

# Лабораторная работа №3

## Моделирование стохастических процессов

---

Алиева Милена Арифовна

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

## Содержание

---

1. Цель
2. Задания
3. Порядок выполнения
4. Вывод

## 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.

## Порядок выполнения

---



1.  $M|M|1$  - 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  $\mu$ . В данном сценарии также рассчитывается по формулам загрузка системы и вероятность потери пакетов. (рис. (fig:001?)).

## Порядок выполнения

---

## Порядок выполнения

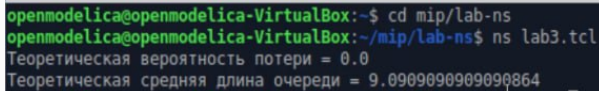
```
/home/openmodelica/mip/lab-ns/lab3.tcl - Mousepad
Файл  Правка  Поиск  Вид  Документ  Справка

# 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
```

## Порядок выполнения

---

2. Запустив эту программу, получим значения загрузки системы и вероятности потери пакетов (рис. (fig:002?)).



```
openmodelica@openmodelica-VirtualBox:~$ cd mip/lab-ns
openmodelica@openmodelica-VirtualBox:~/mip/lab-ns$ ns lab3.tcl
Теоретическая вероятность потери = 0.0
Теоретическая средняя длина очереди = 9.0909090909090864
```

Рис. 2: Запуск программы

## Порядок выполнения

---

3. В каталоге с проектом создадим отдельный файл `graph_plot` (touch `graph_plot`). Откроем его на редактирование и добавим следующий код (рис. (fig:003?)).

## Порядок выполнения

---



```
Файл  Правка  Поиск  Вид  Документ  Справка
#!/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"

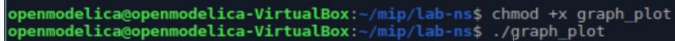
# построение графика, используя значения
# 1-го и 5-го столбцов файла qm.out
plot "qm.out" using ($1):($5) with lines lt rgb "red" title "Размер очереди (в пакетах)", \
      "qm.out" using ($1):($5) smooth csplines lt rgb "pink" title " Приближение сплайном ", \
      "qm.out" using ($1):($5) smooth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

Рис. 3: Добавленный код

## Порядок выполнения

---

4. Сделаем файл исполняемым, после компиляции файла с проектом, запустим скрипт в созданном файле graph\_plot (рис. (fig:004?)).



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

Рис. 4: Работа с файлом graph\_plot

## Порядок выполнения

---

5. Увидим график поведения длины очереди, на нем изображен размер очереди в пакетах, а также его приближение сплайном и Безье. (рис. (fig:005?)).

## Порядок выполнения

---

## Порядок выполнения

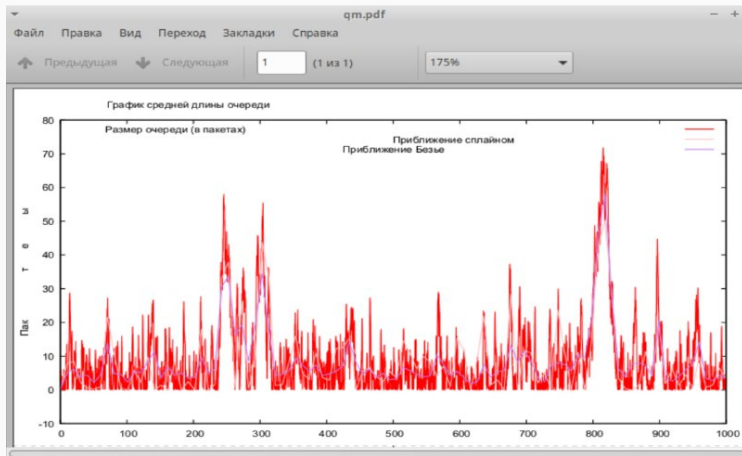


Рис. 5: График поведения длины очереди

## Выводы

---



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