

Отчёт по лабораторной работе №3

Моделирование стохастических процессов

Ибатулина Дарья Эдуардовна, НФИбд-01-22

Содержание

1	Цель работы	4
2	Задание	5
3	Теоретическое введение	6
4	Выполнение лабораторной работы	7
4.1	Реализация модели $M M 1$ на NS-2	7
4.2	График в GNUplot	10
5	Выводы	13
	Список литературы	14

Список иллюстраций

4.1	Модель M M 1 на NS-2	7
4.2	Программа для графика в GNUplot	10
4.3	Передача файлу прав на исполнение и компиляция файла	10
4.4	Результат моделирования	11

1 Цель работы

Провести моделирование системы массового обслуживания (СМО).

2 Задание

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

3 Теоретическое введение

$M|M|1$ – 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 .

4 Выполнение лабораторной работы

4.1 Реализация модели M|M|1 на NS-2

Реализуем эту систему, описанную в теоретическом введении. Зададим параметры системы $\lambda = 30$, $\mu = 33$, размер очереди 100000, длительность эксперимента 1000.0. 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. В директории для лабораторных работ создаем файл, в котором будем описывать модель в NS-2. Запускаем его и получаем результат - теоретическая вероятность потери равна 0.0, теоретическая средняя длина очереди равна примерно 9 (рис. [4.1]).

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

Рис. 4.1: Модель M|M|1 на NS-2

Программа, задающая модель:

```
# 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]
$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

```

4.2 График в GNUplot

В каталоге для лабораторных работ создаю отдельный файл *graph_plot* и записываем в него код (рис. [4.2]).

```

#!/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 (в пакетах)", \
"qm.out" using ($1):($5) smooth csplines lt rgb "blue" title "Приближение сплайном ", \
"qm.out" using ($1):($5) smooth bezier lt rgb "green" title "Приближение Безье "

```

Рис. 4.2: Программа для графика в GNUplot

Сделаю файл исполняемым. После компиляции файла с проектом, запускаю скрипт в созданном файле *graph_plot*, который создаст файл *qm.pdf* (рис. [4.3]) с результатами моделирования (рис. [4.4].)

```

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

```

Рис. 4.3: Передача файлу прав на исполнение и компиляция файла

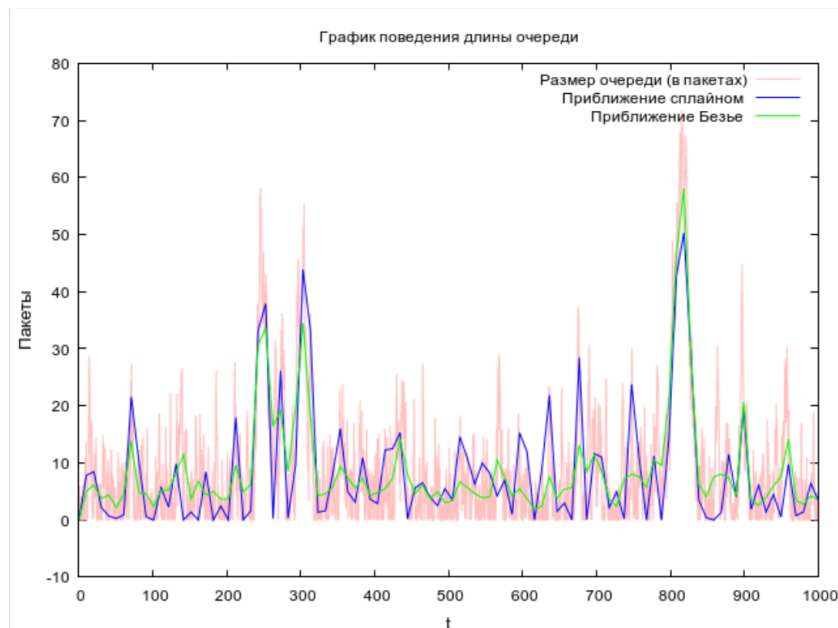


Рис. 4.4: Результат моделирования

Программа для графика в GnUpot:

```
#!/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 (в пакетах)",\
  "qm.out" using ($1):($5) smooth csplines
  lt rgb "blue" title "Приближение сплайном ",\
  "qm.out" using ($1):($5) smooth bezier
  lt rgb "green" title "Приближение Безье "
```

5 Выводы

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

Список литературы

1. Королькова А.В., Кулябов Д.С. Руководство к лабораторной работе №3. Моделирование информационных процессов. - 2025. — 6 с.