

Лабораторная работа № 3

Моделирование стохастических процессов

Демидова Е. А.

23 апреля 2024

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

Информация

Цель

Смоделировать систему массового обслуживания (СМО).

Задачи

- Реализовать модель $M|M|1$
- Посчитать теоретические вероятность потери и среднюю длину очереди
- Нарисовать график поведения длины очереди

Выполнение лабораторной работы

$M|M|1$ — 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 .

```
# 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)]
```

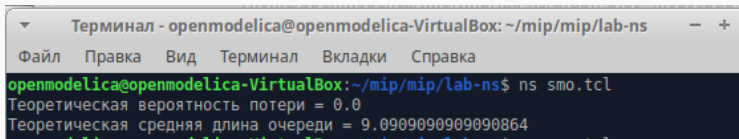
```
# задаём агент UDP и присоединяем его к источнику,  
# задаём размер пакета  
set src [new Agent/UDP]  
$src set packetSize_ 100000  
$ns attach-agent $n1 $src  
# задаём агент-приёмник и присоединяем его  
set sink [new Agent/Null]  
$ns attach-agent $n2 $sink  
$ns connect $src $sink  
# мониторинг очереди  
set qmon [$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
```

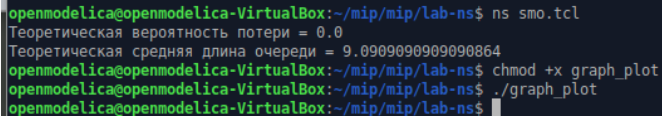


```
Терминал - openmodelica@openmodelica-VirtualBox: ~/mip/mip/lab-ns
Файл  Правка  Вид  Терминал  Вкладки  Справка
openmodelica@openmodelica-VirtualBox:~/mip/mip/lab-ns$ ns smo.tcl
Теоретическая вероятность потери = 0.0
Теоретическая средняя длина очереди = 9.0909090909090864
```

Рис. 1: Результаты расчета информации о модели

```
#!/usr/bin/gnuplot -persist
# задаём текстовую кодировку,
# тип терминала, тип и размер шрифта
set encoding utf8
set term pdfcairo font "Arial,9"
# задаём выходной файл графика
set out 'qm.pdf'
# задаём название графика
set title "График средней длины очереди"
```

```
# задаём стиль линии
set style line 2
# подписи осей графика
set xlabel "t"
set ylabel "Пакеты"
# 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"
```



```
openmodelica@openmodelica-VirtualBox:~/mip/mip/lab-ns$ ns smo.tcl
Теоретическая вероятность потери = 0.0
Теоретическая средняя длина очереди = 9.0909090909090864
openmodelica@openmodelica-VirtualBox:~/mip/mip/lab-ns$ chmod +x graph_plot
openmodelica@openmodelica-VirtualBox:~/mip/mip/lab-ns$ ./graph_plot
openmodelica@openmodelica-VirtualBox:~/mip/mip/lab-ns$
```

Рис. 2: Запуск скрипта отрисовки графика

График поведения длины очереди

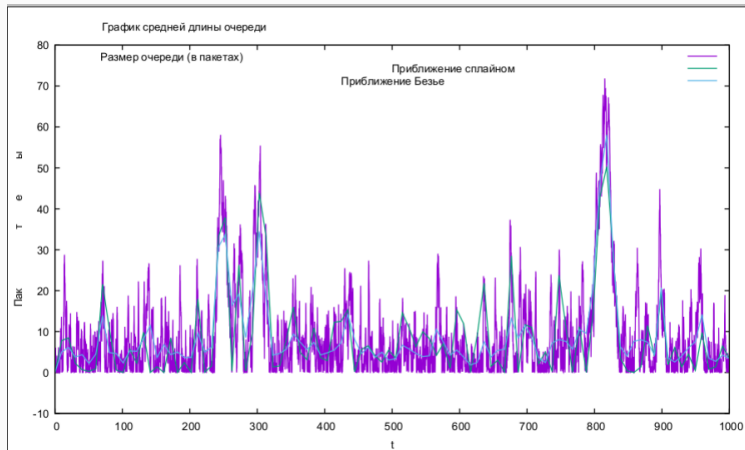


Рис. 3: График поведения длины очереди

Заключение

В результате выполнения работы была смоделирована СМО вида $M|M|1$ и нарисован график поведения длины очереди в этой модели.