

# **Лабораторная работа №3**

**Моделирование стохастических процессов**

Оширова Юлия Николаевна, НФИбд-01-22

# Содержание

<b>1</b>	<b>Цель работы</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Задание</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>Выполнение лабораторной работы</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>Выводы</b>	<b>11</b>

# Список иллюстраций

3.1	Код . . . . .	8
3.2	Вывод в терминале . . . . .	8
3.3	Код . . . . .	9
3.4	Терминал . . . . .	9
3.5	Результат . . . . .	10

## **Список таблиц**

# 1 Цель работы

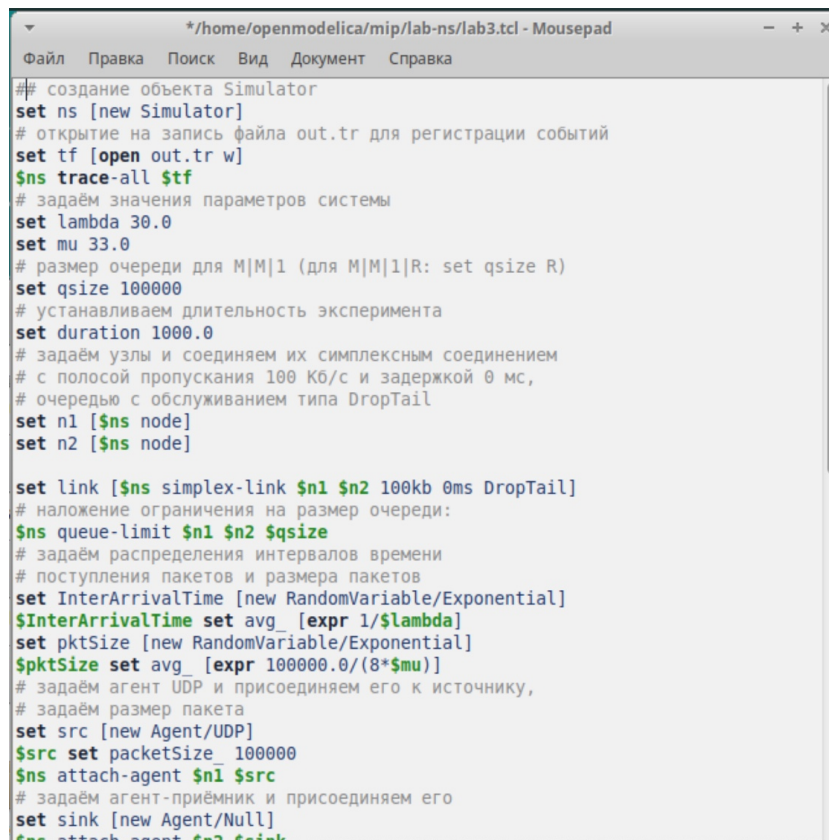
Провести моделирование системы массового обслуживания (СМО).

## 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, 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. (рис. 3.1)



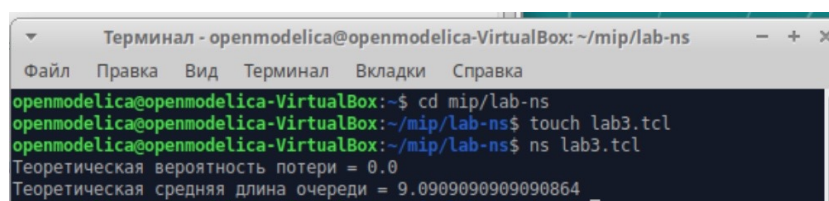
```
#!/home/openmodelica/mip/lab-ns/lab3.tcl - Mousepad
Файл  Правка  Поиск  Вид  Документ  Справка

## 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
```

Рис. 3.1: Код

Запустив эту программу, получим значения загрузки системы и вероятности потери пакетов (рис. 3.2).



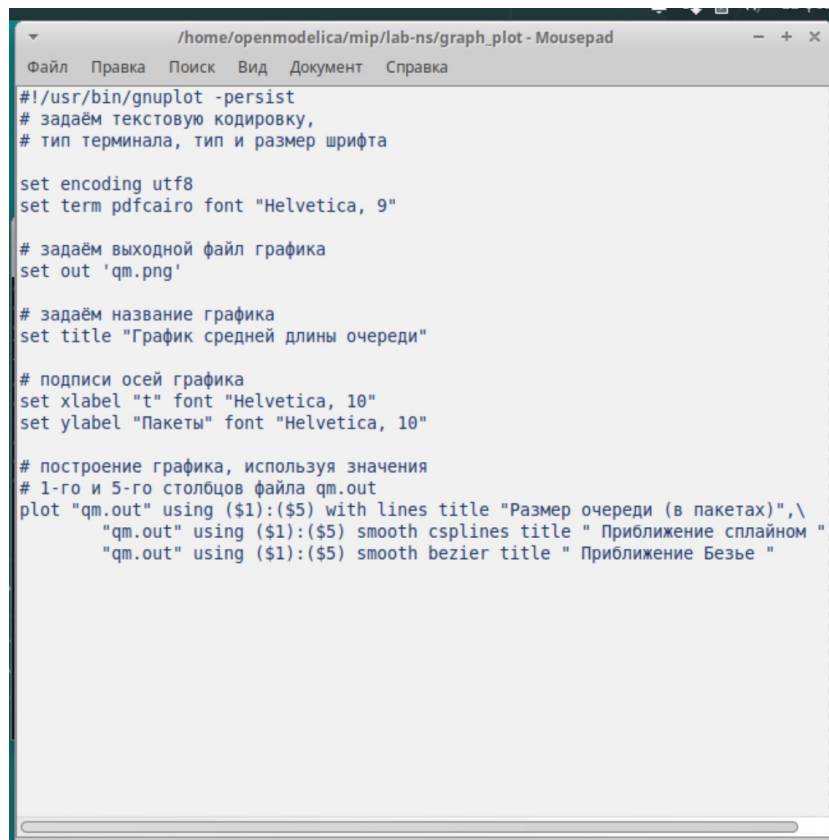
```
Терминал - openmodelica@openmodelica-VirtualBox: ~/mip/lab-ns
Файл  Правка  Вид  Терминал  Вкладки  Справка

openmodelica@openmodelica-VirtualBox:~$ cd mip/lab-ns
openmodelica@openmodelica-VirtualBox:~/mip/lab-ns$ touch lab3.tcl
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$ touch
```

Рис. 3.2: Вывод в терминале

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. 3.3).



A screenshot of a text editor window titled "/home/openmodelica/mip/lab-ns/graph\_plot - Mousepad". The window contains a gnuplot script with the following content:

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

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

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


# задаём название графика
set title "График средней 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 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. 3.3: Код

Сделаем файл исполняемым. После компиляции файла с проектом, запустим скрипт в созданном файле graph\_plot (рис. 3.4), который создаст файл qm.png с результатами моделирования (рис. 3.5).

A screenshot of a terminal window showing the following commands and their output:

```
bash: !s C: substitution failed
openmodelica@openmodelica-VirtualBox:~/mip/lab-ns$ chmod +x graph_plot
openmodelica@openmodelica-VirtualBox:~/mip/lab-ns$ ./graph_plot
openmodelica@openmodelica-VirtualBox:~/mip/lab-ns$
```

Рис. 3.4: Терминал

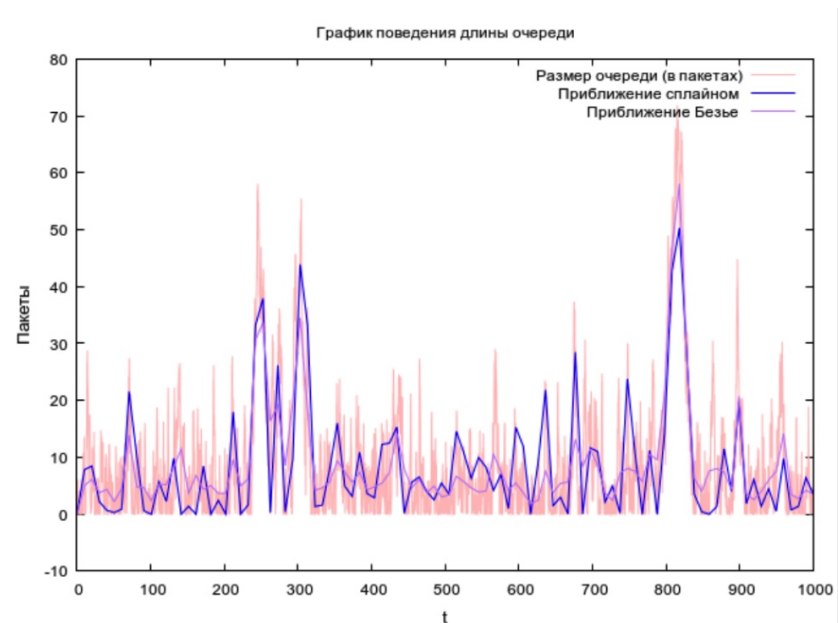


Рис. 3.5: Результат

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).