

# Лабораторная работа № 3

Имитационное моделирование

---

Королев И.А.

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

## Информация

---

- Королев Иван Андреевич
- Студент
- Российский университет дружбы народов

## Цель работы

---

Необходимо освоить навык моделирования стохастических процессов и закрепить навык построения графиков в GNUplot

## Задание

---

## Реализация модели на NS-2

---

## График в GNUplot

---



## Теоретическое введение

---

Предварительные сведения. М | М |

1



$M | M | 1$  - 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  $\mu$ .

Предварительные сведения.  $M \mid M \mid$   
 $n \mid R$

---

$M | M | n | R$  - — однолинейная СМО с накопителем конечной ёмкости  $R$ . Поступающий поток заявок — пуассоновский с интенсивностью  $\lambda$ . Времена обслуживания заявок — независимые в совокупности случайные величины, распределённые по экспоненциальному закону с параметром  $\mu$

## Выполнение лабораторной работы

---

Реализация модели М | М | 1 на NS-2

---

На данном скриншоте изображена реализация модели на NS-2. Создается объект Simulator, файл для регистрации событий, задаем параметры системы, размер очереди и длительность эксперимента. Задаем узлы и соединяем их симплексным соединением, добавляем ограничение на размер очереди, указываем распределения интервалов времени поступления пакетов и размера пакетов. Добавляем мониторинг очереди, процедуру завершения трассировки и процедуру для случайного генерирования пакетов.



Реализация модели М | М | 1 на NS-2

---

## Реализация модели М | М | 1 на NS-2

```
1 set ns [new Simulator]
2
3 set tf [open out.tr w]
4 $ns trace-all $tf
5
6 set lambda 30.0
7 set mu 33.0
8
9 set qsize 100000
10
11 set duration 1000.0
12
13 set n1 [$ns node]
14 set n2 [$ns node]
15 set link [$ns simplex-link $n1 $n2 100kb 0ms DropTail]
16
17 $ns queue-limit $n1 $n2 $qsize
18
19 set InterArrivalTime [new RandomVariable/Exponential]
20 $InterArrivalTime set avg_ [expr 1/$lambda]
21 set pktSize [new RandomVariable/Exponential]
22 $pktSize set avg_ [expr 100000.0/(8*$mu)]
23
24 set src [new Agent/UDP]
25 $src set packetSize 100000
26 $ns attach-agent $n1 $src
27
28 set sink [new Agent/Null]
29 $ns attach-agent $n2 $sink
30 $ns connect $src $sink
31
32 set qmon [$ns monitor-queue $n1 $n2 [open qm.out w] 0.1]
33 $link queue-sample-timeout
34
35 proc finish {} {
36     global ns tf
37     $ns flush-trace
38     close $tf
39     exit 0
40 }
41
42 proc sendpacket {} {
43     global ns src InterArrivalTime pktSize
44     set time [$ns now]
45     $ns at [expr $time + [$InterArrivalTime value]] "sendpacket"
46     set bytes [expr round ([$pktSize value])]
47     $src send $bytes
48 }
```

Реализация модели М | М | 1 на NS-2

---

Добавляем at-события рассчитываем загрузки системы и вероятности потери пакетов, запускаем модель.

```
49
50 $ns at 0.0001 "sendpacket"
51 $ns at $duration "finish"
52
53 set rho [expr $lambda/$mu]
54 set ploss [(expr (1-$rho)*pow($rho,$qsize)/(1-pow($rho,($qsize+1)))]
55 puts "Теоретическая вероятность потери = $ploss"
56
57 set aveq [expr $rho*$rho/(1-$rho)]
58 puts "Теоретическая средняя длина очереди = $aveq"
59
60 $ns run
```

Рис. 2: Реализация модели на NS-2

## Результат работы модели

---

Модель показала, что теоретическая вероятность потери пакетов = 0.0, теоретическая средняя длина очереди = 9.09

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

Рис. 3: Результат работы модели

## Написание кода для построения графика в GNUplot

---

# Написание кода для построения графика в GNUplot

Создал отдельный файл для построения графика. Задаем текстовую кодировку, тип терминала, тип и размер шрифта. Задаем выходной файл графика, стиль линии, подписи осей. Построения графика, используя значения 1-го и 5-го столбцов файла qm.out.

```
1 #!/usr/bin/gnuplot -persist
2 # задаём текстовую кодировку,
3 # тип терминала, тип и размер шрифта
4
5 set encoding utf8
6 set term pdfcairo font "Arial,9"
7
8 set out "qm.pdf"
9
10 set title "График средней длины очереди"
11
12 set style line 2
13
14 set xlabel "t"
15 set ylabel "Nqueue"
16
17 plot "qm.out" using ($1):($5) with lines title "Размер очереди (n queue)", "qm.out" using ($1):($5) smooth csplines title "Приближение сплайном ", "qm.out" using ($1):($5) smooth bezier title "Приближение Безье "
18
```

Рис. 4: GNUplot



# График средней длины очереди

## График средней длины очереди

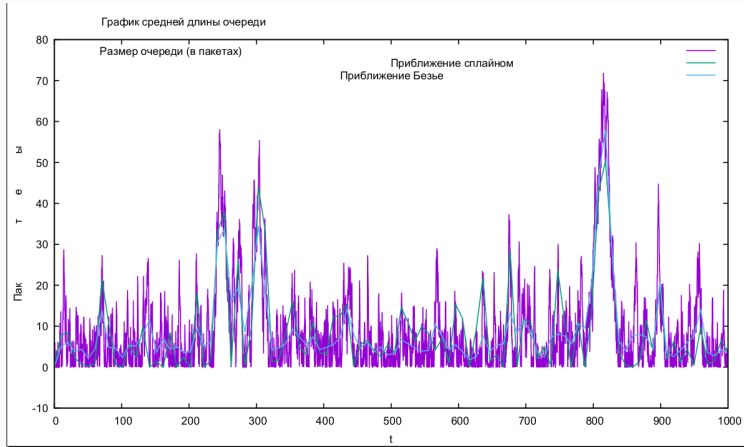


Рис. 5: График средней длины очереди

## Выводы

---

Освоил навык моделирования стохастических процессов и закрепил навык построения графиков в GNUplot

---