

Лабораторная работа №3

Моделирование стохастических процессов

Дворкина Е. В.

21 февраля 2025

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

- Дворкина Ева Владимировна
- студентка
- группа НФИбд-01-22
- Российский университет дружбы народов
- 1132226447@rudn.ru
- <https://github.com/evdvorkina>



Цель данной лабораторной работы - провести моделирование системы массового обслуживания (СМО).

1. Реализовать модель $M|M|1$
2. Посчитать нагрузку системы и вероятность потери пакетов
3. Построить график изменения размера очереди в GNUplot

```
set ns [new Simulator]
set tf [open out.tr w]
$ns trace-all $tf
```

```
set lambda 30.0
set mu 33.0
set qsize 100000
# устанавливаем длительность эксперимента
set duration 1000.0
```

```
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
```

```
openmodelica@openmodelica-VirtualBox:~/work/study/2024-2025/Имитационное моделирование/mip/lab-ns$ ns lab3.tcl
Теоретическая вероятность потери = 0.0
Теоретическая средняя длина очереди = 9.0909090909090864
openmodelica@openmodelica-VirtualBox:~/work/study/2024-2025/Имитационное моделирование/mip/lab-ns$ ns lab3.tcl
```

Рис. 1: Вычисление средней длины очереди и вероятности потери пакетов

Построение графика изменения размера очереди в GNUplot

```
1#!/usr/bin/gnuplot -persist
2# задаём текстовую кодировку,
3# тип терминала, тип и размер шрифта
4set encoding utf8
5set term pdfcairo font "Helvetica,9"
6# задаём выходной файл графика
7set out 'qm.pdf'
8# задаём название графика
9set title "График средней длины очереди"
10# задаём стиль линии
11set style line 2
12# подписи осей графика
13set xlabel "t" font 'Helvetica'
14set ylabel "Пакеты" font 'Helvetica'
15# построение графика, используя значения
16# 1-го и 5-го столбцов файла qm.out
17plot "qm.out" using ($1):($5) with lines linetype rgb "yellow" title "Размер очереди (в пакетах)",\
18"qm.out" using ($1):($5) smooth csplines linetype rgb "red" title " Приближение сплайном ",\
19"qm.out" using ($1):($5) smooth bezier linetype rgb "purple" title " Приближение Безье "
```

Рис. 2: Реализация программы для построения графика

```
chmod +x graph_plot
```

```
./graph_plot
```

График поведения длины очереди

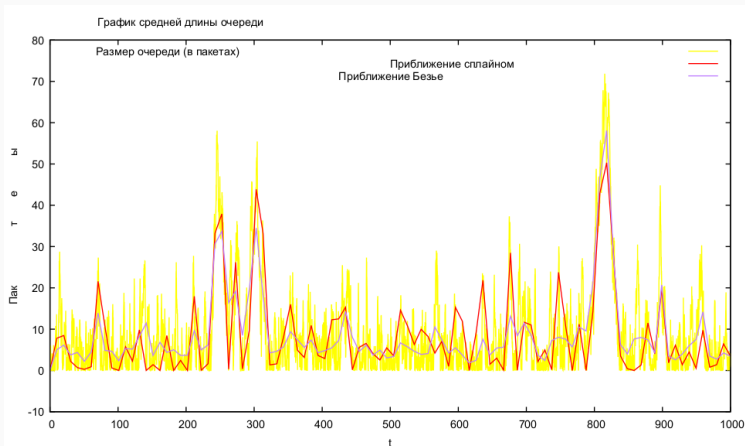


Рис. 3: График поведения длины очереди

При выполнении лабораторной работы я провела моделирование системы массового обслуживания (СМО).

Спасибо за внимание
