

# Лабораторная работа №3

## Моделирование стохастических процессов

---

Астраханцева А. А.

22 февраля 2025

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

## Информация

---

- Астраханцева Анастасия Александровна
- НФИбд-01-22, 1132226437
- Российский университет дружбы народов
- 1132226437@pfur.ru
- <https://github.com/aaastrakhantseva>



## Вводная часть

---

Приобретение навыков моделирования стохастических процессов с помощью средства имитационного моделирования NS-2, а также знакомство с программой для построения графиков GNUplot.

1. Ознакомление с теоретической сводкой.
2. Написание скрипта для реализации модели массового обслуживания на ns-2
3. Написание скрипта для построения графика в GNUplot

## Выполнение ЛР

---

## Создание необходимых директорий и файла

```
openmodelica@openmodelica-VirtualBox:~/mip/labs-ns$ cd  
openmodelica@openmodelica-VirtualBox:~$ cd mip/labs-ns/lab03  
openmodelica@openmodelica-VirtualBox:~/mip/labs-ns/lab03$ cp ../lab01/shablon.tcl  
l .  
openmodelica@openmodelica-VirtualBox:~/mip/labs-ns/lab03$ ls  
shablon.tcl  
openmodelica@openmodelica-VirtualBox:~/mip/labs-ns/lab03$
```

Рис. 1: Создание необходимых файлов и директорий



```
# 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
```

## Узлы и связи, ограничения на размер очереди

```
# 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
```

```
#!/usr/bin/gnuplot -persist
# задаём текстовую кодировку,
# тип терминала, тип и размер шрифта
set encoding utf8
set term pngcairo font "Helvetica,9"
# задаём выходной файл графика
set out 'qm.pdf'
# задаём название графика
set title "График поведения длины очереди"
# подписи осей графика
set xlabel "t" font "Helvetica, 10"
set ylabel "Пакеты" font "Helvetica, 10"
```

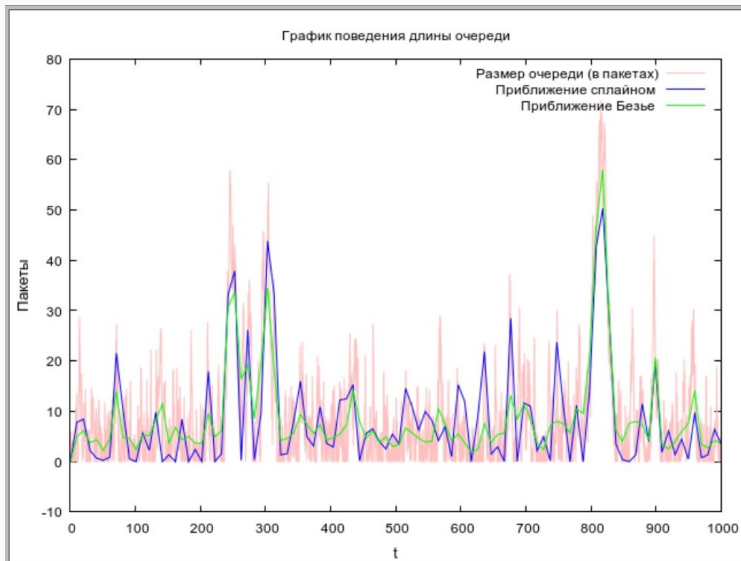


```
# построение графика, используя значения
# 1-го и 5-го столбцов файла qm.out
plot "qm.out" using ($1):($5) with lines lt rgb "pink" title "Размер очереди"
      "qm.out" using ($1):($5) smooth csplines lt rgb "blue" title "Приближение 1"
      "qm.out" using ($1):($5) smooth bezier lt rgb "green" title "Приближение 2"
```

```
openmodelica@openmodelica-VirtualBox:~/mip/labs-ns/lab03$ touch graph_plot
openmodelica@openmodelica-VirtualBox:~/mip/labs-ns/lab03$ chmod +x graph_plot
openmodelica@openmodelica-VirtualBox:~/mip/labs-ns/lab03$ ./graph_plot
"./graph_plot", line 23: warning: Cannot find or open file "qm.out"
"./graph_plot", line 23: No data in plot

openmodelica@openmodelica-VirtualBox:~/mip/labs-ns/lab03$ ns shablon.tcl
Теоретическая вероятность потери = 0.0
Теоретическая средняя длина очереди = 9.0909090909090864
openmodelica@openmodelica-VirtualBox:~/mip/labs-ns/lab03$ ./graph_plot
```

Рис. 2: Создание файла graph\_plot, запуск симуляции



В ходе выполнения лабораторной работы я приобрела навыки моделирования стохастических процессов с помощью средства имитационного моделирования NS-2, а также познакомилась с программой для построения графиков GNUplot.

Спасибо за внимание!

---