

# Лабораторная работа №1

## Простые модели компьютерной сети

Игнатенкова Варвара Николаевна

### 1 Цель работы

Приобретение навыков моделирования сетей передачи данных с помощью средства имитационного моделирования NS-2, а также анализ полученных результатов моделирования.

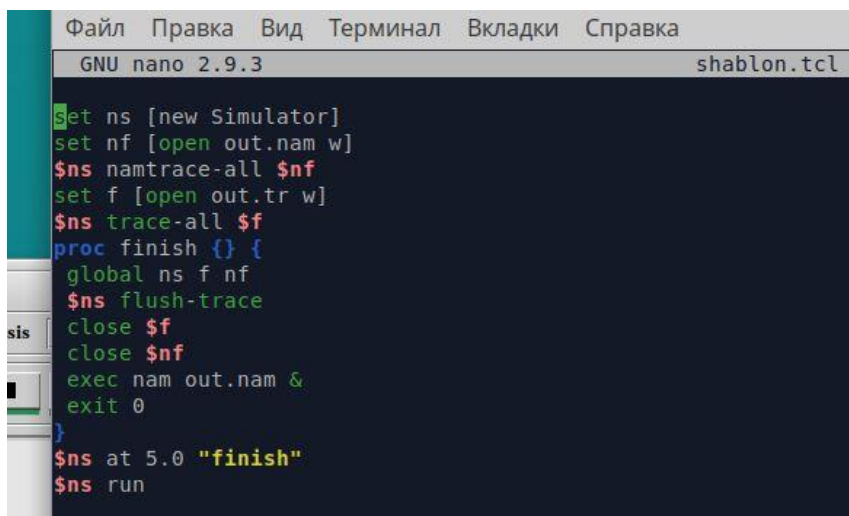
### 2 Теоретическое введение

Git — распределённая система управления версиями. Проект был создан Линусом Торвальдсом для управления разработкой ядра Linux, первая версия выпущена 7 апреля 2005 года; координатор — Дзюн Хамано [1].

### 3 Выполнение лабораторной работы

#### 3.1 Шаблон сценария для NS-2

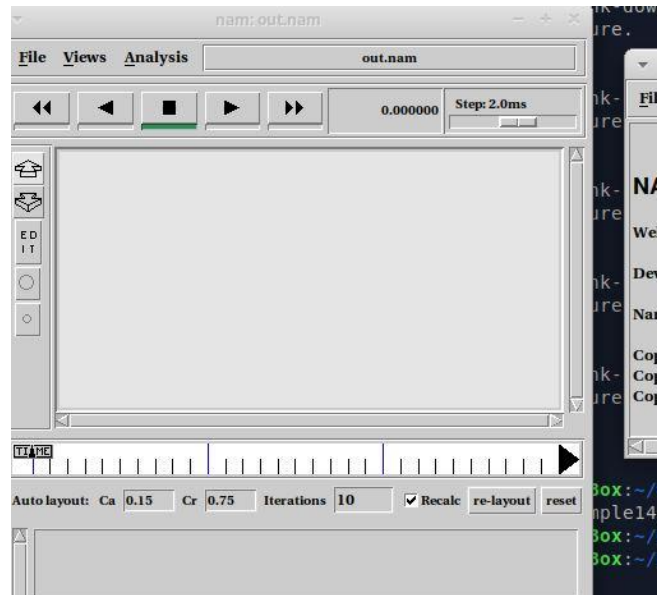
В своём рабочем каталоге создадим директорию `mir`, к которой будут выполняться лабораторные работы. Внутри `mir` создадим директорию `lab-ns`, а в ней файл `shablon.tcl`.

A screenshot of a terminal window with a dark background. At the top, a menu bar shows 'Файл', 'Правка', 'Вид', 'Терминал', 'Вкладки', and 'Справка'. Below the menu bar, the text 'GNU nano 2.9.3' is on the left and 'shablon.tcl' is on the right. The main area contains the following Tcl script:

```
set ns [new Simulator]
set nf [open out.nam w]
$ns namtrace-all $nf
set f [open out.tr w]
$ns trace-all $f
proc finish {} {
    global ns f nf
    $ns flush-trace
    close $f
    close $nf
    exec nam out.nam &
    exit 0
}
$ns at 5.0 "finish"
$ns run
```

*shablon.tcl*

Сохранив изменения в отредактированном файле `shablon.tcl` и закрыв его, можно запустить симулятор командой: `ns shablon.tcl`



При этом на экране появится сообщение типа `nam: empty trace file out.nam` поскольку ещё не определены никакие объекты и действия.

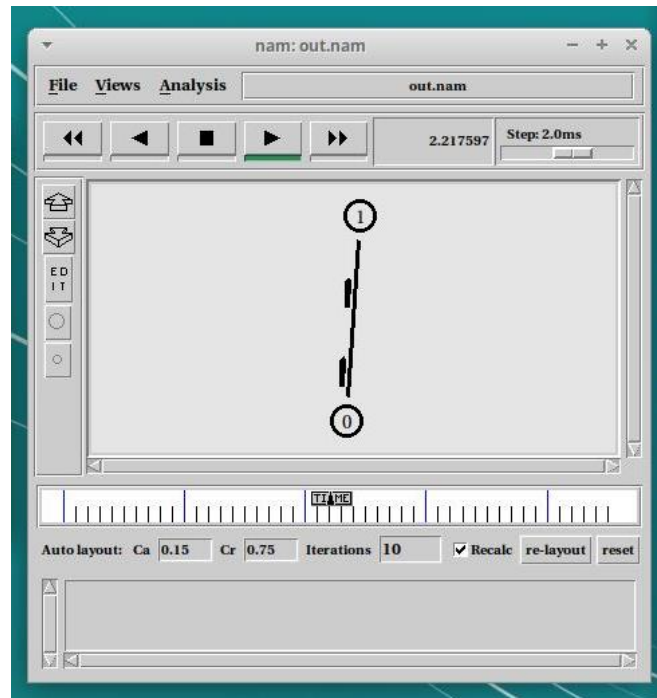
### 3.2 Простой пример описания топологии сети, состоящей из двух узлов и одного соединения

**Постановка задачи.** Требуется смоделировать сеть передачи данных, состоящую из двух узлов, соединённых дуплексной линией связи с полосой пропускания 2 Мб/с и задержкой 10 мс, очередью с обслуживанием типа DropTail. От одного узла к другому по протоколу UDP осуществляется передача пакетов, размером 500 байт, с постоянной скоростью 200 пакетов в секунду.

```
set ns [new Simulator]
set nf [open out.nam w]
$ns namtrace-all $nf
set f [open out.tr w]
$ns trace-all $f
proc finish {} {
    global ns f nf
    $ns flush-trace
    close $f
    close $nf
    exec nam out.nam &
    exit 0
}
set N 2
for {set i 0} {$i < $N} {incr i} {
    set n($i) [$ns node]
}
$ns duplex-link $n(0) $n(1) 2Mb 10ms DropTail
set udp0 [new Agent/UDP]
$ns attach-agent $n(0) $udp0
set cbr0 [new Application/Traffic/CBR]
$cbr0 set packetSize_ 500
$cbr0 set interval_ 0.005
$cbr0 attach-agent $udp0
set null0 [new Agent/Null]
$ns attach-agent $n(1) $null0
$ns connect $udp0 $null0
$ns at 0.5 "$cbr0 start"
$ns at 4.5 "$cbr0 stop"
$ns at 5.0 "finish"
$ns run
```

*Реализация модели*

При нажатии на кнопку play в окне nam через 0.5 секунды из узла 0 данные начнут поступать к узлу 1. Это процесс можно замедлить, выбирая шаг отображения в nam. Можно осуществлять наблюдение за отдельным пакетом, щёлкнув по нему в окне nam, а щёлкнув по соединению, можно получить о нем некоторую информацию.



### 3.3 Пример с усложнённой топологией сети

**Постановка задачи.** Описание моделируемой сети (рис. 2.4):– сеть состоит из 4 узлов (n0, n1, n2, n3);

- между узлами n0 и n2, n1 и n2 установлено дуплексное соединение с пропускной способностью 2 Мбит/с и задержкой 10 мс;
- между узлами n2 и n3 установлено дуплексное соединение с пропускной способностью 1,7 Мбит/с и задержкой 20 мс;
- каждый узел использует очередь с дисциплиной Drop Tail для накопления пакетов, максимальный размер которой составляет 10;
- TCP-источник на узле n0 подключается к TCP-приёмнику на узле n3  
(по-умолчанию, максимальный размер пакета, который TCP-агент может генерировать, равняется 1KByte)
- TCP-приёмник генерирует и отправляет ACK пакеты отправителю и откидывает полученные пакеты;
- UDP-агент, который подсоединён к узлу n1, подключён к null-агенту на узле n3 (null-агент просто откидывает пакеты);
- генераторы трафика ftp и cbg прикреплены к TCP и UDP агентам соответственно;
- генератор cbg генерирует пакеты размером 1 Кбайт со скоростью 1 Мбит/с;

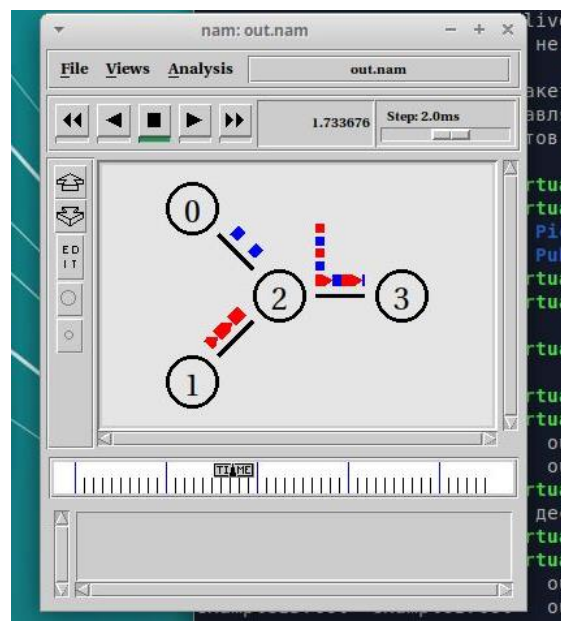
– работа cbr начинается в 0,1 секунду и прекращается в 4,5 секунды, а ftp начинает работать в 1,0 секунду и прекращает в 4,0 секунды.

```
GNU nano 2.9.3 example12.tcl
set ns [new Simulator]
set nf [open out.nam w]
$ns namtrace-all $nf
set f [open out.tr w]
$ns trace-all $f
proc finish {} {
    global ns f nf
    $ns flush-trace
    close $f
    close $nf
    exec nam out.nam &
    exit 0
}
set N 4
for {set i 0} {$i < $N} {incr i} {
    set n($i) [$ns node]
}
$ns duplex-link $n(0) $n(2) 2Mb 10ms DropTail
$ns duplex-link $n(1) $n(2) 2Mb 10ms DropTail
$ns duplex-link $n(3) $n(2) 2Mb 10ms DropTail
$ns duplex-link-op $n(0) $n(2) orient right-down
$ns duplex-link-op $n(1) $n(2) orient right-up
$ns duplex-link-op $n(2) $n(3) orient right
set udp0 [new Agent/UDP]
$ns attach-agent $n(0) $udp0
set cbr0 [new Application/Traffic/CBR]
$cbr0 set packetSize 500
$cbr0 set interval 0.005
$cbr0 attach-agent $udp0
set tcp1 [new Agent/TCP]
$ns attach-agent $n(1) $tcp1
set ftp [new Application/FTP]
$ftp attach-agent $tcp1
set null0 [new Agent/Null]
$ns attach-agent $n(3) $null0
set sink1 [new Agent/TCPSink]
$ns attach-agent $n(3) $sink1
$ns connect $udp0 $null0
$ns connect $tcp1 $sink1
```

Реализация модели

```
$ns color 1 Blue
$ns color 2 Red
$udp0 set class_1
$tcp1 set class_2
$ns duplex-link-op $n(2) $n(3) queuePos 0.5
$ns queue-limit $n(2) $n(3) 20
$ns at 0.5 "$cbr0 start"
$ns at 1.0 "$ftp start"
$ns at 4.0 "$ftp stop"
$ns at 4.5 "$cbr0 stop"
$ns at 5.0 "finish"
$ns run
```

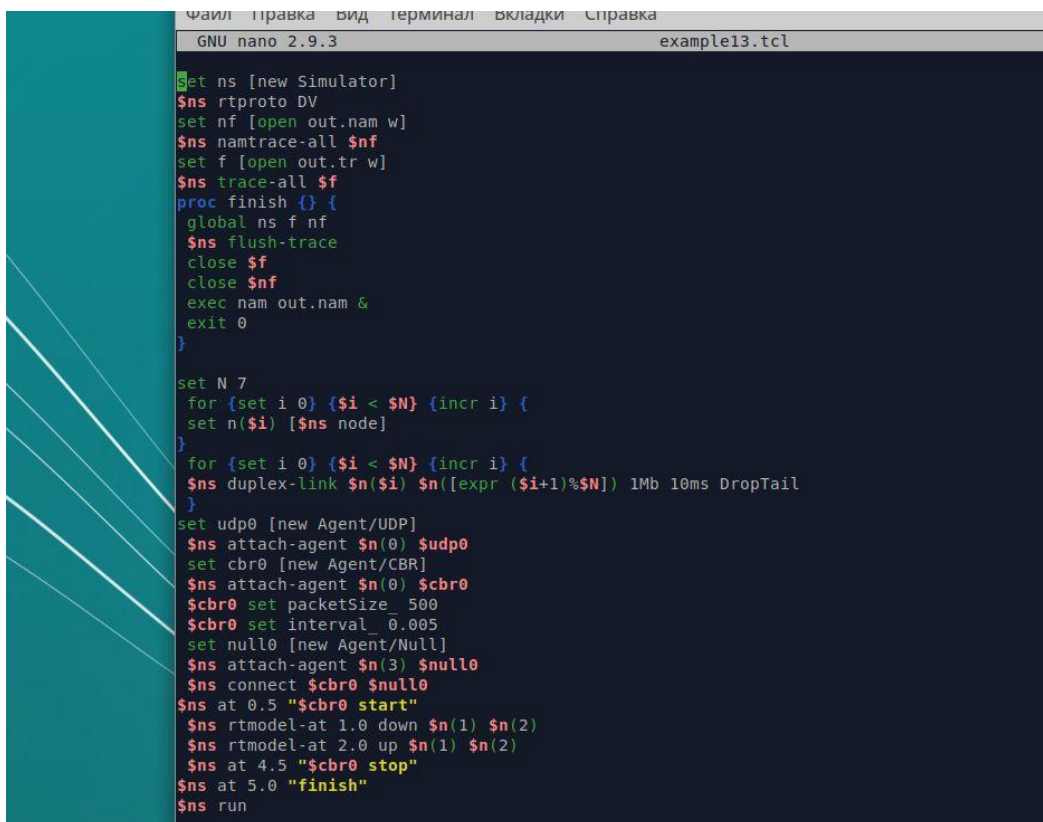
При запуске скрипта можно заметить, что по соединениям между узлами n(0)–n(2) и n(1)–n(2) к узлу n(2) передаётся данных больше, чем способно передаваться по соединению от узла n(2) к узлу n(3). Действительно, мы передаём 200 пакетов в секунду от каждого источника данных в узлах n(0) и n(1), а каждый пакет имеет размер 500 байт. Таким образом, полоса каждого соединения 08 Mb, а суммарная — 16Mb. Носоединение n(2)–n(3) имеет полосу лишь 1 Mb. Следовательно, часть пакетов должна теряться. В окне аниматора можно видеть пакеты в очереди, а также те пакеты, которые отбрасываются при переполнении.



### 3.4 Пример с кольцевой топологией сети

**Постановка задачи.** Требуется построить модель передачи данных по сети с кольцевой топологией и динамической маршрутизацией пакетов:

- сеть состоит из 7 узлов, соединённых в кольцо;
- данные передаются от узла  $n(0)$  к узлу  $n(3)$  по кратчайшему пути;
- с 1 по 2 секунду модельного времени происходит разрыв соединения между узлами  $n(1)$  и  $n(2)$ ;
- при разрыве соединения маршрут передачи данных должен измениться на резервный.



```
File Edit View Terminal Window Help
GNU nano 2.9.3 example13.tcl

set ns [new Simulator]
$ns rtproto DV
set nf [open out.nam w]
$ns namtrace-all $nf
set f [open out.tr w]
$ns trace-all $f
proc finish {} {
    global ns f nf
    $ns flush-trace
    close $f
    close $nf
    exec nam out.nam &
    exit 0
}

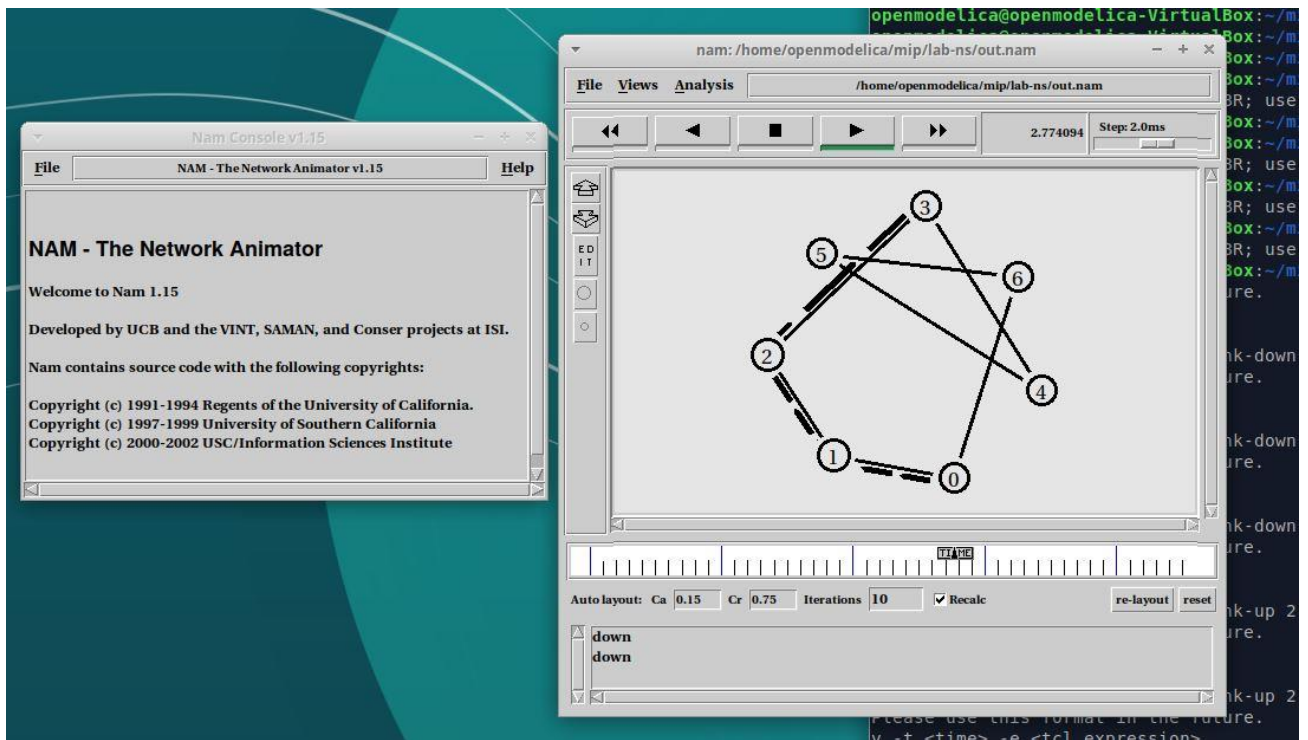
set N 7
for {set i 0} {$i < $N} {incr i} {
    set n($i) [$ns node]
}
for {set i 0} {$i < $N} {incr i} {
    $ns duplex-link $n($i) $n([expr {(i+1)%$N}]) 1Mb 10ms DropTail
}

set udp0 [new Agent/UDP]
$ns attach-agent $n(0) $udp0
set cbr0 [new Agent/CBR]
$ns attach-agent $n(0) $cbr0
$cbr0 set packetSize 500
$cbr0 set interval_ 0.005
set null0 [new Agent/Null]
$ns attach-agent $n(3) $null0
$ns connect $cbr0 $null0
$ns at 0.5 "$cbr0 start"
$ns rtmodel-at 1.0 down $n(1) $n(2)
$ns rtmodel-at 2.0 up $n(1) $n(2)
$ns at 4.5 "$cbr0 stop"
$ns at 5.0 "finish"
$ns run
```

*Реализация модели*

Сразу после запуска в сети отправляется небольшое количество маленьких пакетов, используемых для обмена информацией, необходимой для маршрутизации между узлами. Когда соединение будет разорвано, информация о топологии будет обновлена, и пакеты будут отправляться по новому маршруту через узлы  $n(6)$ ,  $n(5)$  и  $n(4)$ .

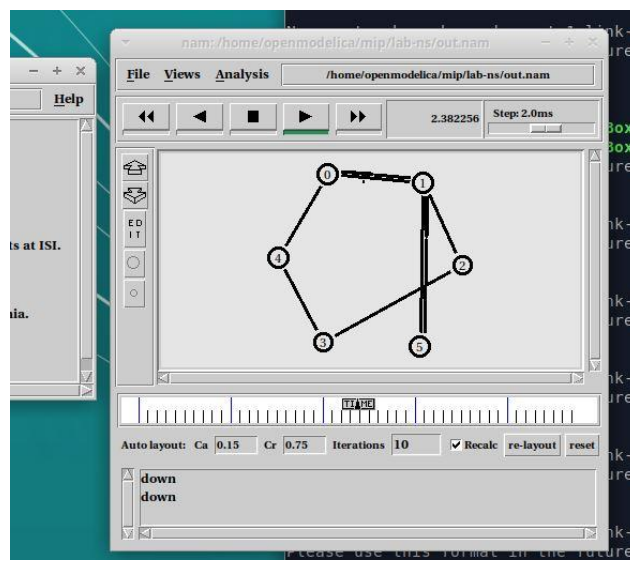




### 3.5 Упражнение

**Постановка задачи.** Внесите следующие изменения в реализацию примера с кольцевой топологией сети:

- топология сети должна соответствовать представленной на рис.
- передача данных должна осуществляться от узла  $n(0)$  до узла  $n(5)$  по кратчайшему пути в течение 5 секунд модельного времени;
- передача данных должна идти по протоколу TCP (тип Newreno), на принимающей стороне используется TCPSink-объект типа DelAck; поверх TCP работает протокол FTP с 0,5 до 4,5 секунд модельного времени;
- с 1 по 2 секунду модельного времени происходит разрыв соединения между узлами  $n(0)$  и  $n(1)$ ;
- при разрыве соединения маршрут передачи данных должен измениться на резервный, после восстановления соединения пакеты снова должны пойти по кратчайшему пути.



```
GNU nano 2.9.3 example14.tcl

set ns [new Simulator]
$ns rtproto DV
set nf [open out.nam w]
$ns namtrace-all $nf
set f [open out.tr w]
$ns trace-all $f
proc finish {} {
    global ns f nf
    $ns flush-trace
    close $f
    close $nf
    exec nam out.nam &
    exit 0
}

set N 5
for {set i 0} {$i < $N} {incr i} {
    set n($i) [$ns node]
}

for {set i 0} {$i < $N} {incr i} {
    $ns duplex-link $n($i) $n([expr ($i+1)%$N]) 1Mb 10ms DropTail
}

set n5 [$ns node]
$ns duplex-link $n5 $n(1) 1Mb 10ms DropTail
set tcp1 [new Agent/TCP/Newreno]
$ns attach-agent $n(0) $tcp1
set ftp [new Application/FTP]
$ftp attach-agent $tcp1
set sink1 [new Agent/TCP/Sink/DelAck]
$ns attach-agent $n5 $sink1
$ns connect $tcp1 $sink1
$ns at 0.5 "$ftp start"
$ns rtmodel-at 1.0 down $n(0) $n(1)
$ns rtmodel-at 2.0 up $n(0) $n(1)
$ns at 4.5 "$ftp stop"
$ns at 5.0 "finish"
$ns run
```

*Реализация модели*

## 4 Выводы

Мы приобрели навыки моделирования сетей передачи данных с помощью средства имитационного моделирования NS-2.