

# Лабораторная работа 1

Имитационное моделирование

---

Голощапов Ярослав Вячеславович

15 февраля 2025

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

## Информация

---

- Голощапов Ярослав Вячеславович
- студент 3 курса
- Российский университет дружбы народов
- 1132222003@pfur.ru
- <https://yvgoloschapov.github.io/ru/>

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

Получить практические навыки на примерах и выполнить упражнение

## Теоретическое введение

---

Network Simulator (NS-2) — один из программных симуляторов моделирования процессов в компьютерных сетях. NS-2 позволяет описать топологию сети, конфигурацию источников и приёмников трафика, параметры соединений (полосу пропускания, задержку, вероятность потерь пакетов и т.д.) и множество других параметров моделируемой системы. Данные о динамике трафика, состоянии соединений и объектов сети, а также информация о работе протоколов фиксируются в генерируемом trace-файле.

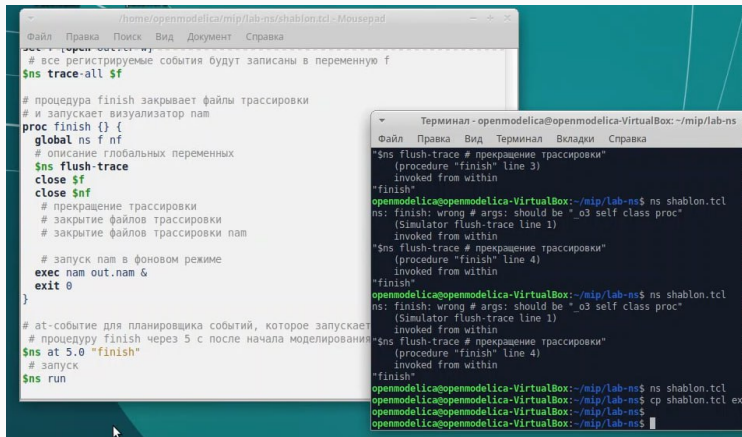
## Выполнение лабораторной работы

---



# Выполнение лабораторной работы

Для начала было необходимо настроить шаблон для сценария NS-2



```
/home/openmodelica/mip/lab-ns/shablon.tcl - Mousepad
Файл  Правка  Поиск  Вид  Документ  Справка

# все регистрируемые события будут записаны в переменную f
$ns trace-all $f

# процедура finish закрывает файлы трассировки
# и запускает визуализатор nam
proc finish {} {
    global ns f nf
    # описание глобальных переменных
    $ns flush-trace
    close $f
    close $nf
    # прекращение трассировки
    # закрытие файлов трассировки
    # закрытие файлов трассировки nam

    # запуск nam в фоновом режиме
    exec nam out.nam &
    exit 0
}

# at-событие для планировщика событий, которое запускает
# процедуру finish через 5 с после начала моделирования
$ns at 5.0 "finish"
# запуск
$ns run
```

```
Терминал - openmodelica@openmodelica-VirtualBox: ~/mip/lab-ns
Файл  Правка  Вид  Терминал  Вкладки  Справка

"$ns flush-trace # прекращение трассировки"
(procedure "finish" line 3)
invoked from within
"finish"
openmodelica@openmodelica-VirtualBox:~/mip/lab-ns$ ns shablon.tcl
ns: finish: wrong # args: should be "_o3 self class proc"
(Simulator flush-trace line 1)
invoked from within
"$ns flush-trace # прекращение трассировки"
(procedure "finish" line 4)
invoked from within
"finish"
openmodelica@openmodelica-VirtualBox:~/mip/lab-ns$ ns shablon.tcl
ns: finish: wrong # args: should be "_o3 self class proc"
(Simulator flush-trace line 1)
invoked from within
"$ns flush-trace # прекращение трассировки"
(procedure "finish" line 4)
invoked from within
"finish"
openmodelica@openmodelica-VirtualBox:~/mip/lab-ns$ ns shablon.tcl
openmodelica@openmodelica-VirtualBox:~/mip/lab-ns$ cp shablon.tcl ex
openmodelica@openmodelica-VirtualBox:~/mip/lab-ns$
openmodelica@openmodelica-VirtualBox:~/mip/lab-ns$
```

Рис. 1: Настройка шаблона

## Простой пример описания топологии сети, состоящей из двух

узлов и одного соединения. Задача: Требуется смоделировать сеть передачи данных, состоящую из двух узлов, соединённых дуплексной линией связи с полосой пропускания 2 Мб/с и задержкой 10 мс, очередь 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.

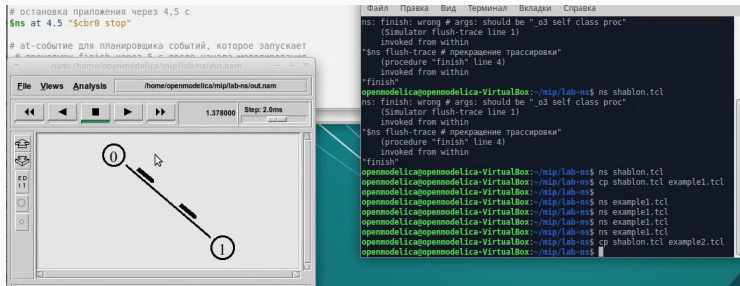


Рис. 2: Реализация модели

## Пример с усложненной топологией сети.

Задача: Описание моделируемой сети: – сеть состоит из 4 узлов ( $n_0$ ,  $n_1$ ,  $n_2$ ,  $n_3$ ); – между узлами  $n_0$  и  $n_2$ ,  $n_1$  и  $n_2$  установлено дуплексное соединение с пропускной способностью 2 Мбит/с и задержкой 10 мс; – между узлами  $n_2$  и  $n_3$  установлено дуплексное соединение с пропускной способностью 1,7 Мбит/с и задержкой 20 мс; – каждый узел использует очередь с дисциплиной DropTail для накопления пакетов, максимальный размер которой составляет 10; – TCP-источник на узле  $n_0$  подключается к TCP-приёмнику на узле  $n_3$  (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  $n_1$ , подключён к null-агенту на узле  $n_3$  (null-агент просто откидывает пакеты); – генераторы трафика ftp и cbr прикреплены к TCP и UDP агентам соответственно; – генератор cbr 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.

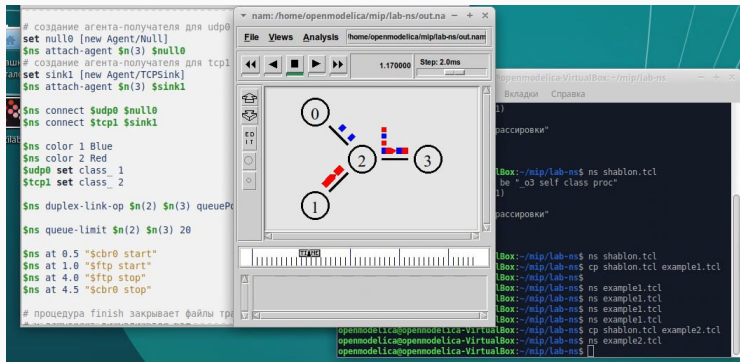


Рис. 3: Реализация усложненной модели

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.

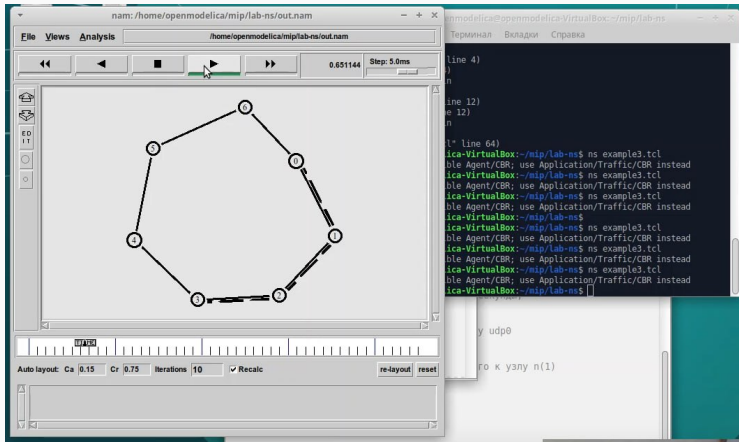


Рис. 4: Пример с кольцевой топологией

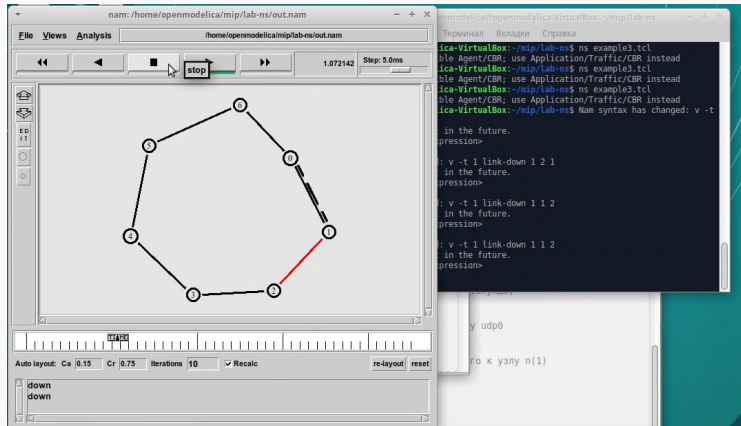


Рис. 5: Передача данных по сети с кольцевой топологией в случае разрыва соединения

Внесите следующие изменения в реализацию примера с кольцевой топологией сети: – топология сети должна соответствовать представленной на рис. 1.7; – передача данных должна осуществляться от узла  $n(0)$  до узла  $n(5)$  по кратчай- шему пути в течение 5 секунд модельного времени; – передача данных должна идти по протоколу TCP (тип Newreno), на принимаю- щей 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 ре- зервный, после восстановления соединения пакеты снова должны пойти по кратчайшему пути.



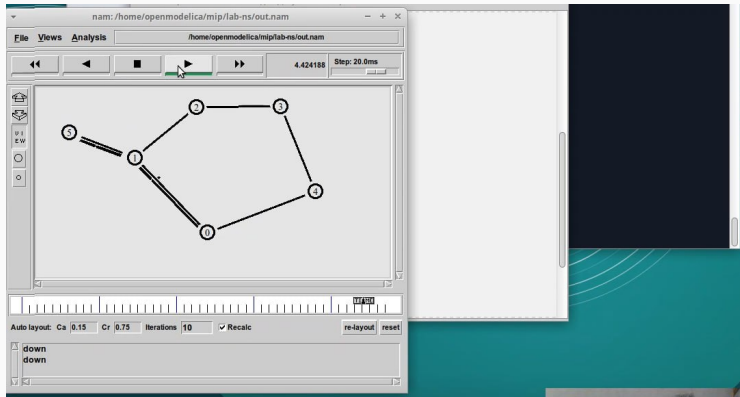


Рис. 6: Изменённая кольцевая топология сети

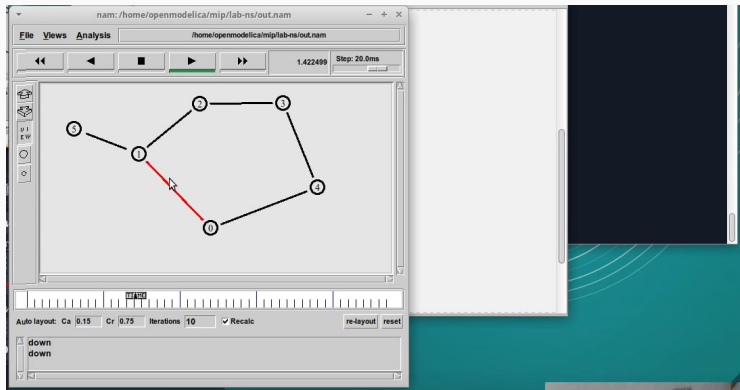


Рис. 7: Изменённая кольцевая топология сети в случае разрыва соединения

В этой лабораторной работе я приобрел навыки моделирования сетей передачи данных с помощью средства имитационного моделирования NS-2, а также проанализировал полученные результаты моделирования