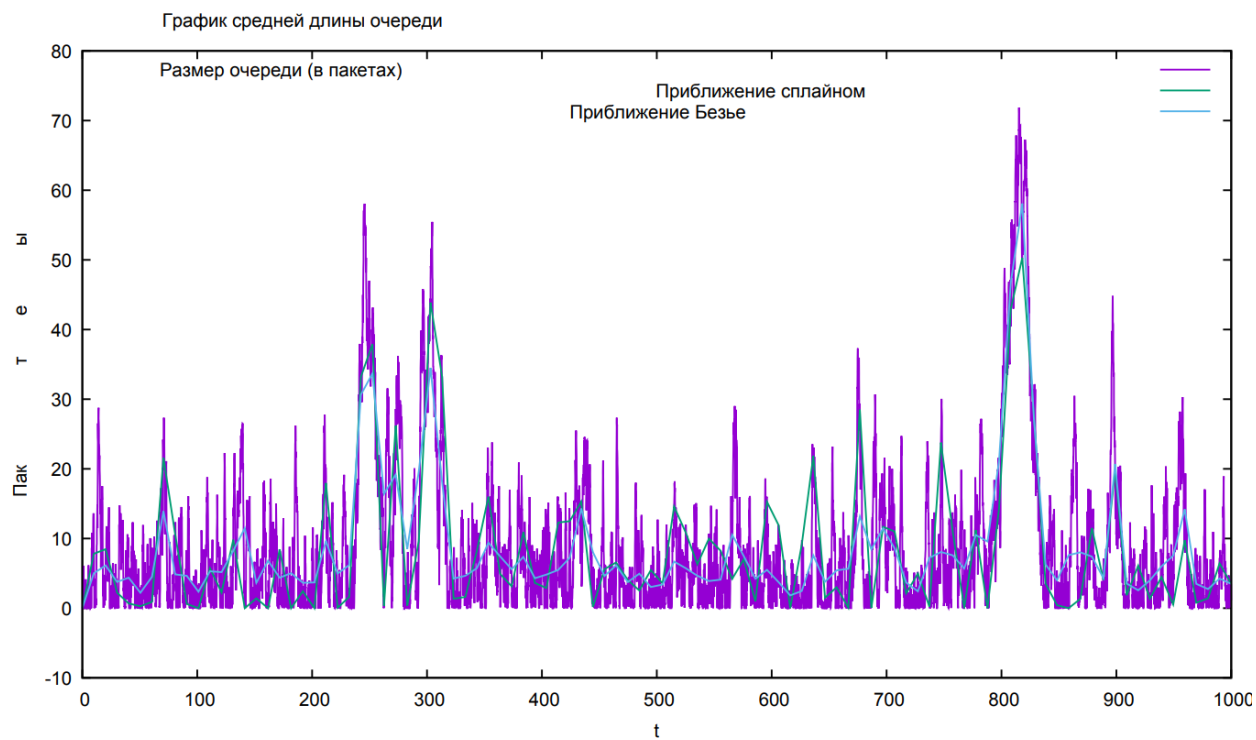


Рисунок 3 Результаты моделирования

Листинг:

```

#!/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 "
```

Заключение

В ходе выполнения лабораторной работы я приобрёл навыки визуализации результатов моделирования с помощью средства GNUpot, рассмотрев пример моделирования СМО $M|M|1$ с помощью средства имитационного моделирования NS-2.

Кроме того, посмотрев на визуализацию результатов моделирования и теоретическую среднюю длину очереди, можно сделать вывод, что при продолжительности моделирования, равной 1000 с, длина очереди может значительно отклоняться от теоретической средней длины.