

Лабораторная работа №3

Моделирование стохастических процессов

Оширова Юлия Николаевна

22 февраля 2025

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

Информация

- Оширова Юлия Николаевна
- студентка группы НФИбд-01-22
- Российский университет дружбы народов

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

Выполнение лабораторной работы

$M|M|1$ - это однолинейная СМО с накопителем бесконечной ёмкости. Поступающий поток заявок — пуассоновский с интенсивностью λ . Времена обслуживания заявок — независимые в совокупности случайные величины, распределённые по экспоненциальному закону с параметром μ . 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. (fig:001?))

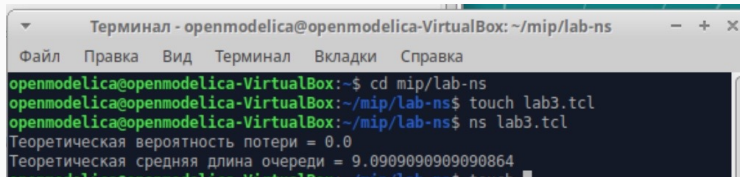
Выполнение задания

```
*/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]
```

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

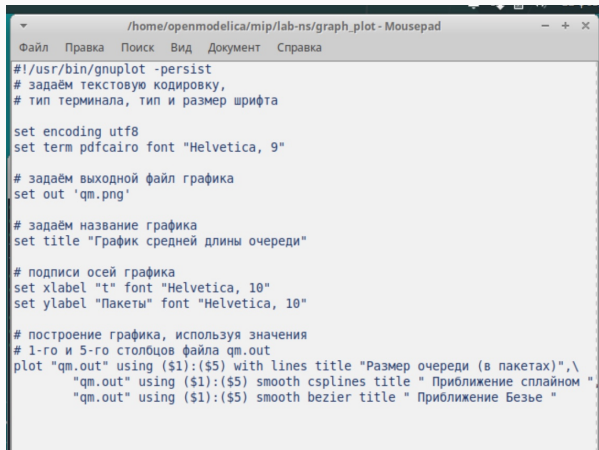


```
Терминал - openmodelica@openmodelica-VirtualBox: ~/mip/lab-ns
Файл  Правка  Вид  Терминал  Вкладки  Справка
openmodelica@openmodelica-VirtualBox:~$ cd mip/lab-ns
openmodelica@openmodelica-VirtualBox:~/mip/lab-ns$ touch lab3.tcl
openmodelica@openmodelica-VirtualBox:~/mip/lab-ns$ ns lab3.tcl
Теоретическая вероятность потери = 0.0
Теоретическая средняя длина очереди = 9.0909090909090864
```

Рис. 2: Вывод в терминале

Следующее задание

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. (fig:003?)).

A screenshot of a text editor window titled "/home/openmodelica/mip/lab-ns/graph_plot - Mousepad". The window contains a GNUplot script. The script starts with a shebang line and comments in Russian explaining the settings. It sets the encoding to utf8, the terminal to pdfcairo with Helvetica font size 9, the output file to qm.png, the title to "График средней длины очереди", and the axis labels to "t" and "Пакеты" with Helvetica font size 10. The plot command uses columns 1 and 5 of the qm.out file, with two series: one using smooth csplines and another using smooth bezier, both with titles in Russian.

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

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

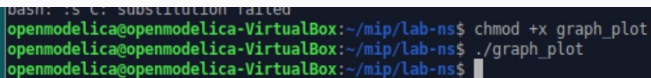
# задаём выходной файл графика
set out 'qm.png'

# задаём название графика
set title "График средней длины очереди"

# подписи осей графика
set xlabel "t" font "Helvetica, 10"
set ylabel "Пакеты" font "Helvetica, 10"

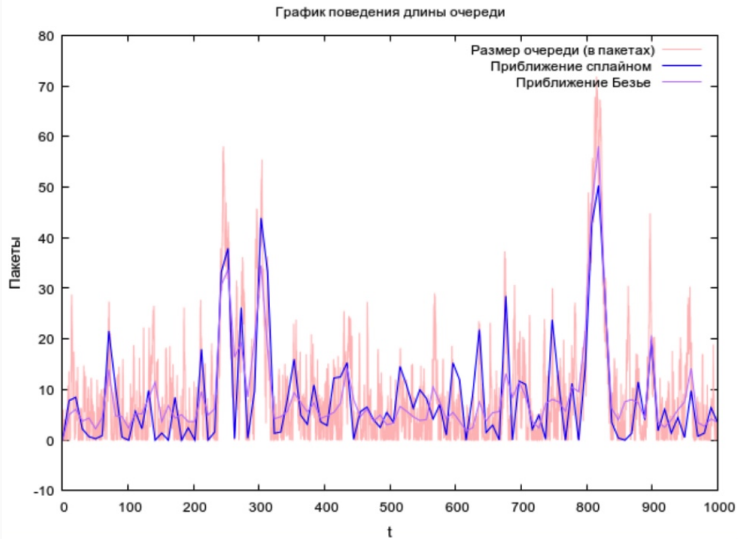
# построение графика, используя значения
# 1-го и 5-го столбцов файла qm.out
plot "qm.out" using ($1):($5) with lines title "Размер очереди (в пакетах)", \
      "qm.out" using ($1):($5) smooth csplines title " Приближение сплайном ", \
      "qm.out" using ($1):($5) smooth bezier title " Приближение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

Сделаем файл исполняемым. После компиляции файла с проектом, запустим скрипт в созданном файле graph_plot (рис. (fig:004?)), который создаст файл qm.png с результатами моделирования (рис. (fig:005?)).



```
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. 4: Терминал



Выводы

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